

دستور کار آزمایش چرخ ماکسول

هدف آزمایش: تعیین ممان اینرسی (گشتاور لختی) چرخ ماکسول و بررسی بقای انرژی مکانیکی

د
قر



تئوری آزمایش

چرخ ماکسول عبارت است از یک چرخ فلزی که از محور آن یک میله نسبتاً نازک عبور کرده است و به میله این چرخ دو نخ نازک متصل است که می توان این نخ ها را حول میله محوری پیچید. اگر دو نخ متصل به چرخ را حول محور آن بیچانیم و دو سر آزاد نخ ها را به دو نقطه ثابت کنیم، با رها کردن، چرخ شروع به سقوط می کند و در ضمن سقوط، نخ ها از حول محور باز شده و باعث دوران چرخ حول محورش می شود. اگر نقطه اولیه که چرخ را رها کرده ایم، مبدأ انرژی پتانسیل در نظر بگیریم در حین سقوط چرخ هم حرکت دورانی و هم حرکت انتقالی دارد. بنابراین با استفاده از قانون پایستگی انرژی می توان نوشت:

$$0 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I_G\omega^2 - mgh \quad (1)$$



Shargh Azma

شرق آزما تولید کننده تجهیزات آزمایشگاهی و تحقیقاتی فیزیک

که جمله اول طرف راست معادله بالا انرژی جنبشی انتقالی، جمله دوم انرژی جنبشی دورانی و جمله سوم انرژی پتانسیل می باشد. در این رابطه v سرعت خطی چرخ، ω سرعت زاویه ای چرخ و h فاصله چرخ تا سطح تراز، هرسه تابعی از زمان هستند. I_G و m به ترتیب ممان اینرسی (گشتاورلختی) و جرم چرخ ماکسول می باشند.

اگر شعاع محوری که نخ چرخ حول آن پیچیده شده است، r باشد، رابطه بین ω و v به شکل $\omega v = r$ است و بنابراین انرژی کل برابر است با:

$$0 = -mgh + \frac{1}{2} \left(m + \frac{I_G}{r^2} \right) v^2 \quad (2)$$

چون انرژی کل ثابت است، با مشتق گیری از رابطه (2) داریم:

$$0 = -mg \frac{dh}{dt} + \left(m + \frac{I_G}{r^2} \right) v \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

با توجه به اینکه $\frac{dh}{dt} = v$ است داریم:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} \quad (4)$$

با انتگرالگیری از رابطه فوق نتیجه می شود:

$$v = \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} t \quad (5)$$

$$h = \int_0^t v dt = \int_0^t \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} t dt = \frac{mg}{2 \left(m + \frac{I_G}{r^2} \right)} t^2 \quad (6)$$

اگر ارتفاع سقوط h را بر حسب t^2 رسم کنیم یک خط راست خواهیم داشت که شیب این خط برابر $\frac{1}{2} \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}}$ است و از روی

این شیب و با توجه به معلوم بودن مقادیر m و r و g می توان I_G را بدست آورد.

روش آزمایش

دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. شعاع محور را اندازه بگیرید. سپس یک حسگر را طوری تنظیم کنید که به هنگام باز بودن طناب، محور چرخ مقابل حسگر قرار گیرد. در این حالت یکی از شاخص های خط کش را در مرکز محور چرخ قرار دهید. حال چرخ را حول محورش بچرخانید تا طناب حول محورش بپیچد و چرخ بالا رود. در یک ارتفاع دلخواه میله نگهدارنده را داخل سوراخ های تعبیه شده در چرخ قرار دهید. با زدن کلید میله نگهدارنده چرخ آزاد شده و تایمر بکار می افتد. هنگامی که محور چرخ به انتهای مسیرش برسد در مقابل حسگر دیگر قرار می گیرد و تایمر متوقف می شود. با اندازه گیری فاصله دوشاخ



Shargh Azma

شرق آزما تولید کننده تجهیزات آزمایشگاهی و تحقیقاتی فیزیک

ارتفاع سقوط h و زمان سقوط t بدست می آید. با جابجا کردن میله نگهدارنده و یا کوتاه کردن نخ ارتفاع را تغییر داده و برای چهار ارتفاع مختلف آزمایش را تکرار کنید و جدول زیر را پر نمایید.

$h(cm)$	20	30	40	50	60	70	80
$t(sec)$							
$t^2 (s^2)$							

با رسم نمودار h برحسب t^2 گشتاور لختی چرخ I_G را بدست آورید. جرم چرخ برابر $m=508 \text{ gr}$ است. عوامل خطا در این آزمایش را بنویسید.

با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده نمودارهای مربوط به انرژی پتانسیل، انرژی انتقالی و انرژی دورانی را بر حسب تابعی از زمان رسم کنید. مشاهده می کنید که انرژی پتانسیل بطور تقریباً کامل به انرژی دورانی تبدیل می شود.