

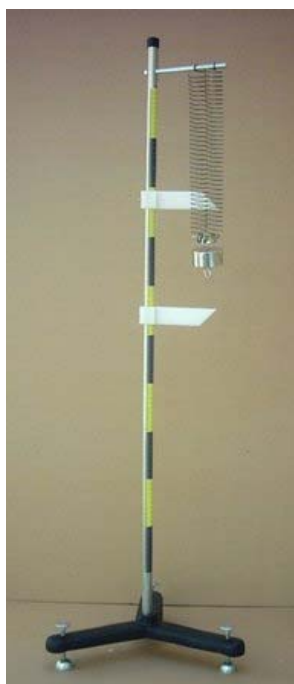
دستور کار آزمایش قانون هوک

هدف آزمایش: ۱- تعیین ضریب سختی فنر با استفاده از تغییر طول فنر

۲- تعیین ضریب سختی با استفاده از ارتعاشات فنر

۳- محاسبه ضریب سختی فنرهای سری و موازی

وسایل آزمایش: سه نوع فنر از هر کدام ۲ عدد، پایه زمینی کوچک، بدنه مدرج شاخص دار، کرنومتر، موازی ساز فنر، سری ساز فنر، کفه وزنه قلاب دار ۱ عدد، پایه وزنه، وزنه های 10gr-۱ عدد، 20gr-۱ عدد، 50gr-۴ عدد، 100gr-۱ عدد، 200gr-۱ عدد، 500gr-۱ عدد



تئوری آزمایش

الف - تعیین ضریب سختی فنرها

هرگاه به جسم الاستیکی مانند یک فنر نیروی وارد کنیم، تحت اثر این نیرو جسم تغییر طول می دهد. نسبت این تغییر طول متناسب است با نیرو و بصورت یک تابع خطی است، $(F = kx)$ که در آن k ضریب سختی فنر است. این رابطه به قانون هوک موسوم است، جسم را در این حالت الاستیک گویند، اگر نیرو را در این حالت حذف کنیم فنر به صورت اولیه در می آید. مادامی که نیرو از حد معینی تجاوز نکند این قانون صادق است، این حد را حد ارتجاع یا الاستیک گویند. اگر نیرو از این حد

تجاوز کند دیگر تغییرات نیرو با ازدیاد طول خطی نیست بلکه به صورت یک منحنی می باشد، در این حالت اگر نیرو حذف شود دیگر فنر به حالت اولیه بر نمی گردد.

برای محاسبه ضریب سختی یک فنر دو روش را می توان بکار برد:

(۱) استفاده از تغییر طول فنر به ازای نیروهای متفاوت

(۲) استفاده از ارتعاشات فنراکنون به توضیح این دو روش می پردازیم.

(۱) به یک فنر وزنه ای متصل می کنیم و آن را به آرامی پایین می آوریم تا به حال تعادل قرار بگیرد. در این حالت برای نیروی وارد بر فنر که وزن جسم است داریم:

$$F = -kx$$

که در آن x افزایش طول فنر است، پس برای ضریب سختی فنر داریم:

$$k = \frac{mg}{x} = \frac{W}{x} \quad (۱)$$

با توجه به معلوم بودن وزن جسم (mg) و مقدار k بدست می آید.

(۲) اگر به یک فنر وزنه ای متصل کنیم و آن را از حالتی که فنر در حال تعادل است کمی پایین کشیده و رها کنیم، جسم شروع به نوسان می کند. برای نیروی وارد بر وزنه بر حسب افزایش یا فشردگی طول فنر داریم.

$$F = -kx$$

از طرفی از دینامیک حرکت داریم $F = Ma = M \frac{dv}{dt} = M \frac{d^2x}{dt^2}$ پس

$$F = -kx = m \frac{d^2x}{dt^2} \rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

این یک معادله دیفرانسیل مرتبه دوم است، و هر جسمی که مکان آن در یک چنین معادله ای صدق کند دارای حرکت نوسانی خواهد بود، پاسخ معادله دیفرانسیل فوق $x = A \sin(\sqrt{\frac{k}{m}}t)$ است از مقایسه پاسخ فوق با معادله حرکت هماهنگ ساده داریم:

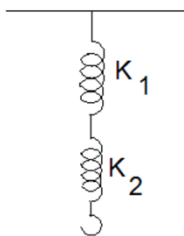
$x = A \sin \omega t$ که سرعت زاویه ای حرکت نوسانی آن جذر ضریب x در معادله است، در اینجا یعنی $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ بنابراین:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (۲)$$

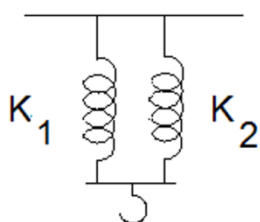
که در آنها T زمان تناوب حرکت نوسانی است. با توجه به رابطه فوق اگر زمان تناوب حرکت نوسانی جسم متصل به فنر و جرم جسم متصل به فنر را داشته باشیم، ضریب سختی فنر به دست می آید.

(ب) به هم بستن فنرها

اگر دو فنر را که ضرایب سختی آنها k_1, k_2 هستند مطابق شکل روبرو به طور سری به هم وصل کنید ضریب سختی مجموعه آنها از رابطه زیر بدست می آید. (آن را اثبات کنید)



$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad (3)$$



اگر همان دو فنر را مطابق شکل روبرو موازی به هم متصل کنید ضریب سختی مجموعه عبارتست از:

$$k = k_1 + k_2 \quad (4)$$

روش آزمایش

الف- برای سه نوع فنری که در اختیار شما قرار داده شده، با استفاده از رابطه (۱) و متصل کردن وزنه های مناسب (از ۱۰ تا ۱۰۰ گرم برای فنر کوچک، از ۶۰ تا ۳۰۰ گرم برای فنر متوسط و از ۲۰۰ تا ۷۰۰ گرم برای فنر بزرگ) و تعیین دقیق افزایش طول فنر x (با استفاده از خط کش شاخص دار) جدولی مشابه زیر را پر کنید.

$W = mg$				
x				
k				

سپس مقدار میانگین k ها را محاسبه کنید.

ب- در این قسمت هدف تعیین سختی فنرها با استفاده از نوسان فنر است. برای این کار ابتدا یک وزنه مناسب به فنر متصل کرده و وزنه را به آرامی تا حالت تعادل پایین بیاورید، سپس وزنه را از این حالت کمی پایین کشیده و رها کنید، به طور همزمان یک نوسان کامل بدست می آید) و جدول زیر را برای همه فنرها پر کنید.

m				
T				
T^2				

بارسم منحنی T^2 بر حسب m (جرم وزنه ها) و تعیین شیب خط که با توجه به رابطه (۲)، $\frac{4\pi^2}{k}$ است می توان ضریب سختی

فنر را محاسبه کرد. این عدد (ضریب سختی) را با مقدار بدست آمده در قسمت (الف) مقایسه کنید.

ج- دو فنر مشابه از فنرهای موجود که مقدار k ی آنها را محاسبه کرده اید انتخاب کرده و آنها را به طور سری به هم متصل کنید، سپس با استفاده از رابطه (۱) و با متصل کردن وزنه های مناسب جدول زیر را پر کنید.

$W = mg$				
x				
k				

سپس مقدار میانگین k های آزمایش را محاسبه نمایید. این مقدار عددی را با مقدار عددی k که از رابطه (۳) بدست می آید مقایسه کنید.

۵- دو فنر مشابه که سختی آنها قبلاً بدست آمده را انتخاب کنید و آنها را به طور موازی به هم متصل کنید. سپس با استفاده از رابطه (۱) و متصل کردن وزنه های مناسب جدول زیر را پر کنید.

$W = mg$				
x				
k				

سپس مقدار میانگین k را محاسبه نمایید و مقدار عددی آن را نیز با مقدار عددی که از رابطه (۴) بدست می آید مقایسه کنید.

پرسش:

۱- زمان تناوب فنری که بطور قائم نوسان می کند با کمیت های زیر چگونه تغییر می کند؟

الف) جرم متصل به فنر

ب) دامنه نوسان فنر

ج) ثابت فنر (k)

د) شتاب گرانش

۲- ضریب ثابت فنر به چه عواملی بستگی دارد؟