



نام آزمایش و مدل دستگاه:

آزمایش تعیین گشتاور لختی چرخ ماکسول

Maxwell Wheel Experiment

مدل ۹۹۱۰۶۲

مشخصات فنی :

چرخ ماکسول، تایمر دیجیتال، بدنه دستگاه به همراه بست‌های پایه، حسگر مادون قرمز U شکل، رها کننده، دکلاتنشور، متر

راهنمای کاربری:

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

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 می‌توان این نخ‌ها را حول میله محوری پیچید. اگر دو نخ متصل به چرخ را حول محور آن بپیچانیم و دو سر آزاد نخ‌ها را به دو نقطه ثابت کنیم، با رها کردن آن، چرخ شروع به سقوط می‌کند و در ضمن سقوط، نخ‌ها از حول محور باز شده و باعث دوران چرخ حول محورش می‌شود. اگر نقطه اولیه که چرخ را رها کرده‌ایم، مبدأ انرژی پتانسیل در نظر بگیریم، چرخ در حین سقوط هم حرکت دورانی و هم حرکت انتقالی دارد. بنابراین با استفاده از قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

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

که جمله اول طرف راست معادله بالا انرژی جنبشی انتقالی، جمله دوم انرژی جنبشی دورانی و جمله سوم انرژی پتانسیل می‌باشد. در این رابطه v سرعت خطی چرخ، ω سرعت زاویه‌ای چرخ و h فاصله چرخ تا سطح تراز، هر سه تابعی از زمان هستند. m و I_G به ترتیب ممان اینرسی (گشتاور لختی) و جرم چرخ ماکسول می‌باشند.

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



$$0 = -mgh_{(t)} + \frac{1}{2} \left(m + \frac{I_G}{r^2} \right) v^2 \quad (۲)$$

چون انرژی کل ثابت است، با مشتق گیری از رابطه (۲) داریم:

$$0 = -mg \frac{dh_{(t)}}{dt} + \left(m + \frac{I_{(G)}}{r^2} \right) v_{(t)} \frac{dv_{(t)}}{dt} \quad (۳)$$

با توجه به اینکه $\frac{dh_{(t)}}{dt} = v_{(t)}$ است داریم:

$$\frac{dv_{(t)}}{dt} = \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} \quad (۴)$$

با انتگرال گیری از رابطه فوق نتیجه می شود:

$$v_{(t)} = \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} t \quad (۵)$$

$$h_{(t)} = \int_0^t v_{(t)} dt = \int_0^t \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} t dt = \frac{mg}{2 \left(m + \frac{I_G}{r^2} \right)} t^2 \quad (۶)$$

اگر ارتفاع سقوط $h_{(t)}$ را بر حسب t^2 رسم کنیم یک خط راست خواهیم داشت که شیب آن برابر $\frac{1}{2} \frac{mg}{m + \frac{I_{(G)}}{r^2}}$ است. با اندازه گیری

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



روش آزمایش:

دستگاه را مطابق شکل ۱ سوار کنید. شعاع محور را اندازه بگیرید. حال دستگاه را به کمک پیچ‌های پایه و پیچ تعبیه شده بر روی تیرک افقی بالایی طوری تراز کنید که هنگام باز بودن نخ، محور چرخ در مقابل حسگر قرار گیرد و بتواند از وسط تفلون U شکل حسگر عبور نماید. با جابه‌جایی رهاکننده و حسگر در راستای عمودی آنها را در یک فاصله دلخواه و معین از یکدیگر (از مرکز رها کننده تا حسگر) قرار دهید. کانال A تایمر را به رها کننده و کانال B آن را به حسگر متصل کنید. حال چرخ را حول محورش بچرخانید تا نخ حول محورش بپیچد و چرخ بالا رود. هنگامی که چرخ به مقابل رها کننده رسید، قسمت توپی شکل محور را به کمک دکلانشور در تکیه‌گاه رها کننده نگه داشته و پیچ دکلانشور را محکم کنید. با باز کردن پیچ دکلانشور چرخ آزاد شده و تایمر به کار می‌افتد. هنگامی که محور چرخ به مقابل حسگر برسد، تایمر متوقف می‌شود. ارتفاع و زمان سقوط را یادداشت نمایید. با جابه‌جا کردن رها کننده و/ یا حسگر، ارتفاع را تغییر داده، آزمایش را تکرار نموده و جدول زیر را پر کنید.

$h(cm)$	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
$t(s)$							
$t^2(s^2)$							

با رسم نمودار h بر حسب t^2 گشتاور لختی چرخ I_G را بدست آورید.

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

- عوامل خطا در این آزمایش را بنویسید.



شرایط محیطی لازم برای نصب و راه اندازی:

محدوده دمایی بین ۰ تا ۵۵ درجه سانتی گراد
محدوده رطوبتی قابل تحمل برای دستگاه ۱۰ تا ۶۵ درصد
دستگاه در معرض تغییرات دمایی شدید قرار نگیرد.

گارانتی و خدمات پس از فروش :

کلیه محصولات تولیدی شرکت سامان سرای بین الملل بارثاوا دارای ۳ سال گارانتی تعویض قطعات و ۱۰ سال خدمات پس از فروش می باشد. هیچ عامل محیطی و انسانی تولیدات شرکت را از شمول گارانتی و خدمات خارج نمی کند. تجهیزاتی که تنها از شرکت سامان سرای بین الملل بارثاوا خریداری شده و تولید خود این شرکت نمی باشد نیز دارای یک سال گارانتی تعویض و ۲ سال خدمات پس از فروش می باشد. نصب و راه اندازی و آموزش نحوه کاربرد و عملکرد محصولات فروخته شده، توسط کارشناسان شرکت در صورت لزوم و تشخیص شرکت در محل آزمایشگاه دانشگاه صورت می گیرد.