بسم الله الرحمن الرحیم

راهنمای کاربری

تعیین ضریب ثابت فنر

فیزیک دانشگاهی

صنایع آموزشی

ناشر:	شرکت صنایع آموزشی (متعلق به صندوق ذخیره فرهنگیان)
مؤلف:	نعمتا...دوستی ـ بنت الهدی صادقی
طراح جلد، صفحه‌آرا:	سها همایی
رسام:	سها همایی
نوبت چاپ و انتشار:	دوم ۱۳۸۹
آماده‌سازی و نظارت بر چاپ:	سها همایی
نشانی:	تهران، جاده مخصوص کرج، بعدازکیلومتر ۷، بزرگراه آزادگان (به طرف جنوب)،خیابان دهم (قبل از پمپ بنزین) شهرک استقلال، بلوار دکترعبیدی، خیابان شهید جلال
صندوق پستی:	۳۷۹-۱۳۴۴۵
تلفن واحد فروش:	۷- ۴۴۵۴۵۲۹۵ (۰۲۱)
دورنگار:	۴۴۵۴۵۲۹۴ (۰۲۱)
صدای مشتری:	۴۴۵۴۵۴۳۹ (۰۲۱)
روابط عمومی:	۴۴۵۴۵۴۸۵ (۰۲۱)
سایت اینترنتی:	www@eei-co.com
پست الکترونیکی:	info@eei-co.com

«کلیه حقوق تألیف و انتشار برای شرکت صنایع آموزشی محفوظ است»

فهرست مطالب

۱ـ مقدمه	۵
۲ـ تعیین ضریب ثابت فنر	۶
۳ـ وسایل لازم	۱۳
۴ـ آزمایش ۱: تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از قانون هوک	۱۴
۴ـ آزمایش ۲: تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از ارتعاشات	۱۶
۵ـ آزمایش ۳: بررسی رابطه به هم بستن فنرها	
۶ ـ راهنمای استفاده از زمان سنجِ شمارنده	۲۰

صنایع آموزشی

مقدمه

انجام کار عملی و آزمایشگاهی و نقش آن در تفهیم مفاهیم آموزشی بر کسی پوشیده نیست. تجربه نشان داده است که چه بسا دانشجویان بسیاری هستندکه آزمون‌های مختلفی را در دوران تحصیل خویش پشت سر می‌گذارند ولی در هنگام مواجهه با موضوعات روزمره در محیط کار و زندگی از مطالب فرا گرفته شده نمی‌توانندااستفاده کنند. به عبارت دیگر مفهوم های علمی در ذهن آنها به خوبی شکل نگرفته است.

یکی از علت‌های مهم پیشرفت کشورهای توسعه یافته نوع نگرش این کشورها به نقش آزمایشگاه و کار تجربی می‌باشد و این موضوع در استفاده گسترده وسایل آموزشی در مقاطع مختلف تحصیلی این کشورها کاملاًمشهود است.

گروه فیزیک شرکت صنایع آموزشی با توجه به اهمیت نقش و جایگاه آموزش علمی (مفاهیم علمی) در توسعه کشور و در راستای اهداف آموزش عمیق مفاهیم فیزیک، بر انگیختن حس جستجوگری در دانشجویان و ترویج فرهنگ کار گروهی در بین آنها اقدام به طراحی و تولید تجهیزات آزمایشگاهی در سطح دانشگاه نموده است.

در راستای نیل به این هدف و نیاز مراکز آموزش عالی این شرکت توانسته است با استفاده از تیم‌های تخصصی و کارشناسی و تجربه اساتید دانشگاه و مؤلفین کتب دانشگاهی مجموعه کاملی را در ساخت و تجهیز آزمایشگاه‌های فیزیک پایه (مکانیک، حرارت، الکتریسیته و مغناطیس) ارایه نموده است. این مجموعه‌ها بر اساس مطالب درسی کتاب‌های جامع آموزش فیزیک دانشگاهی طراحی و تولید شده است، که منطبق با سرفصل‌های آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری می‌باشد.

از اساتید وکاربران گرامی خواهشمندیم تجارب خود را در رابطه با بهینه‌سازی تجهیزات و دستورکار مجموعه با شرکت صنایع آموزشی ـ دپارتمان فیزیک مکاتبه و یا به سایت شرکت مراجعه نمایند.

در پایان از همکارانی که ما را در این امر یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

تعیین ضریب ثابت فنر

ارتعاش یکی از مهم‌ترین انواع حرکت است. غالباً میل داریم که ارتعاش‌های ناخواسته را از بین ببریم. به عنوان مثال لرزش‌هایی که در قسمت‌های مختلف اتومبیل ایجاد می‌شود، ارتعاش ناخواسته است. نمی‌خواهیم یخچالی که موتورش در حال کار است، آنقدر ارتعاش کند که صدای آن آزاردهنده باشد.

هر حرکتی که در بازه‌های زمانی مساوی تکرار شود، حرکت تناوبی نام دارد. حرکت تناوبی یک ذره را همیشه می‌توان بر حسب سینوس و کسینوس بیان کرد. حرکت تناوبی را حرکت هماهنگ نیز می‌گویند.

اگر ذره‌ای که حرکت تناوبی دارد، برای مثال روی یک مسیر مستقیم به پس و پیش برود، حرکت این ذره را حرکت نوسانی یا ارتعاشی می‌نامند.

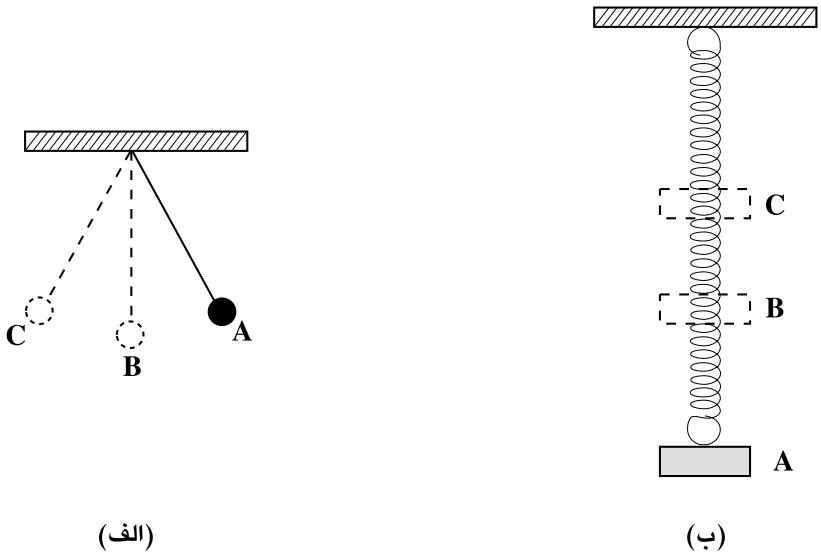
بسیاری از اجسام نوسان کننده دقیقاً در بین دو حد معین نوسان نمی‌کنند، زیرا مقداری از انرژی نوسان کننده در اثر اصطکاک از بین می‌رود. به همین دلیل است که سرانجام نوسان کننده می‌ایستد. دستگاه‌های مکانیکی تنها دستگاه‌های نوسان کننده نیستند. امواج الکترومغناطیسی، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، در حال نوسان می‌باشند.

نوسان‌های مکانیکی و الکترومغناطیسی با معادلات ریاضی یکسانی توصیف می‌شوند.

یک گلوله آویخته به یک نخ یا یک وزنه آویخته به یک فنر را در نظر بگیرید (شکل ـ۱). اگر گلوله یا وزنه را از وضع تعادل خود منحرف و رها کنیم، حرکت ارتعاشی یا نوسانی پدید می‌آید. در دو مثال، یک چرخه کامل، به صورت حرکت از A به B واز B به C و برگشت آن به A و تکرار آن خواهد بود. مدت زمانی را که در طی آن نوسان کننده از A به B و سپس به C می‌رود و دوباره به B و بالاخره به A باز می‌گردد، دوره تناوب یا پریود نام دارد که با نماد (T) نشان داده می‌شود. در توصیف حرکت‌های تناوبی از واژه دیگری که بسامد نام دارد استفاده می‌گردد. تعداد دوره‌هایی را که نوسان کننده در واحد زمان (یک ثانیه) طی می‌کند، بسامد یا فرکانس نامیده می‌شود، بسامد را با نماد (ν) نشان می‌دهند. به عنوان مثال اگر یک آونگ در یک ثانیه پنج رفت و برگشت کامل انجام دهد، بسامد آن ۵ دور بر ثانیه $\nu = ۵\text{cyle}/\text{s}$ دوره آن $T = \frac{۱}{۵}$ ثانیه می‌باشد. یکای دور بر ثانیه در دستگاه بین المللی (SI) هرتز نامیده می‌شود. از آنچه که گفته شد معلوم است که بین T و ν رابطه $T = \frac{۱}{\nu}$ یا $\nu = \frac{۱}{T}$ و بالاخره $T\nu = ۱$ برقرار می‌باشد.

هنگامی که گلوله آونگ یا وزنه آویخته به فنر از نقطه B می‌گذرد دارای انرژی جنبشی است ولی هم گلوله و هم وزنه در نقطه C به

حالت سکون می‌رسند. پرسش موجود در بررسی این حرکت این است که انرژی آن‌ها در نقطه C چه شده است ؟ درباره آونگ باید گفت انرژی جنبشی موجود در گلوله به انرژی پتانسیل گرانشی در نقطه C تبدیل شده است.



شکل ـ۱

بنابراین اگر آزمایش در خلأ انجام می‌گرفت، تمام انرژی جنبشی موجود در نقطه B به انرژی پتانسیل گرانشی در نقطه C تبدیل می‌شد. اگر هیچ گونه اصطکاکی وجود نمی‌داشت، این ارتعاش (رفت و برگشت) برای همیشه ادامه می‌یافت.

ارتعاش وزنه متصل به انتهای فنر نیز با روش آونگ قابل تفسیر است. در نقطه A فنر حالت کشیده دارد و مقداری انرژی در خود ذخیره کرده است، این انرژی ذخیره شده را انرژی پتانسیل فنر یا (SPE) می‌نامیم. فنر کشیده شده، وزنه را به طرف بالا می‌کشد و به آن شتاب می‌دهد. در این فرآیند، فنر شل می‌شود، در نتیجه، انرژی پتانسیل فنر به انرژی جنبشی (k_E) تبدیل می‌گردد. وقتی وزنه به نقطه B می‌رسد فنر حالت کشیده ندارد. در نقطه B تمام انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل شده است. در نقطه B لختی وزنه آن را به طرف بالا می‌برد و این فرآیند سبب فشرده شدن فنر می‌گردد. به این ترتیب انرژی جنبشی وزنه به انرژی پتانسیل فنر تبدیل می‌شود. وقتی که وزنه به نقطه C می‌رسد، تمام انرژی جنبشی وزنه به انرژی پتانسیل (SPE) تبدیل شده است در این حالت فنر، فشرده شده وزنه را به طرف پایین می‌راند. در این فرآیند بار دیگر انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

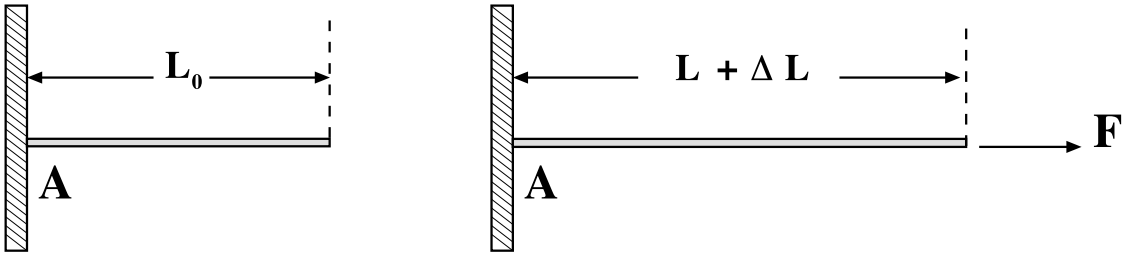
توجه داریم که در یک حرکت نوسانی، انرژی همواره از صورتی به صورت دیگر تبدیل می‌شود. در دو انتهای حرکت یعنی در A

و C نوسان کننده فقط انرژی پتانسیل دارد و وقتی که نوسان کننده از وضع تعادل یعنی از نقطه B می‌گذرد تمام انرژی آن به صورت انرژی جنبشی ظاهر می‌گردد.

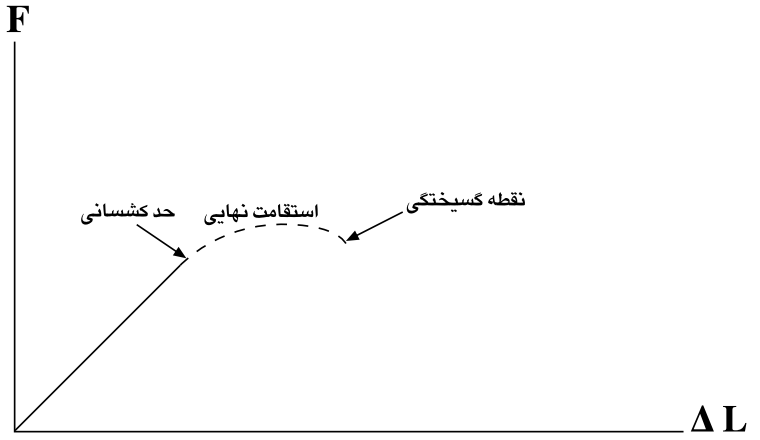
قانون هوک

فرض کنید میله فلزی به طول L_0 وجود دارد، یک سر میله در محلی محکم شده است. اگر سر دیگر میله را با نیروی F بکشیم این نیروی کششی طول میله را به اندازه ΔL افزایش می‌دهد (شکل ۲).

اگر نمودار F برا حسب ΔL رسم کنیم نمودار شکل ـ ۳ بدست می‌آید.



شکل ـ۲



شکل ـ۳

غالباً دیده می‌شود که افزایش طول ΔL با نیروی کششی F متناسب است، این رفتار میله را بر روی نمودار با خط پر نشان داده‌ایم. در این گستره از نیرو، اگر نیروی F را حذف کنیم طول میله به حالت اولیه آن برمی‌گردد. در چنین حالتی می‌گویند میله از جنس کشسان است. بنابراین یک ماده کشسان پس از حذف شدن نیروی کشش به حالت اولیه می‌رسد.

چنانچه بزرگی نیروی کشش اعمال شده بر جسم از مقدار معینی بیشتر شود، جسم به حالت سابق برنمی‌گردد. بخشی از نمودار که با خط پر نشان داده شده است اهمیت زیادی دارد. در این ناحیه افزایش طول با نیروی کشش متناسب است. یکی از اولین افرادی که اثر نیروی ایجاد کننده تغییر شکل را بررسی کرد، رابرت هوک بود. هوک متوجه شد که تغییر شکل بسیاری از اجسام با نیروی اعمال شده متناسب است. به عنوان مثال رفتار فنرها به همین صورت است، حتی افزایش طول یک تار موی سر هم متناسب با نیروی کشش است. مطالعه هوک فراتر رفت و او به این نتیجه رسید که خمش و پیچش میله‌ها نیز از این قانون پیروی می‌کند، اگر میله‌ای از طریق خمش یا پیچش تحت تاثیر قرارگیرند این تغییر شکل هم با نیروی تغییرشکل دهنده متناسب است.

تعریف قانون هوک : هنگامی که جسمی تغییر شکل می‌دهد، تغییر شکل حاصل با نیروی تغییر شکل دهنده متناسب است.

باید بدانیم که قانون هوک همواره برقرار نیست، همان طوری که در شکل ـ ۳ نشان داده‌شد، افزایش طول میله همیشه با بزرگی نیرو متناسب نمی‌باشد به عبارت دیگر اگر بزرگی نیروی کشش زیاد شود ارتباط بین F و ΔL خطی نخواهد بود. لذا باید گفت قانون هوک در تغییر شکل‌های کوچک برقراراست.

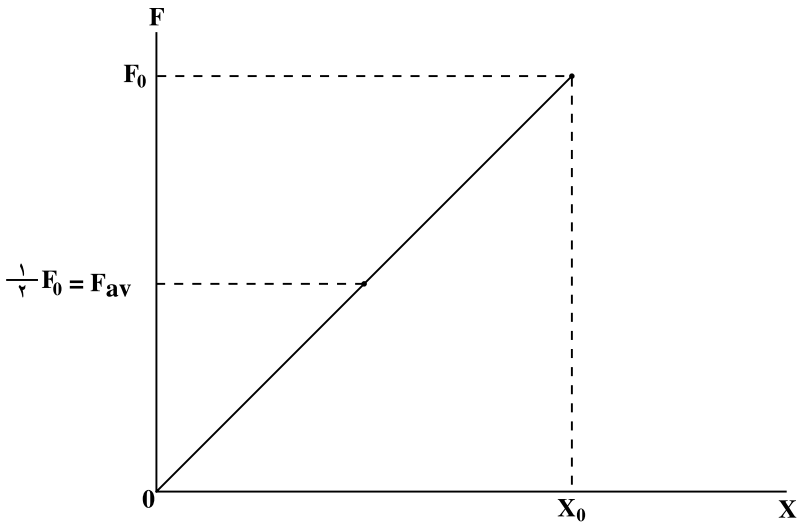
فنرها و انرژی ذخیره شده درآن‌ها

در مبحث ارتعاشات، فنرها از اهمیت زیادی برخوردارند. در اینجا از فنرهایی صحبت می‌کنیم که از قانون هوک پیروی می‌کنند. بسیاری از فنرها در تغییر شکل‌های کوچک از قانونی هوک پیروی می‌کنند. قانون هوک به صورت $F = kx$ نوشته می‌شود، در این رابطه میزان افزایش طول با x ، نیروی کشش با F و ضریب ثابت تناسب k است. k را ثابت نیرو یا ثابت فنر می‌نامند. بنابراین ثابت فنر از تقسیم نیروی F بر x به دست می‌آید.

$$k(\text{ثابت فنر}) = \frac{F_{\text{نیرو}}}{x(\text{تغییرطول})}$$

در حقیقت k مقدار نیرویی است که طول فنر را به اندازه یک متر افزایش می‌دهد. یکای k در دستگاه SI نیوتون بر متر است. برای اندازه‌گیری ثابت نیروی فنر کافی است، وزنه‌ای به انتهای فنر آویزان کنیم و افزایش طول آن را اندازه بگیریم.

برای محاسبه انرژی ذخیره شده در فنر کافی است، کار انجام شده در طی کشیده شدن فنر را تعیین کنیم، این مقدار کار انجام شده با انرژی ذخیره شده در فنر برابر است. فرض کنید، نمودار تغییرات طول فنر با افزایش نیروی اعمال شده بر آن به صورت شکل‌۴است، این نمودار رفتار فنر را درطی افزایش طول به اندازه $x_\circ$ نشان می‌دهد. باید توجه داشت که برای این گستره تغییر طول، نیروی کشش، به طور خطی از صفر تا $F_\circ$ تغییر می‌کند. متوسط نیروی کشش برابر با $\frac{1}{2}F_\circ$ می‌شود. در این صورت کار انجام شده بر روی فنر از رابطه



شکل ـ۴

$W = \frac{1}{2}F_\circ x_\circ$ به دست می‌آید. از طرفی $F_\circ = kx_\circ$ می‌باشد. بنابراین کار انجام شده بر روی فنر $W = \frac{1}{2}kx_\circ^2$ خواهد بود. لذا می‌توان گفت انرژی ذخیره شده در فنری که طبق قانون هوک به اندازه X کشیده یا فشرده شده است از رابطه زیر به دست می‌آید :

$$SPE = \text{انرژی پتانسیل} = \frac{1}{2}kx^2$$

توجه دارید که استفاده از این رابطه منحصر به فنرهای معمولی نیست و از این رابطه در مورد هر وسیله فنر مانندی که از قانون هوک پیروی می‌کند می‌توان استفاده کرد.

فرض‌کنید برای به دست آوردن شتاب حرکت، وزنه‌ای به انتهای فنر آویخته شده است. رابطه بین جرم، شتاب و نیرو در هر لحظه $F = ma$ است. تنها نیروی خنثی نشده‌ای‌که برجسم آویخته وارد می‌شود نیرویی است که فنر بر جسم اعمال‌می‌کند. این نیرو همواره می‌خواهد وزنه را به حالت تعادل برگرداند. فرض کنید در یک لحظه افزایش طول فنر x است، بنابراین نیروی وارد بروزنه $F = -kx$ می‌باشد.

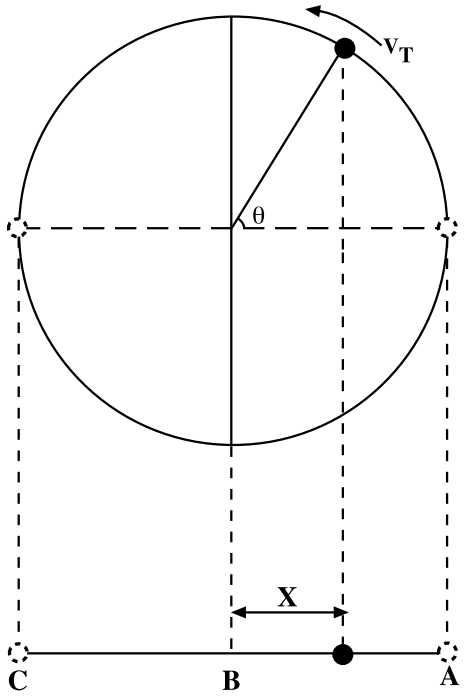
در نتیجه می‌توان نوشت : $-kx = ma$ ، درنتیجه شتاب حرکت از رابطه $a = -kx/m$ حاصل می‌شود. با توجه به این رابطه مشخص است‌که بیشترین شتاب وارد برجسم در لحظه‌ای‌است که فنر بیشترین کشیدگی رادارد، زیرا که دراین لحظه F بزرگترین مقدار را دارا است.

دوره تناوب

می‌خواهیم معادله‌ای به دست آوریم که دوره تناوب در نتیجه بسامد نوسان کننده را نسبت به L نشان دهد. با استفاده از حساب دیفرانسیل‌وانتگرال می‌توان تمام‌جزییات حرکت را به دست آورد. دراینجاازدایره مرجع‌استفاده می‌کنیم. دایره مرجع با توجه به شکل ـ ۵ قابل تصوراست. فرض کنید، وزنه کوچکی بر محیط یک دایره با شعاع R قرار دارد و با سرعت V_T بر روی این دایره در سطح افق می‌چرخد.

اگر به سایه وزنه بر روی دیوار نگاه کنیم، خواهیم دید که سایه وزنه بر روی یک خط راست مرتباً به چپ و راست می‌رود.

به عبارت دیگر می‌بینیم که سایه یک حرکت نوسانی انجام می‌دهد. اگر حرکت سایه را توصیف کنیم حرکت یک جسم در حال نوسان نیز قابل توصیف است. در قسمت بالای شکل ـ ۵ وزنه با سرعت V بر روی دایره می‌چرخد، سایه این ذره در قسمت پایین شکل بین دو نقطه A و C در نوسان می‌باشد. در این آزمایش وزنه را نقطه مرجع و مسیر را دایره مرجع می‌نامیم. باید توجه کرد، شعاع دایره مرجع با دامنه نوسان (AB) نوسانگر (سایه) برابر است. دوره تناوب حرکت وزنه مرجع با مدتی که این وزنه یک دور کامل می‌زند برابر است. با توجه به این که شعاع دایره مرجع R می‌باشد، محیط دایره (طول مسیر نقطه مرجع) $۲\pi R$ خواهد بود با توجه به این که سرعت نقطه مرجع V_T است دوره تناوب از رابطه $T = \frac{۲\pi R}{V_T}$ به دست می‌آید.



شکل ـ۵

دوره تناوب حرکت نوسان کننده یعنی سایه نیز همین مقدار است.

باید توجه داشت که حرکت ذره بر روی دایره مرجع یک حرکت شتابدار (در اثر نیروی جانب مرکز) با بزرگی ثابت است.

فرض کنید یک سر فنری در نقطه ثابتی بسته شود و به سر دیگر فنر جرم m آویزان باشد.

اگر فنر را در راستای قائم کمی پایین بکشیم و رها کنیم، نیروی موثر بر فنر $F = -kx = ma$ است. و رابطه زیر برای این حرکت نوشته می‌شود. این نیرو، به عنوان نیروی بازگرداننده عمل می‌کند. مکان وزنه در هر زمان خواهد شد.

$$kx + m\frac{d^۲x}{dt^۲} = ۰ \qquad (۱)$$

اگر دامنه حرکت یا بیشینه افزایش طول فنر x_m باشد، رابطه زیر را می‌توان نوشت :

$$x = -x_m \cos\omega t \qquad (۲)$$

با توجه به رابطه‌های فوق دوره نوسان وزنه عبارت است از :

$$\omega^۲ = \frac{k}{m}$$

$$T = ۲\pi(\frac{m}{k})^{\frac{۱}{۲}} \qquad (۳)$$

رابطه ـ۳، در صورتی درست است که جرم آویخته به فنر m باشد و از جرم فنر در مقابل m بتوان صرفنظرکرد. در حالت واقعی در رابطه ـ ۳ به جای m باید M را قرار دهیم.

$$M = m + fm_s \qquad (۴)$$

در این رابطه، m جرم وزنه، m_s جرم فنر و f ضریب جرمی فنر است.

محاسبه‌ها نشان می‌دهند که $f = \frac{۱}{۳}$ است، بنابراین رابطه ـ۳ را عملاً باید به صورت زیر بنویسیم :

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m + \frac{۱}{۳}m_s}{k}} \qquad (۵)$$

دراین رابطه،k ضریب ثابت فنر است.

تعیین ضریب ثابت فنر

هدف‌ها:

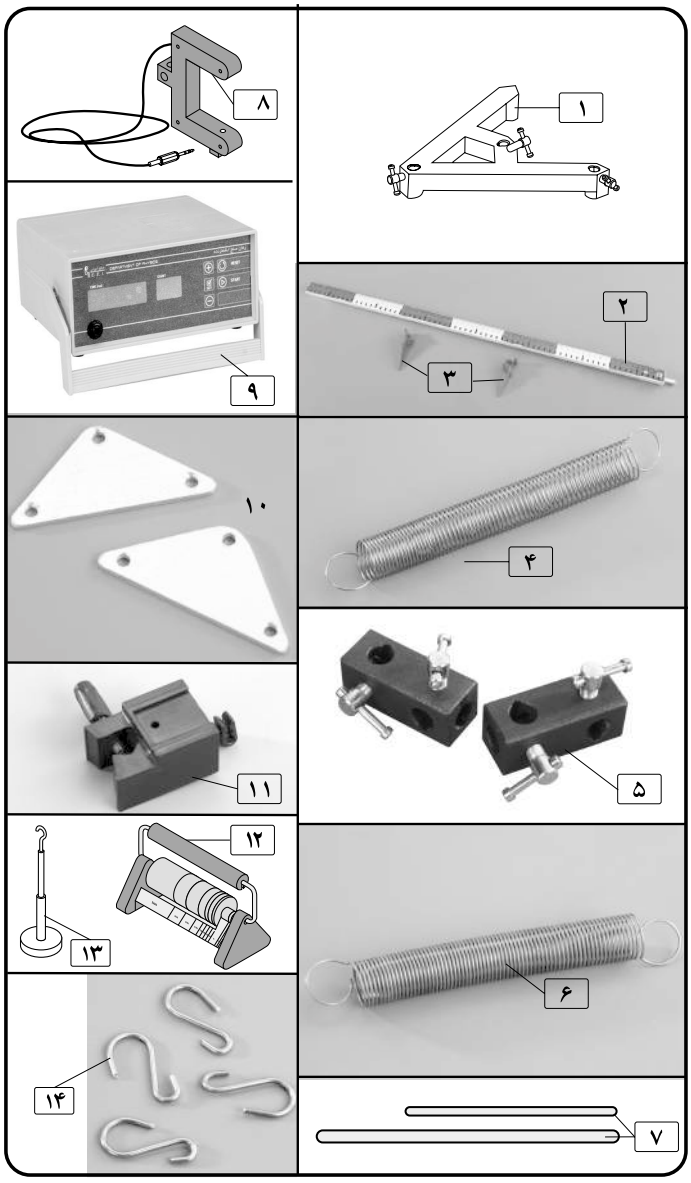
۱ـ تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از قانون هوک

۲ـ تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از ارتعاشات

۳ـ بررسی رابطه به هم بستن فنرها

وسایل لازم :

۱ـ پایه A شکل	۱ عدد
۲ـ خط کش ۷۰cm	۱ عدد
۳ـ شاخص پلاستیکی خط‌کش	۲ عدد
۴ـ فنر نرم	۳ عدد
۵ ـ گیره مضاعف	۲ عدد
۶ـ فنر سخت	۳ عدد
۷ـ میله ۵۰cm و۲۵cm	۲ عدد
*۸ ـ سنسور U شکل	۱ عدد
*۹ـ زمان سنج شمارنده	۱ عدد
۱۰ـ مثلث	۲ عدد
۱۱ـ گیره پلاستیکی	۲ عدد
*۱۲ـ جعبه وزنه	۱ عدد
۱۳ـ نگهدارنده وزنه	۱ عدد
۱۴ـ حلقهs شکل	۸ عدد



*توجه : اقلام ستاره دار جز اقلا م خرید شما نمی‌باشد.

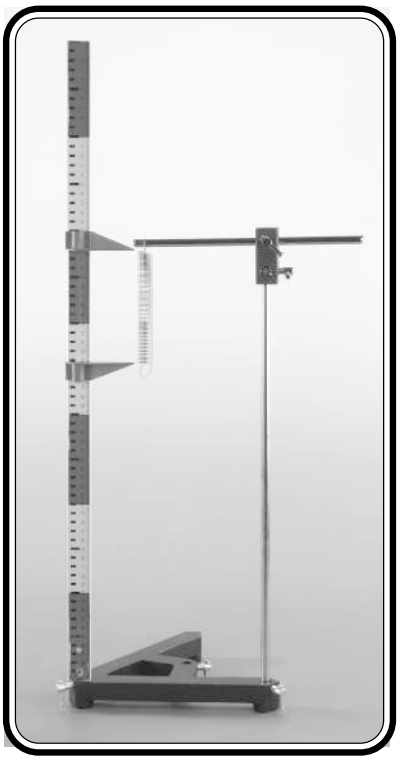
شرح آزمایش:

آزمایش ـ۱ : تعیین ثابت فنر با استفاده از قانون هوک

وسایل موجود را مطابق شکل ـ۱به یکدیگر وصل کنید.

ـ نوک شاخص بالایی را در مقابل انتهای حلقه فنر قرار دهید و نوک شاخص پائینی را در بالای حلقه پائینی قرار داده و طول اولیه فنر را بخوانید($L_{\circ}$).

ـ جرم نگهدارنده وزنه (قلاب و وزنه) رابه کمک ترازو اندازه بگیرید ($m_{\circ} = 50g$).



شکل ـ۱

ـ مطابق شکل ـ۲ نگهدارنده وزنه را به فنر آویزان کنید.

ـ شاخص پایین را در بالای حلقه فنر قرار دهید، طول جدید فنر(L) رااندازه بگیرید ($L - L_{\circ} = \Delta L$).

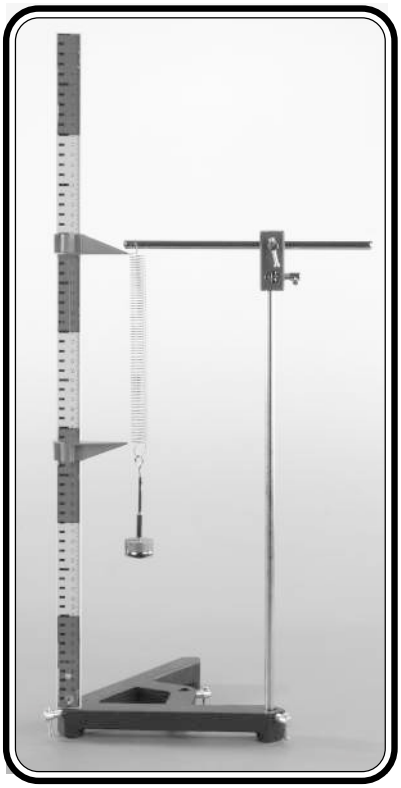
ـ k را با استفاده از رابطه زیر بدست آورید :

(۱)

$$k = \frac{F(N)}{\Delta L(m)}$$

ـ بر روی نگهدارنده وزنه به ترتیب وزنه‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ گرم و...را اضافه کنید.

ـ هربار ΔL را به دست آورید. توجه کنید هر بار، جرم وزنه‌ها و نگهدارنده وزنه‌ها را m بنامید.



شکل ـ۲

ـ نتایج حاصل از اندازه‌گیری را در جدول ـ ۱ ثبت کنید.

ـ متوسط k ها را تعیین کنید.

جدول ـ۱، جدول تعیین ضریب ثابت فنرنرم

ردیف	$L_{\circ}(m)$	L(m)	m(kg)	mg(N)	ΔL	k	توضیح
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							
۷							
۸							
						$\bar{k}$	

ـ نمودار نیرو بر حسب تغییر طول فنررا رسم کنید، شیب نمودار را به دست آوریدوآن را با $\bar{k}$ مقایسه و نتیجه را مورد بحث قرار دهید.

ـ فنردوم را مورد آزمایش قرار دهید.

ـ هنگام آزمایش با فنرهای قوی‌تر از جرم‌های بزرگتری استفاده کنید.

ـ ضمن انجام آزمایش جدول ـ۲ را کامل کنید.

جدول ـ ۲ ، جدول تعیین ضریب ثابت فنر سخت

ردیف	$L_{\circ}(m)$	$L(m)$	$m(kg)$	$mg(N)$	ΔL	k	توضیح
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							
۷							
۸							
						$\bar{k}$	

ـ نمودارنیرو برحسب تغییر طول را رسم کنید و شیب نمودار را به دست آورید.

آزمایش ـ۲
تعیین ضریب ثابت فنر با استفاده از ارتعاشات

ـ جرم یکی از فنرها را اندازه بگیرید. آن را m_s بنامید.

ـ جرم نگهدارنده وزنه را اندازه بگیرید (m_0).

ـ وزنه‌ای بر روی نگهدارنده وزنه قرار دهید (m_1).

ـ دستگاه را مطابق شکل ـ۳ آماده کنید.

شکل ـ۳

فیش حسگر نوری را به ترمینال SENSORدستگاه زمان سنج شمارنده وصل کنید.

ـ دو شاخه زمان سنج شمارنده را به برق شهر بزنید.

ـ توجه داشته باشید که در حالت تعادل وزنه های آویخته شده به فنرکمی بالاتر یا پایین‌تر از چشمه نوری احساسگر قرار گیرد.

ـ دستگاه زمان سنج شمارنده رابرای شمارش ۵ تا۱۰ نوسان فنرتنظیم‌کنید (صفحه نمایش COUNT، عدد پنج را نشان دهد).

ـ نگهدارنده وزنه را کمی از وضع تعادل به سمت پایین بکشید و رها کنید تا در راستای قائم نوسان کند.

ـ دکمه START را بزنید تا شمارش نوسان آغاز شود.

ـ توجه کنید در مدت نوسان، صفحه نمایش (TIME) گذشت زمان را نشان می‌دهد. پس از انجام نوسان (به تعدادی که شما انتخاب کرده‌اید)، تعداد نوسان (n) بر روی صفحه نمایش (COUNT) و مدت نوسان (t) بر روی صفحه نمایش (TIME) نشان داده می‌شود.

ـ با استفاده از t و n ، دوره نوسان را به دست آورید $(T = \frac{t}{n})$.

ـ ضمن انجام آزمایش، جدول ـ۳ را کامل کنید.

ـ m_1 را تغییر دهید و آزمایش راچند مرحله تکرار کنید.

با استفاده از رابطه زیر، ضریب ثابت فنر را تعیین کنید(k_1) :

جدول ـ۳، جدول تعیین k برای فنرنرم

ردیف	$m_s(kg)$	$m = m_\circ + m_1$ (kg)	t	n	T	k_1	k_2	توضیح
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								
۶								
						$\bar{k}_1$	$\bar{k}_2$	

$$k_1 = \frac{4\pi^2}{T^2} m \qquad (1)$$

با استفاده از رابطه زیرنیز ضریب ثابت فنر را تعیین کنید(k_2) :

$$k_2 = \frac{4\pi^2}{T^2}(m + \frac{1}{3} m_s) \qquad (2)$$

متوسط k_1 ها و k_2 ها را برای جرم های مختلف بدست آورید ($\bar{k}_1$ و $\bar{k}_2$).

- $\overline{k}_1$ و $\overline{k}_2$ را با یکدیگر مقایسه کنید.
- $\overline{k}_1$ و $\overline{k}_2$ را با k بدست آمده از آزمایش ـ ۱ مقایسه کنید.
- آزمایش را برای فنر سخت تکرار کنید و ضمن انجام آزمایش جدول ـ ۴ را کامل کنید.
- نمودار تغییرات دوره نوسان (T)را برحسب جرم برای فنرهای متفاوت رسم کنید.

جدول ـ۴، جداول تعیین k برای فنر شماره ـ ۲

ردیف	$m_s(kg)$	$m = m_\circ + m_1$ (kg)	t	n	T	k_1	k_2	توضیح
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								
۶								
						$\overline{k}_1$	$\overline{k}_2$	

- برای یک فنر، جرم m را به اندازه ۲cm پایین بکشید و رها کنید دوره نوسان (T) را اندازه بگیرید.
- در مرحله دیگر، جرم m را به اندازه ۳cmپایین بکشید و رها کنید دوره نوسان (T) را اندازه بگیرید.
- در مرحله دیگر، جرم m را به اندازه ۴cm پایین بکشید و رها کنید دوره نوسان (T) را اندازه بگیرید.
- در در مرحله دیگر، جرم m را به اندازه ۵cm پایین بکشید و رها کنید دوره نوسان (T) را اندازه بگیرید.

با استفاده از نتایج به دست آمده رابطه بین T و دامنه نوسان را تحقیق کنید.

آزمایش ـ ۳
بررسی رابطه به هم بستن فنرها

ـ مطابق شکل ـ۴دو فنر مشابه $k_۱ = k_۲$ با ضریب ثابت معلوم را به دنبال هم(سری)به یکدیگر وصل کنید.

ـ جرم دو فنر را اندازه بگیرید(m_s).

ـ جرم نگهدارنده وزنه و وزنه روی آن (m) را به انتهای فنر دوم آویزان کنید.

ـ مجموعه وسایل و قطعات اندازه‌گیری را مطابق شکل ـ۴ نصب کنید.

ـ نگهدارنده وزنه را کمی از وضعیت تعادل پایین بکشید و رها کنید.

ـ مدت n نوسان را مطابق آنچه در آزمایش ـ ۱ انجام گرفت اندازه بگیرید، دوره نوسان (T) را به دست آورید.

شکل ـ۴

ـ با استفاده از رابطه زیر، ضریب ثابت مجموعه (k) را به دست آورید :

$$k = \frac{۴\pi^۲}{T^۲}(m + \frac{۱}{۳}m_s) \qquad (۱)$$

با محاسبه مقادیرزیر درباره رابطه بستن فنرها به صورت سری بحث کنید :

$$T^۲ = T_۱^۲ + T_۲^۲ \qquad (۲)$$

$$\frac{۱}{k} = \frac{۱}{k_۱} + \frac{۱}{k_۲} \qquad (۳)$$

ـ در مرحله بعد، دو فنر مشابه $k_۱ = k_۲$ با ضریب ثابت مشخص را مطابق شکل ـ ۵ و به صورت موازی به یکدیگر وصل کنید.

شکل ـ۵

ما نند آزمایش قبل دوره نوسان مجموعه را به دست آورید.

ـ ثابت فنر مجموعه را k محاسبه کنید.

ـ بامحاسبه مقادیرزیردرباره رابطه به هم بستن فنرها به صورت موازی بحث کنید.

$$\frac{۱}{T^۲} = \frac{۱}{T_۱^۲} + \frac{۱}{T_۲^۲} \qquad (۴)$$

$$k = k_۱ + k_۲ \qquad (۵)$$

ـ در این مرحله سه فنر مشابه را مطابق شکل ـ ۶ به یکدیگر وصل کنید.

شکل ـ۶

ـ k ثابت مجموعه را مانند آزمایش‌های قبل به دست آورید.

ـ درباره رابطه T_1، T_2، T_3 و k_1 و k_2 و k_3 بحث کنید.

در مرحله بعدی دو فنر غیر مشابه را به دنبال هم(سری) ببندید.

ـ k مجموعه را از طریق آزمایش دست آورید.

ـ در مورد رابطه k با k_1 و k_2 بحث کنید.

زمان سنجِ شمارنده

این دستگاه به طور هم‌زمان تعداد نوسان‌های کامل و زمان این نوسان‌ها را اندازه می‌گیرد.

ـ با استفاده از دگمه‌های متفاوت می‌توانیدتعداد نوسان دلخواه خود را بر روی نمایشگر (COUNT) مشخص کنید و نوسان گر را در بین دو شاخه حسگر به نوسان در آورید.

ـ با هر نوسان کامل یک رقم به عدد شمارشگر اضافه می‌شود. ضمناً زمان نوسان بر روی نمایشگر(TIME) به نمایش در می‌آید.

ـ در پایان تعداد نوسان‌ها بر روی نمایشگر (COUNT) و مدت زمان نوسان ها بر روی نمایشگر (TIME)ثبت می شود. برای استفاده از دستگاه به روش زیر عمل کنید.

ـ دو شاخه دستگاه را به برق شهر بزنید.

ـ کلید دستگاه را در مقابل ON قرار دهید.

ـ فیش حسگر نوری را به ترمینال SENSOR وصل کنید.

ـ دگمه RESET را فشار دهید تا نمایشگر(TIME) عدد صفر و نمایشگر (COUNT)عدد یک را نشان دهند.

ـ دگمه SET را فشار دهید تا نمایشگر COUNT چشمک بزند.

ـ دگمه (+) را فشار دهید تا تعداد نوسان مورد نظر در نمایشگر COUNT دیده شود.

ـ در صورت بیشتر شدن عدد با استفاده از دگمه (ــ)به عدد مورد نظر برسید. در این حالت عدد در حالت چشمک زدن است .

ـ دگمه SET را فشار دهید تا عدد مورد نظر بر روی نمایشگر ثابت شود (n).

ـ نوسانگر را در بین دو شاخه حسگر به نوسان در آورید(در این آزمایش میله علامت دهنده به حسگر نوری دربین دو شاخه نوسان می کند).

ـ پس از چند نوسان، دگمه START را فشار دهید. نمایشگر زمان، به کار می‌افتد.

ـ پس از انجام نوسان‌ها، تعداد نوسان و زمان نوسان به وسیله نمایشگرها نمایش داده می‌شوند.

ـ با استفاده از از t و n دوره تناوب T را می توانید بدست آورید.

ـ برای تکرار آزمایش کافی است، نوسان‌گر را به نوسان درآورید و فقط دگمه START را فشار دهید.