هدف آزمایش:

تعیین شتاب ثقل (g) توسط آونگ دوطرفه کاتر.

وسایل آزمایش:

آونگ دوطرفه کاتر، زمانسنج دیجیتال رومیزی، ۱ عدد سنسور نوری، پایه سنگین آزمایشگاهی.

مقدمه:

هر جسم سختیکه در اثر نیروی جاذبه زمین حول محور افقی و ثابت نوسان کند آونگ مرکب (یا آونگ واقعی) نامیده می شود. برای نوسان های کوچک (θ کوچک) زمان نوسان آونگ مرکب از رابطه زیر بدست می آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

I: گشتاور ماند آونگ به دور محور آویز که برابرست با:

$$I = I_G + Md^2$$

d: فاصله جرم نسبت به محل اتکا

I_G: گشتاور ماند آونگ به دور محوری است موازی محور آویز که از گرانیگاه G میگذرد

Md^2: گشتاور ماند تمام جرم آونگ نسبت به محور آویز است وقتی که تمام جرم جسم در گرانیگاه فرض شود.

معمولا I_G را بصورت زیر می نویسند:

$$I_G = MK^2$$

K: شعاع چرخش (شعاع ژیراسیون)

بنابراین برای زمان نوسانات داریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K^2 + d^2}{gd}}$$

آونگ دوطرفه کاتر:

نوعی آونگ مرکب به آونگ دوطرفه معروف است. این آونگ دستگاهی است شامل: میله فلزی، دو وزنه با جرم های مختلف و یک گیره نگهدارنده. دو وزنه در نزدیکی دو انتهای میله قرار دارند و میتوان آنها را به وسط میله دور و نزدیک کرد. (مطابق شکل ۱)

شکل (۱)

زمان نوسانات این آونگ از رابطه زیر بدست می آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K^2 + d^2}{gd}}$$

این آونگ دارای دو دسته نوسان می باشد:

۱- هنگامیکه وزنه سنگین بالا و وزنه سبک در پایین میله بسته شده باشند. در این حالت زمان نوسانات وزنه کوچک عبارت است از:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{K^2 + d_1^2}{gd_1}}$$

۲- هنگامیکه وزنه سبک بالا و وزنه سنگین در پایین میله بسته شده باشند. در این حالت زمان نوسانات وزنه سنگین عبارت است از:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{K^2 + d_2^2}{gd_2}}$$

با تغییر فاصله های d_1 و d_2 کاری می کنیم که T_1 و T_2 با هم برابر شوند، آنگاه داریم:

$$T_1 = T_2 \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{K^2 + d_1^2}{g d_1}} = 2\pi\sqrt{\frac{K^2 + d_2^2}{g d_2}}$$

K^2 را بین معادلات بالا حذف میکنیم و برای شتاب گرانش خواهیم داشت:

$$g = 4\pi^2 \frac{(d_1 + d_2)(d_1 - d_2)}{d_1 T_1^2 - d_2 T_2^2}$$

روش انجام آزمایش:

۱. میله اصلی آونگ را بر روی پایه بسته و پیچ نگهدارنده پایه را سفت نمایید.
۲. میله نازک را مطابق شکل (۲) توسط گیره آبی رنگ به میله اصلی وصل نمایید. محل اتصال گیره مرکز نوسان می باشد و فواصل وزنه ها از این نقطه سنجیده می شود.

شکل (۲)

۳. میله ۲۰ سانت را برداشته سنسور را از انتهای آن به گونه ای عبور دهید که انتهای میله نوسان کننده به راحتی از وسط آن حرکت رفت و برگشت داشته باشد.
۴. میله حاوی سنسور را در پایین میله اصلی طوری ببندید که آونگ بدون برخورد با بدنه سنسور در مرکز سنسور قرار گیرد.
۵. وزنه سنگین را به بالای میله نوسان کننده پیچ نموده و پیچ را محکم کنید.
۶. وزنه سبک را در پایین میله نوسان کننده پیچ نموده و پیچ را محکم نمایید.
۷. سنسور را به زمانسنج و شمارنده وصل نموده زمان سنج را روشن نمایید.
۸. تعداد نوسانات مورد نظر را بوسیله کلید + و - تعیین نمایید.
۹. آونگ را از حال تعادل خارج نمایید.
۱۰. دکمه Start زمانسنج را بزنید.
۱۱. پس از اتمام نوسانات تعیین شده توسط کاربر زمانسنج اتوماتیک Stop می شود.
۱۲. فاصله وزنه سبک تا نقطه اتصال را اندازه گرفته و d_1 بنامید.

۱۳. هر بار که زمان نوسانات مشخص شد، پیچ وزنه سبک را باز کرده و وزنه را یک گام رای میله نوسان کننده بالا ببرید و مجدداً میله را از وضع تعادل خارج کرده و زمان نوسانات وزنه کوچک در d_1 جدید بیابید.

۱۴. این عمل را تا هنگامیکه فاصله وزنه از محل اتصال میله نوسان کننده با میله اصلی یک گام است ادامه دهید.

۱۵. حال جای وزنه کوچک و بزرگ را عوض نموده و تمام مراحل را برای وزنه بزرگ تکرار نمایید.

۱۶. اطلاعات آزمایش را در جدول زیر وارد نموده و شتاب گرانش را بیابید.

ردیف	n	t	d_1	d_2	$T_1 = \frac{t}{n}$	$T_2 = \frac{t}{n}$	$g = 4\pi^2 \frac{(d_1 + d_2)(d_1 - d_2)}{d_1 T_1^2 - d_2 T_2^2}$
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							
۷							
۸							
۹							
۱۰							