آزمایش آونگ ساده

هدف آزمایش:

۱- اندازه گیری دوره تناوب نوسان آونگ به عنوان تابعی از طول آن برای انحرافات کوچک

۲- اندازه گیری شتاب جاذبه زمین

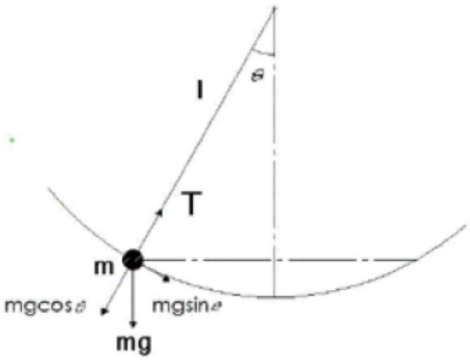
وسایل آزمایش :گلوله فلزی، میله، پایه، گیره، خط کش، نخ غیر قابل کشش، شمارنده دیجیتال و سنسور u شکل

تئوری آزمایش:

آونگ ساده عبارت است از یک جرم نقطه ای که از نخی سبک آویزان است. اگرآونگ را از موضع تعادلش به یک طرف ببریم و سپس رها کنیم ،آونگ تحت تاثیرنیروی ثقل در یک صفحه قائم نوسان خواهد کرد. نوسان کامل وقتی است که گلوله از یک وضعیت و در یک جهت دو بار عبور کند. اگر آونگ به جرم m و طول l را به اندازه زاویه θ از حالت تعادلش منحرف و سپس رها کنیم، آونگ تحت تاثیر نیروی گرانش در یک صفحه قائم نوسان خواهد کرد.

می توان نیروی وزن (mg) را به دو مولفه تجزیه نمود. یکی نیروی شعاعی ($mg.\cos\theta$) در امتداد نخ که توسط نیروی کشش نخ T خنثی می شود و دیگری نیروی مماسی ($mg.\sin\theta$)که مماس بر مسیر حرکت است.

مولفه شعاعی نیروی لازم برای بوجود آوردن شتاب مرکزگرا را تامین می کند تا ذره بتواند برروی کمانی از دایره حرکت کند و مولفه مماسی یک نیروی بازگرداننده است که بر جسمی به جرم m اثر می کند و باعث برگشت جسم به وضعیت تعادلش می شود. چون این نیرو از حرکت جلوگیری می کند آن را با علامت منفی نشان می دهیم.



شکل (۱)

معادله حرکت حاکم بر گلوله با توجه به قوانین حرکت نیوتن به صورت زیر خواهد بود:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} T - mg\cos\theta &= m\frac{v^2}{l} \\ F = -mg\sin\theta &= ma \end{aligned}$$

برای نیروی بازگرداننده F خواهیم داشت:

$$-mg\sin\theta = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

اگر زاویه انحرافθ خیلی کوچک ($\theta < 6^\circ$) باشد. در این صورت می توان با تقریب بسیار خوبی $\sin\theta \cong \theta$ و جابجایی در طول کمان برابر است با $x = l\theta$ و برای زوایای کوچک تقریبا یک حرکت مستقیم الخط است.

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -mg\frac{x}{l} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{g}{l}x = 0$$

اگر جواب معادله بالا را به صورت $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ در نظر بگیریم به راحتی می توان نشان داد که $\omega^2 = \frac{g}{l}$ و به این ترتیب دوره تناوب آونگ به صورت زیر به دست خواهد آمد:

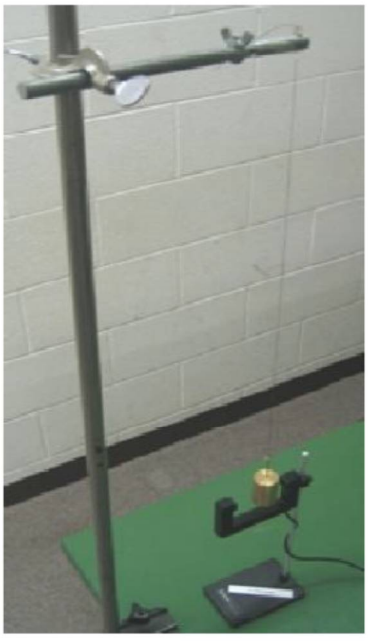
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \qquad \boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad *}$$

همان طور که مشاهده می شود دوره تناوبآونگ ساده به جرم و جنس گلوله و زاویه نوسان آونگ بستگی ندارد به جرم جسم آویخته بستگی ندارد.

مراحل انجام آزمایش:

۱- ابتدا دستگاه آونگ ساده را آماده کنید.(مطابق شکل ۲)

- توپ را به نخ وصل کنید و انتهای دیگر نخ را به گیره متصل نمایید.
- سنسور را در محل مناسب قراردهید.



شکل (۲)

۲- آونگ را به اندازه چند درجه از وضع تعادل منحرف کنید و سپس رها کنید تا آونگ حول نقطه ی تعادل نوسان کند. زمان ۱۵ نوسان را با شمارنده دیجیتال اندازه بگیرید.

۳- برای هر طول حداقل آزمایش را دوبار تکرار کنید و از اعداد حاصل میانگین بگیرید.با گذاشتن شاخص سعی کنید برای هر طول، گلوله را از مکان مشخصی رها کنید و دقت کنید که زاویه کوچک باشد.

۴- طول آونگ را چندبار تغییر داده و هر بار T و l را اندازه گیری نمایید و در جدول (۱) ثبت کنید.

۵- رابطه (*) را به توان ۲ برسانید و نمودار T^2 برحسب l را رسم کنید و با توجه به شیب نمودار($\frac{4\pi^2}{g}$) شتاب گرانش زمین را به دست آورید.

۶- *خطای نسبی آزمایش را محاسبه کنید.*

$l(m)$					
$T(s)$					
$T^2(s^2)$					

جدول(۱)