

آزمایش شماره ۹

ماشین آتوود

هدف آزمایش

۱. مطالعه ی حرکت یکنواخت و بررسی قانون اول نیوتن
۲. مطالعه ی حرکت با شتاب ثابت و بررسی قانون دوم نیوتن

وسایل مورد نیاز

ماشین ، آتوود سرباره وزنه زمان سنج دیجیتال فتوسل ، صفحه ی حذف کننده سرباره

تئوری آزمایش

(۱) ماشین آتوود

ماشین آتوود شامل دو وزنه با جرمهای یکسان M است که توسط ریسمان سبکی که از روی یک قرقره می گذرد به هم وصل شده اند و دستگاه در حال تعادل قرار دارد اگر سرباره ای به جرم را روی یکی از وزنه ها قرار دهیم ، مطابق شکل ۱، دستگاه شتابی متناسب با جرم سرباره پیدا خواهد کرد . در این حالت می توان نوشت :

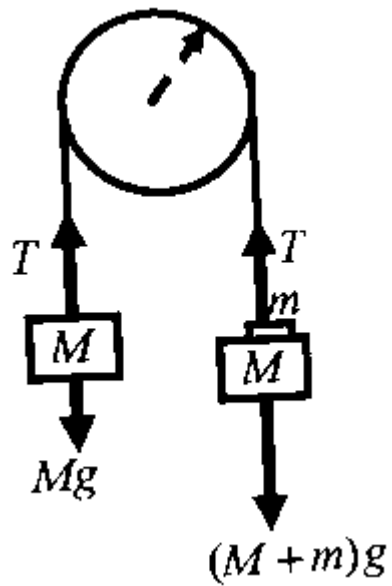
$$(M + m)g - T = (M + m)a \quad (۱)$$

$$T - Mg = Ma \quad (۲)$$

با حذف T بین دو رابطه ی بالا خواهیم داشت :

$$a = \frac{mg}{2M+m} \quad (۳)$$

در به دست آوردن رابطه ی بالا فرض بر این است که هیچ نیروی مقاومی نداریم. اگر نیروهای مقاوم مانند نیروی اصطکاک بین قرقره و نخ را f در نظر بگیریم ، خواهیم داشت :



شکل ۱

$$(M + m)g - T - f = (M + m)a \quad (۴)$$

$$T - Mg - f = Ma \quad (۵)$$

شتاب حرکت به صورت زیر به دست می آید:

$$a = \frac{mg - 2f}{2M + m} \quad (۶)$$

برای بدست آوردن مقدار نیروی f ، سرباره ی m را از روی دستگاه بردارید تا جرم هر دو سمت فقط M باشد. اکنون می توان با اضافه کردن وزنه ی مناسب به جرم $\dot{m}$ به یکی از وزنه ها (در نبود سرباره ی m) جایی که دستگاه با سرعت یکنواخت به حرکت درآید، مقدار نیروی اصطکاک f را به دست آورد. بدیهی است که

$f = \dot{m}g$ در این صورت شتاب حرکت با رابطه ی زیر داده می شود:

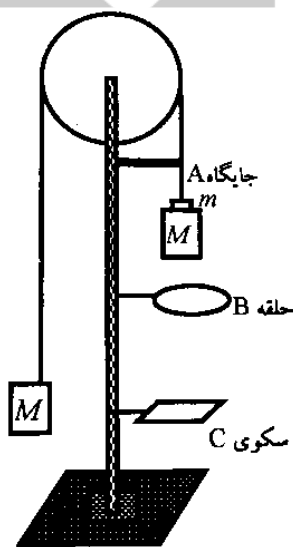
$$a = \frac{m - \dot{m}}{2M + m}g \quad (۷)$$

روش آزمایش

(۱) بررسی قانون اول نیوتن و حرکت یکنواخت

دستگاه ماشین آتوود آزمایشگاه مطابق شکل ۲ شامل دو جرم M است که توسط ریسمانی که از بالای شیار قرقره ی ثابتی گذشته است به هم متصل شده اند. در عمل نیروی اصطکاک بین ریسمان و قرقره در ماشین آتوود آزمایشگاه شما بسیار ناچیز است و می توان از آن صرف نظر کرد.

در این دستگاه، قرقره بر روی پایه ای قرار دارد و پایه را می توان به کمک پیچ های تنظیم پایه تراز کرد. روی بدنه ی این پایه جایگاه حلقه ی متغیر B و سکوی نگهدارنده ی متغیر C تعبیه شده است. جایگاه A نقطه ی شروع سقوط و سکوی C نقطه ی پایان سقوط است. حلقه ی متغیر B و سکوی نگهدارنده ی متغیر C مجهز به فتوسل هستند، به طوری که هنگام عبور جرم از حلقه B ، زمان سنج دیجیتالی به کار می افتد و هنگام برخورد آن به سکوی C ، زمان سنج دیجیتالی متوقف می گردد.



شکل ۲

برای انجام آزمایش پس از تنظیم قرقره و جایگاه A ، حلقه ی متغیر B (فتوسل B) را در فاصله ی دلخواهی از جایگاه A محکم کنید. سکوی C را در فاصله ۴۰ سانتی متری از حلقه قرار دهید. سرباره ی m را بر روی جرم M قرار دهید و آن را از جایگاه A رها کنید. این سرباره هنگام عبور جرم M از حلقه، از جرم M جدا می شود. زمان سقوط وزنه ی M از B تا C را با زمان سنج اندازه گیری کنید و به همراه جرم M و جرم سرباره m در جدول ۱ یادداشت کنید. سپس سرعت ثابت حرکت را به دست آورده و در جدول ۱ بنویسید. سپس سکوی C را

در فواصل ۵۰ و ۶۰ و ... و ۹۰ سانتی متری از حلقه ی B قرار دهید و همین آزمایش را تکرار کنید و مقادیر را در جدول ۱ یادداشت نمایید .

(۲) بررسی قانون دوم نیوتن و حرکت با شتاب ثابت

حلقه ی B را بردارید . وزنه ی M را در جایگاه قرار دهید و سرباره ی را روی آن بگذارید . سکوی C را در فاصله ی ۴۰ سانتی متری از جایگاه قرار دهید . زمان سقوط وزنه را با زمان سنج اندازه گیری کرده و در جدول ۲ یادداشت نمایید. سپس با داشتن مسافت AC و زمان حرکت، شتاب حرکت را از رابطه ی $x = (1/2) at^2$ به دست آورید. این مقادیر را به همراه جرم M و جرم سرباره m در جدول ۲ بنویسید . سپس سکوی C را در فواصل ۵۰ و ۶۰ و ... و ۹۰ سانتی متری از جایگاه قرار دهید و همین آزمایش را تکرار کنید و مقادیر اندازه گیری شده را در جدول ۲ گزارش کار یادداشت نمایید .

جرم $M = ۷۵$ گرم و جرم سرباره $m = ۲۰$ گرم			
فاصله AC (m)	T	V	$\bar{V}$
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			

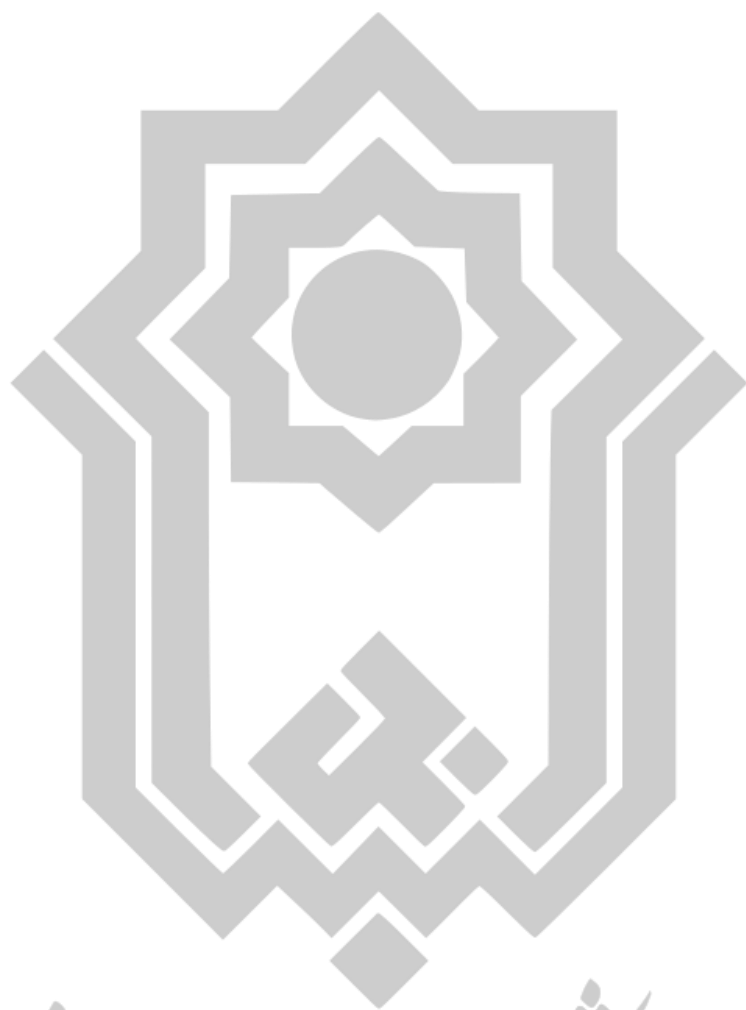
جدول ۱

جرم $M = ۷۵$ گرم و جرم سرباره $m = ۲۰$ گرم			
فاصله AC (m)	T	a	$\bar{a}$
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			

جدول ۲

محاسبات ، بررسی نتایج و پرسشها

۱. با استفاده از مقادیر جدول ۱ نمودار مسافت بر حسب زمان را روی کاغذ میلیمتری رسم کنید .
۲. شیب نمودار فوق را تعیین کرده و از آنجا سرعت حرکت وزنه را تعیین کنید.
۳. این سرعت را با میانگین سرعت به دست آمده از مقادیر سرعت در جدول ۱ مقایسه کنید .
۴. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید ؟
۵. آیا حرکت در مسیر BC یکنواخت است ؟ چرا ؟
۶. در آزمایش دوم میانگین شتاب حرکت را با استفاده از مقادیر شتاب در جدول ۲ تعیین کنید .
۷. شتاب حرکت را به طور تئوری با استفاده از رابطه ی ۳ تعیین کنید .
۸. مقدار شتاب به دست آمده در سؤال ۶ را با آنچه که در سؤال ۷ به دست آوردید مقایسه کنید و درصد خطای نسبی را به دست آورید .
۹. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید ؟



دانشگاه بوعلی سینا