آزمایش شماره (۲)

کار با فنر و بررسی خصوصیات فنر

اهداف آزمایش

۱- تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از تغییر طول و نوسانات فنر.

۲- بستن فنرها بطورمتوالی‌وموازی ،تحقیق رابطه بین ضریب ثابت فنرهاو بررسی‌رابطه بین‌زمان‌تناوب نوسانات‌فنرها.

وسایل مورد نیاز

گیره قلاب دار ، قلاب S شکل ، دو فنر مختلف ، کرنومتر ، وزنه های مختلف ، پایه ، میله بلند ،خط کش بلند با دو شاخص.

تئوری آزمایش

هر گاه فنری را بطور قائم در نقطهٔ ثابتی بیآویزیم و به انتهای آن نیروئی وارد کنیم فنر نیز نیروکشسانی برابر همان نیرو و بطرف بالا وارد می کند ، اگر نیروی کشسانی فنر را به F و تغییر طول فنر در اثر نیرو را به x نشان دهیم طبق قانون هوک بین F و x رابطه $\vec{F} = -k\vec{x}$ برقرار است که در این رابطه k را ضریب ثابت فنر می نامند و در دستگاه واحدهای SI واحد k نیوتن‌برمتر خواهد بود.

لذا اگر مطابق شکل زیر وزنه‌ای را به انتهای فنر بیاویزیم و افزایش طول فنر در حالت تعادل x باشد، نیروی وزن W با نیروی عکس العمل کشسانی فنر برابر خواهد بود.

یعنی W=F و در نتیجه می‌توان نوشت :

$$k = \frac{mg}{X} \qquad (۳)$$

از رابطهٔ فوق با معلوم بودن جرم وزنه آویزان شده و افزایش طول فنر می توان ضریب ثابت فنر را تعیین کرد.

– وزنه ای بجرم m به فنر قائمی آویزان کرده و پس از تعادل آنرا در امتداد قائم کمی بصرف پائین کشیده و سپس رها کنیم دستگاه بنوسان در می‌آید که زمان تناوب این حرکت نوسانی بصورت زیر بدست می آید :

$$F = -kx \Rightarrow ma = -kx \Rightarrow m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx \Rightarrow m\frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0 \qquad (٤)$$

که می دانید جواب این معادله دیفرانسیل بدون طرف ثانی یک معادله سنیوسی است .

$$x = x_{Max}\sin(\omega t + \varphi)$$

که با دو بار مشتق گرفتن از این رابطه شتاب حرکت نوسانی برابر است با : $a = -\omega^2 x$

با جاگذاری این رابطه در معادله (٤) زمان تناوب این حرکت نوسانی برابر است با :

$$ma = -kx \Rightarrow m(-\omega^2 x) = -kx \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ برای حالتی است که تمام جرم دستگاه در وزنه متمرکز باشد (جرم فنر در مقابل جرم وزنهٔ آویزان شده قابل صرف‌نظر باشد) اگر نتوانیم این تقریب را بکار بریم میتوان ثابت کرد که جرم فنر (m_s) بصورت زیر برزمان تناوب تأثیر خواهد گذاشت.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m + \frac{1}{3}m_s}{k}} \qquad (۵)$$

با داشتن m_s و m (جرم فنر و جرم وزنه آویزان شده) و اندازه گیری زمان تناوب حرکت نوسانی T می توان ضریب ثابت فنر را توسط رابطهٔ (۵) تعیین کرد.

* **توجه** : لطفاً در این آزمایش حتماً دقت شود هیچگاه به فنرها وزنه های بیشتر از حد تعیین شده در جداول آویزان ننمائید و همچنین بیش از حد آنها را نکشید ، چون در آن صورت نیروی وارد بر فنر از نیروی حد کشسانی آنها تجاوز کرده و فنرها بطول اولیه بر نمی گردند.

روش انجام آزمایش

الف) تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از افزایش طول فنر (قانون هوک)

۱. ابتدا فنر باقطرکمتررا به قلابی که روی میله بلند سوار است آویزان کرده و مطابق جدول زیر به ازاء وزنه های مختلفی که به‌انتهای آن آویزان می نمائید ، پس از تعادل با استفاده از خط کش بلند و شاخص های روی آن افزایش طول فنر را بدست آورده و برای هر حالت از رابطه (۳) مقدار k_1 را محاسبه نمائید :

m(kg)	W=mg	X(m)	k_1	k_{1m}	خطای مطلق میانگین	نتیجه گیری
۰/۱۵						
۰/۲						
۰/۲۵						
۰/۳۰						

۲. حال فنر دوم را روی قلاب میله بلند آویزان کرده و نظیر آزمایش قسمت (۱) به ازاء وزنه های مختلفی که در جدول زیر تعبیه شده افزایش طول فنر و سپس مقدار ضریب ثابت فنر k_2 را با استفاده از رابطه (۳) محاسبه نمائید.

m(kg)	W=mg	X(m)	k_2	k_{2m}	خطای مطلق میانگین	نتیجه گیری
۰/۱۵						
۰/۲۰						
۰/۲۵						
۰/۳۰						

ب) تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده ازنوسانات فنر

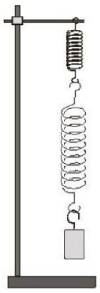
۱- فنر باقطرکمتررا به پایه آویزان کنید وزنه ۲۰۰ گرمی را به آن بیاویزید. حال وزنه را کمی از حال تعادل در امتداد قائم منحرف کرده رها سازید ، فنر شروع به نوسان می‌کند زمان ۲۰ نوسان آنرا اندازه بگیرید. این آزمایش را با وزنه های دیگر انجام داده زمانهای ۲۰ نوسان را بدست‌آورده و در جدول زیر یادداشت نمائید،سپس بااستفاده ازنمودار T_1^2برحسبm، k_1 و m_{1s}(جرم فنر) رابدست آورید.

m(kg)	$20T_1$	T_1	T_1^2	k_1	m_{1s}
۰/۲۰					
۰/۲۵					
۰/۳۰					
۰/۳۵					

۲- مطابق روش فوق آزمایش را با فنردوم‌تکرار کنید و نتایج را در جدول زیر وارد نمائید، سپس بااستفاده ازنمودار T_2^2برحسب m_2 ، k_2 وm_{2s} (جرم فنر)رابدست آورید.

m(kg)	$20T_2$	T_2	T_2^2	k_2	m_{2s}
۰/۲۰					
/۲۵					
۰/۳۰					
۰/۳۵					

ج) بهم بستن فنرها بطورمتوالی



۱- تحقیق رابطهٔ $\frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$

مطابق شکل دو فنر آزمایش (الف) را بطور متوالی بهم ببندیدو به ازاء وزنه ۲۵۰ گرمی مقدار k دو فنر متوالی را بدست آورید.

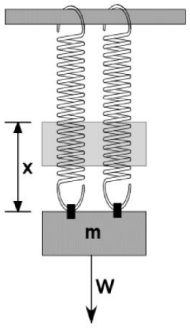
سپس جدول زیرکامل کرده و درستی رابطه فوق را تحقیق کنید.

m(kg)	x	k	k_{1m}	k_{2m}	$\frac{1}{k_{1m}}+\frac{1}{k_{2m}}$	$\frac{1}{k}$	نتیجه گیری
۰/۲۵							

۲- تحقیق رابطهٔ $T^2=T_1^2+T_2^2$

زمان نوسان دو فنر متوالی برای وزنه ۲۵۰ گرمی بدست آورید. سپس جدول زیرکامل کرده و درستی رابطه فوق را تحقیق کنید.

m(kg)	20 T	T	T_1^2	T_2^2	$T_1^2+T_2^2$	T^2	نتیجه گیری
۰/۲۵							



د) بهم بستن فنرها بطور موازی

مطابق شکل دو فنرآزمایش(الف) رابطورموازی بهم ببندید وهمانندآزمایش‌قبل درستی رابطه های $k = k_1 + k_2$ و $\frac{1}{T^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$ را در مورد فنرهای موازی‌تحقیق نمایید.

m(kg)	x	k	k_{1m}	k_{2m}	$k_{1m} + k_{2m}$	نتیجه گیری
۰/۲۵						

m(kg)	20T	T	$\frac{1}{T_1^2}$	$\frac{1}{T_2^2}$	$\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}$	$\frac{1}{T^2}$	نتیجه گیری
۰/۲۵							

سوالات

۱- قانون هوک را تعریف کنید ؟

۲- نیروی کشسانی یعنی چه ؟

۳- حد کشسانی چیست ؟

٤-زمان تناوب فنری که بطور قائم نوسان می کند با کمیتهای m و g چگونه تغییر می کند؟

۵- بااستفاده از جدول قسمت(الف) نمودار w بر حسب x را برای هر یک از جداول جداگانه رسم کرده و با استفاده از نمودار k_1 و k_2 را بدست آورید ؟

(جهت رسم نمودارهااز کاغذ میلی‌متری استفاده کنید)