ماشین آتوود

استاد:

مهندس وحید محمدی

پژوهشگر:

ناصر حشمتی(951622113)

تاریخ آزمایش:

95/09/30

دانشگاه صنعتی ارومیه

هدف:

تحقیق اصول دینامیک در حرکت یک بعدی به کمک ماشین آتوود

تئوری آزمایش:

علم دینامیک به عوامل موثر بر حرکت اجسام می‌پردازد. ایزاک نیوتون در سال ۱۶۶۷ با ارائه قوانین خود در زمینه حرکت، خالق و مبدا این علم بود. قوانین سه گانه نیوتن به شرح زیر می باشند:

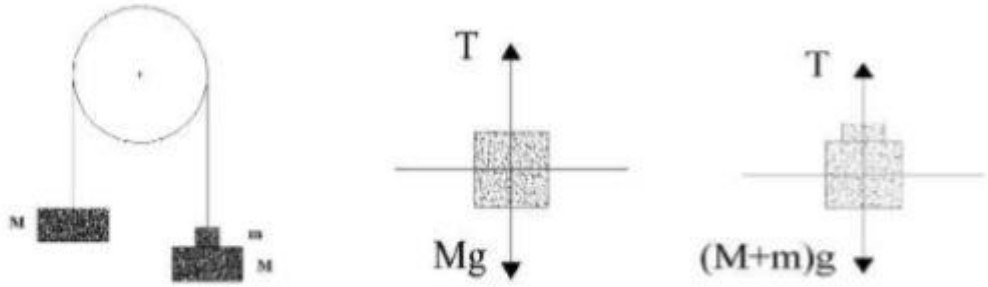
(**قانون اول نیوتن**) قانون لختی یا اصل ماند: جسمی که تحت تأثیر نیروی خارجی واقع نباشد، حالت سکون یا حرکت راست خط یکنواخت خود را حفظ می کند.

(**قانون دوم نیوتن**) اصل اساسی دینامیک: هرگاه بر نقطه ای مادی به جرم m نیروی خالص F وارد شود، این نقطه شتابی می گیرد که از رابطه $a = \frac{F}{m}$ بدست می آید.

(**قانون سوم نیوتن**) در برابر هر عملی، عکس العملی وجود دارد مساوی و در خلاف جهت آن. طبق این قانون هیچ تک نیرویی در جهان یافت نمی‌شود.

ماشین آتوود در یک تعریف ایده آل دستگاهی است که از دو جرم نامساوی M و M+m که توسط نخی سبک بهم متصل شده و از روی دیسکی بی وزن و بدون اصطکاک (که به آسانی حول محورش می تواند بچرخد) می گذرد، تشکیل شده است.

در شکل زیر ماشین آتوود و نمودار جسم آزاد برای جرم های M و M+m در دو طرف آن نشان داده شده است (T کشش نخ است)



چنانچه دستگاه از حال سکون رها شود، وزنه ها با شتاب ثابت درامتداد قائم شروع به حرکت خواهند کرد. با توجه به نمودار جسم آزاد و بکارگیری قانون دوم نیوتن داریم: (جهت بالا را مثبت اختیار می کنیم)

$$for\ M \qquad \sum F = Ma \qquad T_1 - Mg = Ma$$
$$for\ M+m \qquad \sum F = (M+m)a \qquad (M+m)g - T_2 = (M+m)a$$

چون دیسک شتاب می گیرد، برای گشتاوری که به دیسک اعمال می شود داریم(I گشتاور لختی دیسک و $\acute{M}$ جرم دیسک) :

$$\tau_2 - \tau_1 = T_2R - T_1R = R(T_2 - T_1) = I\,\alpha$$
$$I = \frac{1}{2}\acute{M}R^2$$
$$a = R\alpha$$
$$a = \frac{m\,g}{\frac{\acute{M}}{2} + 2M + m}$$

در نتیجه خواهیم داشت :

که در این رابطه :

M جرم کفه $= ۳۴$ گرم

M' جرم دیسک $= ۲۶۰$ گرم

m جرم سربار $= ۴$ گرم

بدیهی است که چنانچه وزنه ها در طرفین دستگاه یکسان ($m = ۰$) باشد، $a = ۰$ بوده و دستگاه ساکن و یا دارای حرکت یکنواخت خواهد بود. (اصل ماند)

کار های آزمایشگاهی:

وسایل انجام آزمایش:

1.دستگاه ماشین آتوود

2.کرنومتر

3.وزنه

4.خط کش

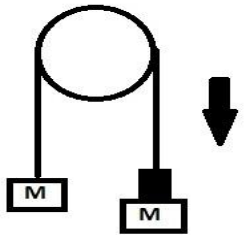
شرح آزمایش:

فاصله معین را بین دو فک ماشین را تنظیم می کنیم پس به یک طرف وزنه سربار m را اضافه می کنیم.پس با رها کردن وزنه سنگین تر از فک بالایی و به صورت هم زمان فشار دادن دکمه زمان سنج وزنه ها در جهت وزنه سنگین تر به سمت پایین شروع به حرکت می کنند و پس از پیمودن مسافت و رسیدن وزنه به فک پایینی زمان را متوقف می کنیم .

برای هر فاصله 4 بار این عمل را تکرار می کنیم و زمان های به دست امده را در جدول یادداشت می کنیم .

پس با استفاده از فرمول $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ که در آن سرعت اولیه صفر است مقدار شتاب عملی را به دست می آوریم.

پس از محاسبه شتاب عملی با استفاده از فرمول $a = \frac{mg}{\frac{M'}{2}+2M+m}$ مقدار تئوری شتاب را بدست می آوریم و با مقایسه دو شتاب به دست آمده میزان خطای آزمایش بدست می آید.



نتایج و بحث

جدول1:نتایج آزمایش ماشین آتوود

فاصله x (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_4 (s)	زمان میانگین (s)	شتاب $(\frac{m}{s^2})$	شتاب میانگین $(\frac{m}{s^2})$	شتاب تئوری $(\frac{m}{s^2})$	خطای مطلق	خطای نسبی (درصد)
0.55	2.06	2.10	2.08	2.09	2.08	0.25	0.25	0.28	$\|0.25-0.28\|=0.03$	٪1.076
0.45	1.96	1.90	1.94	1.92	1.93	0.24				
0.4	1.72	1.77	1.75	1.75	1.75	0.26				
0.35	1.62	1.63	1.65	1.59	1.62	0.26				
0.3	1.49	1.51	1.53	1.52	1.51	0.26				
0.25	1.30	1.36	1.33	1.35	1.33	0.28				
0.15	1.05	1.13	1.09	1.08	1.09	0.25				

محاسبه نتایج:

برای محاسبه شتاب از فرمول $x = \frac{1}{2}at^2$ استفاده می کنیم

برای فاصله x=0.55

زمان میانگین: $\frac{2.06+2.10+2.08+2.09}{4}=2.08$ ، شتاب: $0.55=\frac{1}{2}a(2.08)^2 \rightarrow a=0.25$

برای فاصله x=0.45

زمان میانگین: $\frac{1.96+1.90+1.92+1.94}{4}=1.93$ ، شتاب: $0.45=\frac{1}{2}a(1.93)^2 \rightarrow a=0.24$

برای فاصله x=0.4

زمان میانگین: $\frac{1.72+1.77+1.75+1.75}{4}=1.75$ ، شتاب: $0.4=\frac{1}{2}a(1.75)^2 \rightarrow a=0.26$

برای فاصله x=0.35

زمان میانگین: $\frac{1.62+1.63+1.65+1.59}{4}=1.62$ ، شتاب: $0.35=\frac{1}{2}a(1.62)^2 \rightarrow a=0.26$

برای فاصله *x=0.3*

زمان میانگین: $\frac{1.49+1.51+1.53+1.52}{4}=1.51$ ، شتاب: $0.30=\frac{1}{2}a(1.51)^2 \rightarrow a=0.26$

برای فاصله*x=0.25*

زمان میانگین: $\frac{1.30+1.36+1.33+1.35}{4}=1.33$ ، شتاب: $0.25=\frac{1}{2}a(1.33)^2 \rightarrow a=0.28$

برای فاصله $x=0.15$

زمان میانگین: $\frac{1.05+1.13+1.09+1.10}{4}=1.09$ ، شتاب: $0.15=\frac{1}{2}a(1.09)^2 \rightarrow a=0.25$

شتاب میانگین: $\frac{0.25+0.24+0.26+0.26+0.26+0.28+0.25}{7}=0.26$

خطای مطلق: $|0.25-0.28|=0.03$

خطای نسبی: $\frac{0.03*100}{0.28}=1.076\%$

1.علت تفاوت در مقدار شتاب به دست آمده از طریق آزمایش و محاسبه نظری در چیست؟توضیح دهید.

در آزمایش ممکن است خطا از طرف شخص انجام دهنده باشد که نتواند زمان دقیق جابجایی کفه را به دست آورد ، و در ضمن اصطکاک ناشی از نخ و قرقره در نظر گرفته نمی شود یا ممکن است ماشین مورد نظر خطا داشته باشد یا خطای محاسباتی نیز دخالت دارد.

2.نمودار تغییرات x را بر حسب t^2 رسم کنید.