

هدف از انجام آزمایش: بررسی تبدیل انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی

وسایل مورد نیاز: چرخ ماکسول، خط کش، کرنومتر

تئوری: در چرخ ماکسول، یک میله از وسط چرخ عبور کرده و چرخ، وسط میله قرار دارد و دو طرف میله به نخ هایی که از پایه نگهدارنده چرخ ماکسول آویزان شده اند متصل است. با پیچیدن این دو نخ دور میله و رها کردن چرخ، مشاهده میشود که انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی جنبشی دورانی و انرژی جنبشی انتقالی تبدیل میشود. با صرف نظر از اتلاف انرژی داریم:

$$\frac{1}{2}mv_t^2 + \frac{1}{2}I_G\omega_t^2 = mgh(t)$$

در معادله بالا، جمله اول نشان دهنده انرژی جنبشی انتقال و جمله دوم نشان دهنده انرژی جنبشی دورانی است.

میدانیم که:

$$v = r\omega$$

با جای گذاری عبارت بالا و مشتق گیری بر حسب زمان داریم:

$$\left(m + \frac{I_G}{r^2}\right)v_t \frac{dv_t}{dt} = mg \frac{dh_t}{dt}$$

با توجه به اینکه مشتق ارتفاع چرخ بر حسب زمان برابر سرعت انتقالی چرخ است، طرفین را ساده میکنیم:

$$\frac{dv_t}{dt} = \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}}$$

حال از عبارت انتگرال میگیریم:

$$v_t = \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}}t$$

$$h_t = \int_0^t v_t dt = \int_0^t \frac{mg}{m + \frac{I_G}{r^2}} t dt = \frac{mg}{2m + 2\frac{I_G}{r^2}} t^2$$

حال میتوانیم نمودار ارتفاع بر حسب مجذور زمان را با شیب به دست آمده رسم کنیم.

روش انجام آزمایش: ابتدا شعاع چرخ را اندازه میگیریم سپس اندازه ارتفاع را برای مرتبه اول آزمایش به دست می آوریم. دقت کنید که که ارتفاع باید از نقطه تعادل چرخ محاسبه شود و نه از سطح زیر پایه. حال با چرخاندن چرخ و پیچیدن نخ دور میله، چرخ را نقطه مورد نظر قرار میدهیم و سپس آن را رها کرده و زمان پایین رسیدن را با کرنومتر اندازه میگیریم. این آزمایش را در چهار ارتفاع متفاوت و برای هر ارتفاع سه بار انجام میدهیم.

جدول ها

h(cm)	13.5	10	7.5	4.5
t_1, t_2, t_3	1.82 , 1.91 , 1.66	1.50 , 1.29 , 1.22	1.16 , 1.28 , 1.06	0.66 , 0.66 , 0.90
t_{avg}	1.80	1.34	1.17	0.74
t_{avg}^2	3.24	1.79	1.36	0.54
خطای مطلق	0.02 , 0.11 , 0.14	0.16 , 0.05 , 0.12	0.01 , 0.11 , 0.11	0.08 , 0.08 , 0.16
خطای نسبی	7.7%	11.9%	9.4%	21.6%

محاسبات

جرم چرخ 37 گرم اندازه گیری شد و شعاع آن 3 سانتی متر است.

برای به دست آوردن شیب میانگین نمودار ارتفاع بر حسب مجذور زمان، ارتفاع ها را بر مجذور زمان تقسیم و برای هر مرتبه محاسبه میکنیم.

$$a_n = \frac{h_t}{t^2} = \frac{mg}{2m + 2\frac{I_G}{r^2}}$$

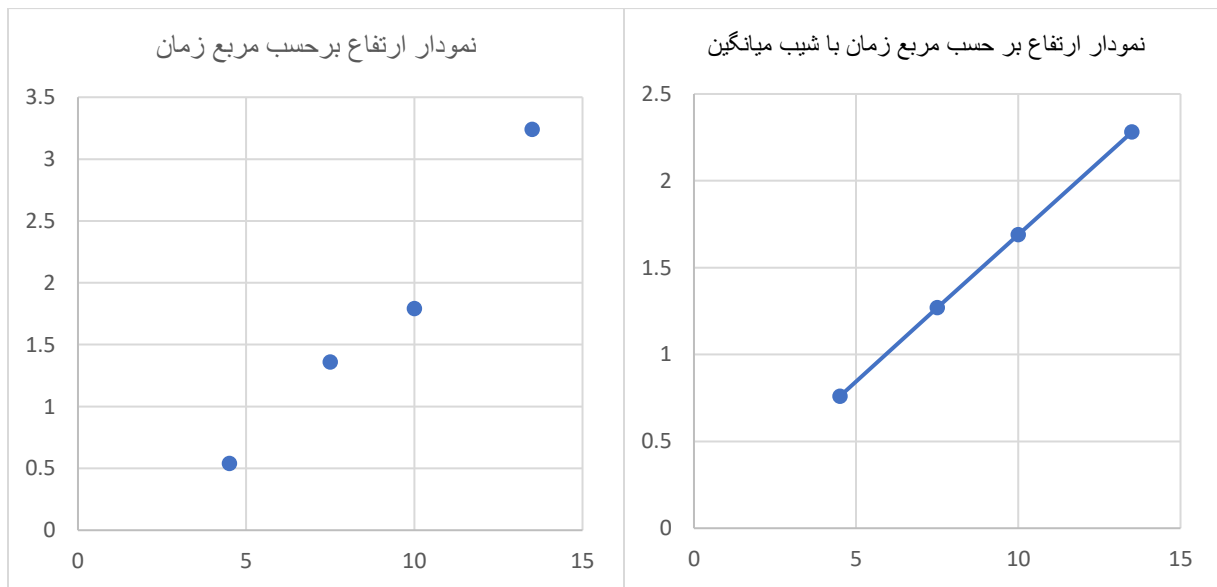
$$a_1 = \frac{13.5}{3.24} = 4.17, \quad a_2 = \frac{10}{1.79} = 5.59, \quad a_3 = \frac{7.5}{1.36} = 5.51, \quad a_4 = \frac{4.5}{0.54} = 8.33$$

$$a_{avg} = 5.9$$

$$\frac{mg}{2m + 2\frac{I_G}{r^2}} = 5.9$$

$$I_G = 27322 \text{ g.cm}^2$$

نمودار ها



نتیجه گیری

با انجام این آزمایش توانستیم با اندازه گیری اطلاعات مورد نیاز مثل جرم چرخ و شعاع و زمان، لختی دورانی را به دست آوریم. مفهوم کلی این آزمایش به تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی اشاره دارد که با استفاده از روابط ذکر شده آن را بررسی کردیم.