

دستور کار آونگ مرکب

هدف آزمایش: تعیین شتاب جاذبه زمین

وسایل آزمایش: زمان شمار دیجیتال (count time recorder) - پاندول های آونگ کاتر با وزنه های متحرک و نشیمنگاه از جنس تیغه سخت ،بدنه ی آونگ بانشیمنگاه سخت،سه پایه ی زمینی بزرگ قابل تنظیم،متر،خط کش و گیره مربوطه



تئوری آزمایش

جسم صلب M که می تواند حول محور O نوسان نماید آونگ فیزیکی یا آونگ مرکب نامیده می شود و زمان تناوب آن از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Mga}}$ بدست می آید که در این رابطه T زمان نوسان کامل کم دامنه آونگ حول محور و I ممان اینرسی آونگ حول همین محور، M جرم آونگ، g شتاب گرانش و a فاصله مرکز جرم آونگ تا محور O نوسان می باشد، که اگر این رابطه را با رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ مقایسه کنیم $l = \frac{I}{Ma}$ بدست می آید، یعنی طول آونگ ساده همزمان با آونگ مرکب مساوی $\frac{I}{Ma}$ است یعنی می توان تمام جرم آونگ را در فاصله $\frac{I}{Ma}$ از محور نوسان آونگ فرض نمود و به این نقطه (0) مرکز نوسان گویند.

قضیه هویگنس: اگر دو نقطه O و O' در دو طرف مرکز جرم جسم به طور غیر متقارن قرار بگیرند که زمان نوسان کامل حول این دو محور مساوی باشد، OO' مساوی طول آونگ ساده همزمان با آونگ مرکب است. مطابق تعریفی که در بالا نمودیم. نقاط O و O' مرکز نوسان اند. برای اثبات این قضیه نخست باید بدانیم:

$I_0 = I_G + Ma^2$ یعنی ممان اینرسی نسبت به محور O مساوی با ممان اینرسی جسم نسبت به محوری که موازی O بوده و از مرکز جرم می گذرد بعلاوه حاصلضرب جرم جسم در مجذور فاصله مرکز جرم جسم تا این محور و اگر فرض نماییم $I_G = Mk^2$ به k شعاع ژیراسیون می گویند.

بنابراین رابطه زمان نوسان کامل با ممان اینرسی و جرم و غیره به صورت زیر در می آید.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M(k^2 + a^2)}{Mga}}$$

حال طبق فرض قضیه $T_1 = T_2$ بوده در نتیجه داریم:

$$2\pi \sqrt{\frac{M(k^2 + a_1^2)}{Mga_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{M(k^2 + a_2^2)}{Mga_2}}$$

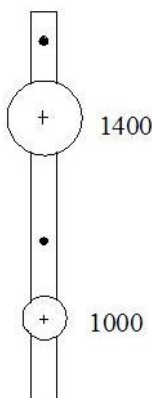
و از آنجا: $\frac{k^2 + a_1^2}{a_1} = \frac{k^2 + a_2^2}{a_2}$ این رابطه در صورتی صدق می کند که $k^2 = a_1 a_2$ باشد، قبلاً داشتیم $l = \frac{I}{Ma}$ بنابراین:

$$L = \frac{M(a_1 a_2 + a_1^2)}{Ma_1} = a_1 + a_2$$

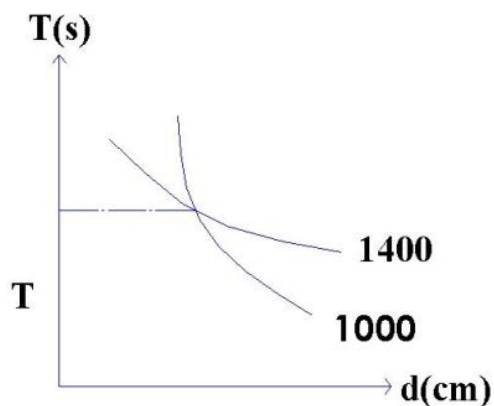
در نتیجه اگر دو محور نوسان در دو طرف مرکز جرم پیدا کنیم که زمان نوسان کامل برای آنها مساوی باشد فاصله این دو محور مساوی طول آونگ ساده همزمان با آونگ مرکب است در این رابطه باید a_1 غیر از a_2 باشد یعنی $a_1 \neq a_2$ ، و دونقطه نسبت به مرکز جرم قرینه نباشد. a_1 فاصله محور O تا مرکز جرم و a_2 فاصله مرکز جرم تا محور O' و مجموع این فاصله یعنی OO' فاصله دو محور از هم است.

روش آزمایش

دستگاه تشکیل شده از میله ای که در دو طرف آن دو تیغه تعبیه شده و روی این میله دو وزنه به شکل استوانه نصب گردیده که محل قرار گرفتن آن در روی میله بوسیله پیچی قابل تغییر است. بوسیله تغییر محل دووزنه مرکز جرم دستگاه را آنقدر تغییر می دهند که زمان نوسان نسبت به دو محور مساوی شود. وزنه ای که خارج از دو محور قرار دارد ۱۰۰۰ گرم ووزنه ای که داخل دو تیغه است ۱۴۰۰ گرم جرم دارد.



وزنه ای را که خارج از دو محور است در محلی روی میله ثابت نموده (از وسط کمی بالاتر) و محل وزنه داخل را ۵ سانتی متر ۵ سانتی متر تغییر دهید و زمان نوسان کامل حول دو محور را پیدا کرده و منحنی تغییرات زمان را نسبت به این فواصل روی کاغذ میلی متری رسم نمایید این دو منحنی یکدیگر را در نقطه ای قطع می کنند و این همان زمان مشترک است و طول آونگ ساده همزمان با آونگ مرکب فاصله دو تیغه است که یک متر یا ۱۰۰ سانتی متر می باشد. برای توضیح بیشتر وزنه هزار گرمی را در فاصله کمی بالاتر از وسط قطعه بالایی و نزدیک به انتهای میله نصب نمایید و وزنه هزار و چهارصد گرمی را در فاصله یک دو سانتی متر از تیغه دومی ثابت نموده و فاصله آنرا پنج سانتی متر، پنج سانتی متر تغییر دهید و نتایج را در جدول نوشته واز روی جدول منحنی را رسم نمایید و برای اینکه نتایج دقیق باشد هر بار ۲۰ نوسان کامل را بشمارید و از روی آن زمان یک نوسان کامل را بدست آورید روی محور زمان هر سانتی متر را معادل یکصدم ثانیه و روی محور d هر دو سانتی متر را معادل ۵ سانتی متر میله انتخاب نمایید.



d (cm)	t_{1000} (s)	T_{1000} (s)	t_{400} (s)	T_{1400} (s)
0				
5				
10				
15				
20				
25				
30				
35				

پس از بدست آوردن از روی نمودار و همچنین معلوم بودن $L = 1m$ ، اکنون با استفاده از رابطه زیر می توان شتاب گرانش زمین را محاسبه نمود

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \rightarrow g = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

با توجه به مقدار g حاصل از آزمایش خطای ماکزیمم نسبی (Δg و $\frac{\Delta g}{g}$) را محاسبه نمایید.