

به نام خدا

آزمایشگاه

۱۲۰ دقیقه



مدرسه‌ی المپیاد فیزیک رزونانس

آزمایش «بررسی فنر جرم‌دار»

توجه: جهت دسترسی به صورت سوال و مطالب دیگر می‌توانید به کانال تلگرامی گروه رزونانس به آدرس @Resonance_edu مراجعه کنید و یا [اینجا](#) کلیک کنید. همچنین در صورت هرگونه ایراد، می‌توانید از همین راه ارتباطی به ما اطلاع دهید تا آن را اصلاح نماییم.

وسایل لازم: فنر جرم‌دار، وزنه‌ی ۱۰ گرمی، نخ، پایه و گیره، خط‌کش، کورنومتر.

شرح آزمایش:

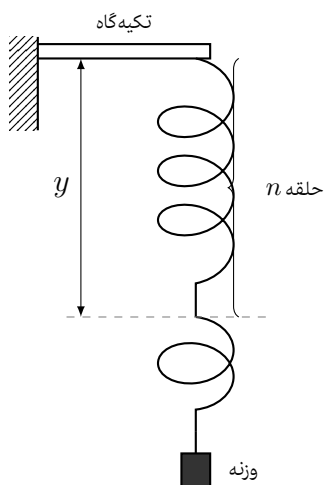
بخش اول:

اگر یک فنر جرم‌دار یک‌نواخت را از بالاترین نقطه‌اش آویزان کنیم، فاصله‌ی هر نقطه از فنر تا نقطه‌ی آویزان برحسب شماره‌ی حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$y = \left[\frac{(m + M)g}{k} + L \right] \frac{n}{N} - \frac{mg}{2k} \left(\frac{n}{N} \right)^2 \quad (۱)$$

و پارامترهای این معادله عبارتند از:

- m : جرم فنر آویزان
- M : جرم وزنه‌ای که به پایین فنر متصل شده است
- k : ضریب کشسانی فنر آویزان
- n : تعداد حلقه‌های بالاتر از نقطه‌ی مورد نظر (شماره‌ی حلقه از بالا)
- N : تعداد کل حلقه‌های فنر که آویزان هستند
- L : طول فنر



شکل ۱

شکل ۱: آویز فنر جرم‌دار و اتصال وزنه

آ) فنر را بدون وزنه از میله آویزان کنید. زاویه‌ی افقی را طور تنظیم کنید که حلقه‌ی اول فنر در حالت مناسبی قرار گیرد. برای حداقل ۱۰ حلقه مقادیر y و n را اندازه‌گیری کنید. با توجه به معادله‌ی (۱) نمودار خطی رسم کنید، ضرایب معادله‌ی ۱ را محاسبه نموده، مقادیر m/k و L را به دست آورید ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$). توجه کنید که L لزوماً برابر حداقل طول فنر نیست.

ب) وزنه‌ای به جرم $10g$ در اختیار شماست. آن را با استفاده از نخ طوری به حلقه‌ی آخر فنر متصل کنید که حلقه‌ی آخر در وضعیت مناسبی قرار گرفته باشد. بار دیگر مقادیر y و n را ثبت کنید و با استفاده از نمودار و مقادیر مرحله‌ی قبل، جرم و ضریب کشسانی فنر آویزان را حساب کنید.

ج) اگر فنر را به صورت یک فنر بدون جرم با همان ضریب کشسانی و یک وزنه به جرم m_s که از آن آویزان است در نظر بگیریم، آن‌گاه تغییر طول فنر برابر است با:

$$\frac{m_s g}{k}$$

که m_s جرم موثر استاتیک نامیده می‌شود. با اندازه‌گیری طول فنر در حالت آویزان بدون وزنه، نسبت جرم موثر استاتیک به جرم کل فنر را حساب کنید:

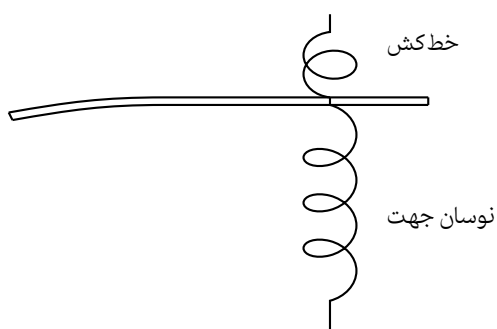
$$\alpha = \frac{m_s}{m}$$

بخش دوم:

اگر فنری به جرم m و ضریب کشسانی k را بدون وزنه آویزان کرده و آن را به نوسان درآوریم، دوره‌ی تناوب نوسان فنر برابر است با:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_d}{k}}$$

که در آن $m_d = \beta m$ جرم موثر دینامیک فنر نام دارد.



شکل ۲: نوسان طولی فنر با طول موثر تنظیمی

برای فنری که n حلقه از مجموع N حلقه‌ی آن آویزان است، جرم برابر $m \frac{n}{N}$ و ضریب کشسانی برابر $k \frac{N}{n}$ است. با فرض آن که $\beta = m_d/m$ مستقل از تعداد حلقه‌هاست، رابطه‌ای برای دوره‌ی تناوب فنر در حالتی که n حلقه از آن آویزان است، بنویسید.

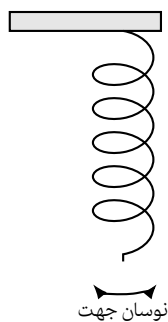
(آ) برای تعیین تعداد حلقه‌های مختلف از فنر، دوره‌ی تناوب آن را به دست آورده و با رسم یک نمودار خطی، β را محاسبه کنید.

بخش سوم:

وقتی بخواهیم آخرین حلقه از یک فنر آویزان را به اندازه‌ی E تحت پیچش قرار دهیم باید گشتاوری برابر $\tau = \gamma E$ به آن وارد کنیم که γ ثابت پیچش است. حال اگر فنر را رها کنیم به نوسان در می‌آید به طوری که دوره‌ی تناوب این نوسان برابر است با:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{3\gamma}}$$

که I گشتاور لختی فنر است و برای فنری به جرم m و شعاع r برابر mr^2 می‌باشد.



شکل ۳

شکل ۳: نوسان پیچشی فنر

با اندازه‌گیری T برای فنر، ثابت پیچش را حساب کنید.