بسم الله الرحمن الرحیم

1 – نام و نام خانوادگی :

2 – نام همکار :

3 – شماره گروه :

4 – عنوان آزمایش : بررسی قوانین حرکت به کمک ماشین آتود

5 – رشته تحصیلی : فیزیک

6 – گروه آزمایشی : روز شنبه ، ساعت 3-1

7 – تاریخ انجام آزمایش : 23 / 7 /1393

8 – تاریخ تحویل گزارش: 1 / 9 /1393

1 – هدف آزمایش :

الف : بررسی قانون نیوتن ب : بررسی قانون دوم نیوتن

2 – وسایل مورد نیاز :

1 – زمان سنج با دقت 0.01 ثانیه 2 – ماشین آتوود با دقت 5 سانتی متر 3 – وزنه 4 - ترازو

3 -مقدمه و تئوری :

دید کلی

در تشریح کاربرد معادلات لاگرانژ ابتدا سیستمهای ساده مکانیکی مورد بحث قرار می‌گیرند. ماشین آتوود از جمله این سیستمهای ساده است. در حالت کلی ماشین آتوود بسته به تعداد قرقره‌ها در انواع مختلفی وجود دارد .

ماشین آتوود ساده

ماشین آتوود ساده از دو وزنه به جرمهای و که به وسیله یک رشته غیر قابل ارتجاع به طول که از روی قرقره عبور کرده است و به یکدیگر متصل هستند، تشکیل شده است .این سیستم فقط دارای یک درجه آزادی است، یعنی چون فقط یک قرقره وجود دارد، لذا اگر مبدأ مختصات را در نقطه آویز قرقره فرض کنیم، در این صورت حرکت هر دو وزنه را می‌توان با یک پارامتر مشخص نمود. همچنین چون تنها نیروی وارده ، نیروی گرانشی ناشی از وزن دو وزنه است، لذا به دلیل پایستار بودن نیروی گرانشی حرکت پایا خواهد بود و به راحتی می‌توان از قانون بقا انرژی استفاده کرد.

ماشین آتوود دوگانه

ساختمان *ماشین آتوود دوگانه* مانند ماشین آتوود ساده است، با این تفاوت که در این سیستم یکی از وزنه‌های ماشین آتوود ساده را با یک قرقره دیگر که دو وزنه متصل به وسیله نخ ثانویه‌ای را تحمل می‌کند، جایگزین می‌کنیم. بنابراین این سیستم دارای دو درجه آزادی خواهد بود. باز در این حالت نیز چون تنها نیروی خارجی نیروی پایستار گرانش است، لذا حرکت سیستم پایا خوهد بود و قانون بقای انرژی برقرار است. حال اگر دو درجه آزادی سیستم را با متغیرهای و نمایش دهیم، در این صورت معادلات حرکت که نشان دهنده شتاب سیستم نسبت به و هستند، به صورت دو معادله حاصل می‌شوند. می‌توان این دو معادله را به صورت یک دستگاه معادلات حل نموده و شتاب نسبت به و را به صورت جداگانه بکار برد .

کابرد ماشین آتوود

یکی از بارزترین کاربردهای ماشین آتوود در قرقره‌هایی است که به منظور بالا بردن وسایل سنگین به طبقات بالاتر ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر شخصی که از این وسایل استفاده می‌کند، به اصول مکانیکی این وسایل آشنا باشد، می‌تواند به راحتی و با اعمال نیروی اندک وسایل خیلی سنگین را تا ارتفاع زیاد بالا ببرد .

قوانین حرکت نیوتن عبارت است از سه قانون فیزیکی که بنیان مکانیک کلاسیک را شکل می‌دهند. این قوانین ارتباط مابین نیروهای وارد آمده بر یک جسم و حرکت آن را به دست می‌دهد. این قوانین را می‌توان بدین صورت خلاصه کرد:

قانون اول: در یک دستگاه مرجع لخت جسمی که تحت تأثیر یک نیروی خارجی نباشد یا ساکن است، یا با سرعت ثابت در حال حرکت است.

قانون دوم :شتاب یک جسم برابر است با مجموع نیروهای وارده بر جسم تقسیم بر جرم آن. فرمولی که از این قانون برمی‌آید ($F = ma$) به معادله بنیادین مکانیک کلاسیک معروف است.

قانون سوم: هر گاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیرویی با همان اندازه و در جهت مخالف به جسم اول وارد می‌کند.

این قوانین نخستین بار در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی نیوتن در سال ۱۶۸۷ مطرح شدند.

قوانین

قانون اول

فیلسوفان کهن بر این باور بودند که اجسام در حالت طبیعی ساکن هستند و برای اینکه یک جسم با سرعت یکنواخت به حرکت خود ادامه دهد، باید پیوسته نیرویی بر آن وارد شود در غیراین صورت به حالت «طبیعی» خود برمی‌گردد و ساکن می‌شود. اما نیوتن با بهره‌گیری از پژوهشهای گالیله به این پندار درست رسید که اگر جسمی با سرعت یکنواخت به حرکت درآید و نیرویی بیرونی به آن وارد نشود تا ابد با شتاب صفر به حرکت خود ادامه خواهد داد. این ویژگی را نیوتن در نخستین قانون حرکت خود چنین بیان می‌کند:

*اگر برآیند نیروهای وارد بر یک جسم **صفر** باشد، اگر جسم در حالت سکون باشد تا ابد ساکن می ماند، و اگر جسم در حال* حرکت *باشد تا ابد **با همان سرعت و در همان جهت** به* حرکتش *ادامه می دهد* .به این قانون، قانون **لختی** یا **اینرسی** هم میگویند.

قانون دوم

این قانون در سال ۱۶۸۷ در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی توسط نیوتن منتشر شد. این قانون به رابطه بین نیروهای واردآمده به یک جسم و شتاب همان جسم می‌پردازد.

$$\Sigma_i F_i = ma$$

بنا بر قانون اول نیوتن اگر بر جسمی نیرو وارد نشود جسم یا ساکن می‌ماند و یا حرکت یکنواخت بر خط راست خواهد داشت. نتیجه آشکار قانون اول این است که اگر بر جسم نیرو وارد شود جسم ساکن نمی‌ماند و حرکت یکنواخت بر خط راست نیز خواهد داشت، در این صورت وارد کردن نیرو بر جسم در آن شتاب می‌دهد .قانون دوم نیوتن در واقع رابطه شتاب با نیرویی که بر آن وارد می‌شود را بیان می‌کند. شتاب جسمی به جرم m که نیروی F بر آن وارد می‌شود هم جهت و متناسب با نیروی وارد بر آن است و با جرم جسم نسبت عکس دارد. این بیان را می‌توان بصورت زیر نوشت:

$a = F/m$

Fبرآیند نیروهایی است که به علت اثر اجسام دیگر روی جسم مورد نظر وارد می‌شود a .شتاب آن و m جرم جسم است.

دستگاه مختصات لخت

این قانون تنها در دستگاه‌های مختصات لخت صحیح می‌باشد. اینکه در دستگاه‌های غیر لخت چه رابطه‌ای بین نیروهای وارد آمده و شتاب شیء وجود دارد.

دستگاه های غیر لخت

این گونه دستگاه ها بر این اصل پایدارند که هیچ چیز در کره زمین در جای خود ثابت نمی باشد، به این دلیل که کره ی زمین دارای حرکت وضعی و انتقالی و... در فضا می باشد.این گونه دستگاه ها تکیه گاه یا همان مرجع حرکت جسم(زمین)

را به صورت گردان برای ما ایجاد می کنند. از این گونه دستگاه ها در طراحی ها و آزمایش هایی استفاده می شود که لازم است تحت شرایط واقعی انجام شوند مانند:پرتاب موشک ها وماهواره ها از زمین به فضا.

قانون سوم

سومین قانون حرکت نیوتون به این صورت بیان می‌شود که "هر عملی را عکس العملی است ؛ مساوی آن و در جهت خلاف آن .. این قانون به قانون کنش و واکنش هم معروف میباشد.

یعنی که هرگاه جسمی به جسمی دیگر نیرو وارد کند جسم دوم نیز نیرویی به همان بزرگی ولی در خلاف جهت بر جسم اوّل وارد میکند.

باید توجّه داشت که این دو نیرو به دو جسم مختلف وارد میگردند و نباید آنها را با هم بر آیندگیری کرد. مثلاً هنگامی که شخصی بر دیوار نیرو وارد می‌کند دیوار نیز بر شخص نیرو وارد می‌کند اندازه این دو نیرو باهم برابر می‌باشد ولی نیروی اوّل به دیوار وارد میشودو نیروی دوم به شخص.

قانون سوم نیوتن معمولاً به دو شکل بیان می‌شود: شکل ضعیف و شکل قوی. در شکل ضعیف تنها به این اکتفا می‌شود که نیروی واکنش قرینه نیروی کنش است یعنی $\vec{F}_{1\to 2} = -\vec{F}_{2\to 1}$شاخصهای پایین معرف آن است که نیرو از جسم 1 به جسم 2 وارد می‌شود یا برعکس). اما در شکل قوی علاوه بر این فرض می‌شود که این نیروها در امتداد خط واصل میان دو ذره می‌باشند یعنی $\vec{F}_{1\to 2} \propto (\vec{r}_1 - \vec{r}_2)$.

قانون سوم همیشه در طبیعت صادق نیست مثلاً در مورد نیروهای الکترو مغناطیسی وقتی که اجسام موثر بر هم از یکدیگر بسیار دور باشند و یا به تندی شتابدار شوند و یا در مورد هر نیرویی که با سرعتهای معمولی از یک جسم به جسم دیگر منتقل شود، صدق نمیکند. خوشبختانه در مکانیک کلاسیک از بسطهای قانون سوم استفاده کمی می‌شود و مشکلات آن تأثیر چندانی در مکانیک کلاسیک ندارند.

مغلطه ای از قانون سوم نیوتن

بی دقتی در استفاده از قانون کنش و واکنش و مسأله تناقض: فرض کنید که اسبی کالسکه‌ای را می‌کشد طبق قانون سوم نیوتن کالسکه نیز با همان نیرو اسب را در جهت مخالف می‌کشد، پس اسب نمی‌تواند کالسکه را به حرکت در آورد؟ اشکال این استدلال به این صورت است: اگر می‌خواهیم بدانیم که آیا اسب می‌تواند حرکت کند یا نه، باید نیروهای وارد بر اسب را در نظر بگیریم .نیرویی که بر کالسکه وارد می‌شود هیچ ربطی به این مسأله ندارد.

اسب به این دلیل می‌تواند حرکت کند که نیرویی که با پاهایش وارد می‌کند بزرگتر از نیرویی است که کالسکه با آن اسب را به طرف عقب می‌کشد و کالسکه به این دلیل به حرکت در می‌آید که نیرویی که اسب با آن کالسکه را بطرف جلو می‌کشد بزرگتر از نیروهای اصطکاکی است که کالسکه را به طرف عقب می‌کشند .برای اینکه بدانید یک جسم حرکت می‌کند باید نیروهای وارد بر آنرا بررسی کنیم. کنش و واکنش هیچگاه بر یک جسم وارد نمی‌شود.

4 - روش انجام آزمایش :

الف :

I – ماشین آتود را به طور یکسان بار کردیم.

II- صفحه سربارگیر را در فاصله 30 سانتی متری قرار دادیم.

III- وزنه های مورد نظر را به طرف راست ماشین قرار دادیم.

IV – وزنه ها و سربار ها را روی سکو قرار دادیم.

V – ضامن سکو را کشیدیم و زمان رسیدن وزنه ها به صفحه سربار گیر را اندازه گرفتیم.

VI – این کار را سه بار تکرار کردیم.

VII – این کار را در فاصله 40 ، 50 ، 60 ، 70 سانتی هم انجام دادیم

ب:

I – ماشین آتود را به طور یکسان بار کردیم.

II- صفحه سربارگیر را در فاصله 30 سانتی متری قرار دادیم.

III- وزنه ای خیلی سبک فقط برای خنثی کردن اصطکاک سمت راست ماشین آتود قرار دادیم.

IV – وزنه و سربار را روی سکو قرار دادیم.

V – ضامن سکو را کشیدیم و زمان رسیدن وزنه ها به صفحه سربار گیر را اندازه گرفتیم.

VI – این کار را سه بار تکرار کردیم.

VII – این کار را در فاصله 40 ، 50 سانتی هم انجام دادیم

5 - جدول :

$\bar{t}$(s)	t_3(s)	t_2(s)	t_1(s)	T(s) / X(m)
1.26	1.26	1.24	1.29	0.3
1.40	1.41	1.38	1.41	0.4
1.57	1.53	1.64	1.55	0.5
1.76	1.75	1.76	1.76	0.6
1.82	1.79	1.88	1.79	0.7

ب :

$a(m.s^{-2})$	$\bar{t}^2(s)$	$\bar{t}(s)$	$t_3(s)$	$t_2(s)$	$t_1(s)$	T(s) / X(m)
0.16	1.82	1.35	1.36	1.36	1.32	0.3
0.13	2.99	1.73	1.75	1.66	1.79	0.4
0.12	4.16	2.04	2.00	2.11	2.01	0.5

$\bar{a}$ = 0.14$(m.s^{-2})$

6 – محاسبات:

$\bar{t}(s) = (1.32 + 1.36 + 1.36)/ 3 = 1.35$ s

$\bar{t}^2(s) = (1.35)^2 = 1.82$ s

$a(m.s^{-2}) = x / \bar{t}^2(s) = 0.3 / 1.82 = 0.16\ m.s^{-2}$

7 – خطاها :

1 – زمان کشیدن ضامن سکو و شروع زمان سنج یکی نبود. (تاثیر گذارترین)

2 – زمان رسیدن وزنه ها به صفحه سربار گیر و قطع کردن زمان سنج یکی نبود.

3 – ماشین آتود را نمی شد یکسان بار کرد.

4 – رفت و آمد دانشجویان اطراف ترازو باعث خطای اندازه گیری می شد.

خطای نسبی :

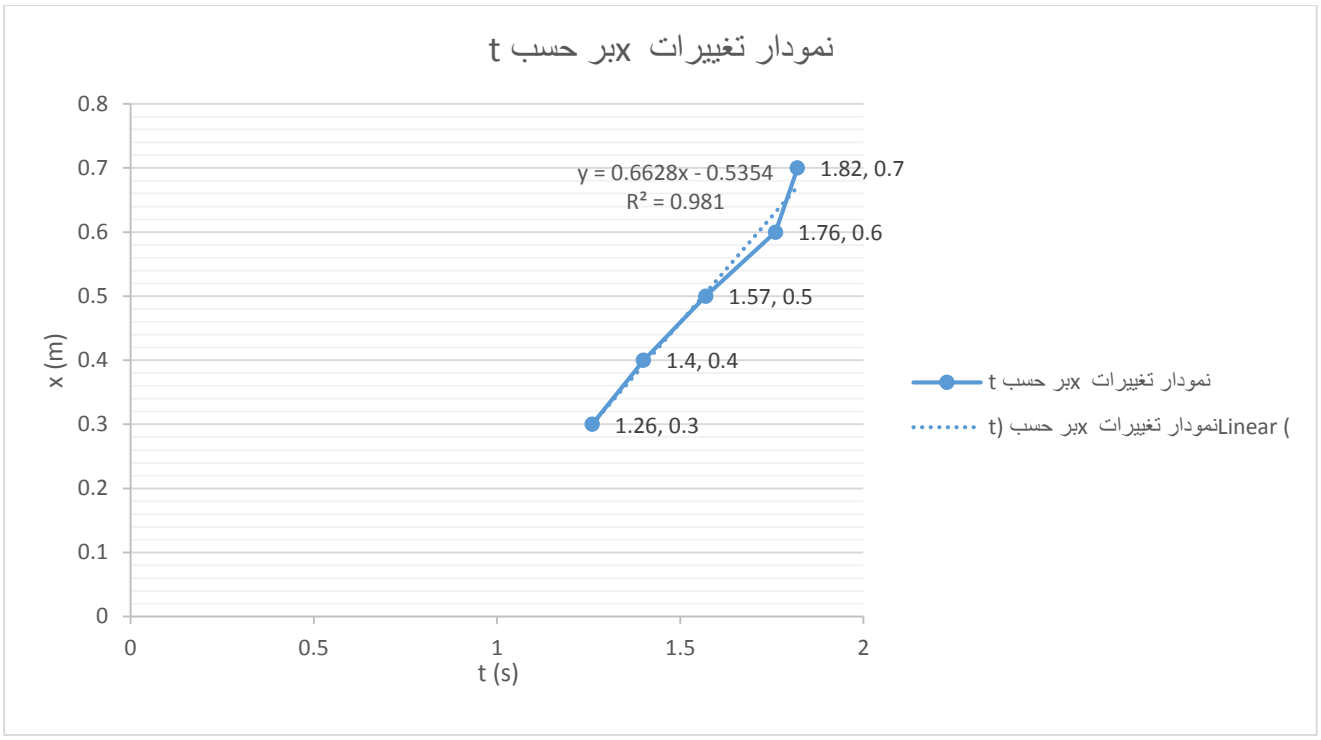
$$a = x / s^{-2} \longrightarrow \log a = \log x - \log s^{-2} \longrightarrow \frac{da}{a} = \frac{dx}{x} + 2\frac{ds}{s} \longrightarrow \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta x}{x} + 2\frac{\Delta s}{s}$$

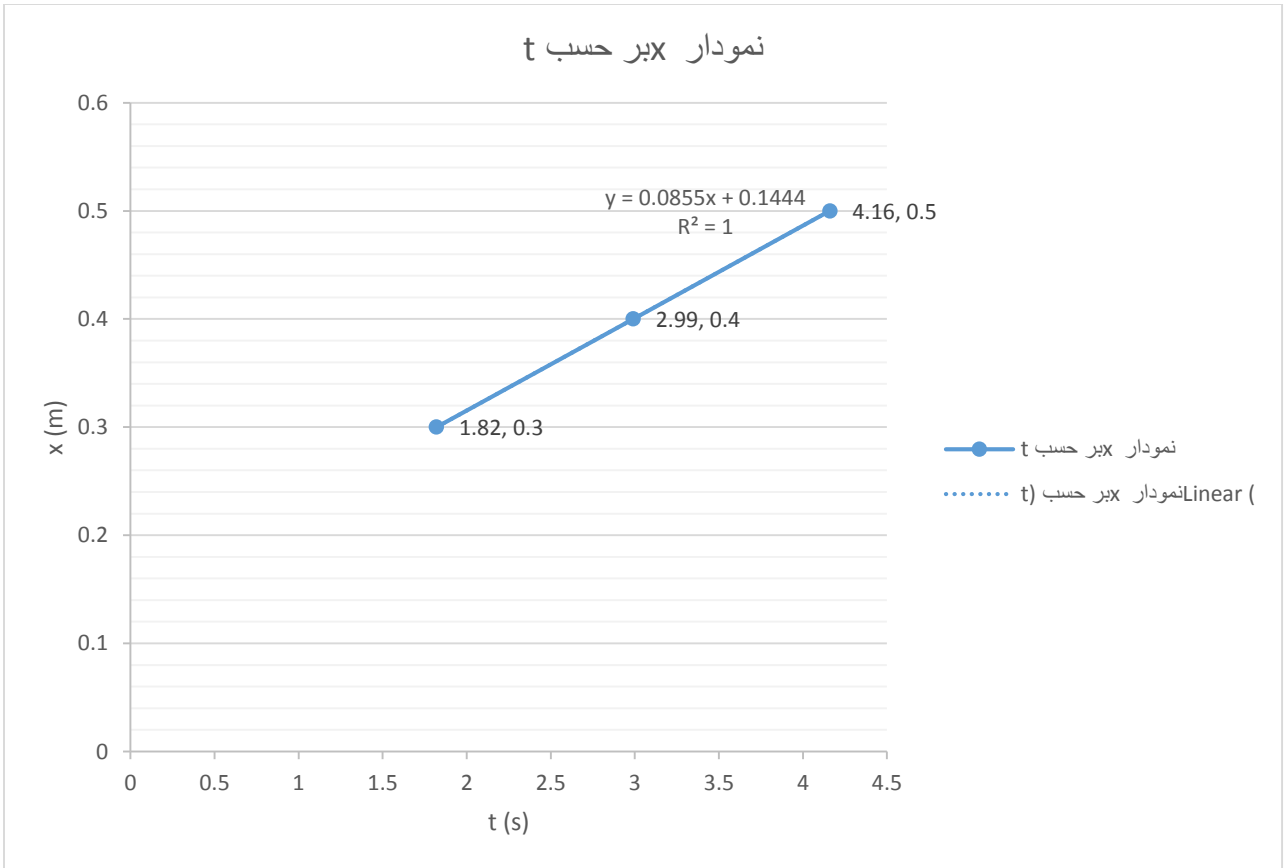
$$\longrightarrow \frac{\Delta a}{0.16} = \frac{0.05}{0.3} + 2\frac{0.01}{1.35} = 0.18 \longrightarrow \Delta a = 0.03$$

8 – منابع :

http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%D9%85%D8%A7%D8%B4%DB%8C%D9%86+%D8%A2%D8%AA%D9%88%D9%88%D8%AF&SSOReturnPage=Check&Rand=0

http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%82%D9%88%D8%A7%D9%86%DB%8C%D9%86_%D8%AD%D8%B1%DA%A9%D8%AA_%D9%86%DB%8C%D9%88%D8%AA%D9%86


نمودار تغییرات x بر حسب t
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
x (m)
0
0.5
1
1.5
2
t (s)
y = 0.6628x - 0.5354
R² = 0.981
1.82, 0.7
1.76, 0.6
1.57, 0.5
1.4, 0.4
1.26, 0.3
نمودار تغییرات x بر حسب t
Linear (نمودار تغییرات x بر حسب t)


نمودار x بر حسب t
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
x (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
t (s)
y = 0.0855x + 0.1444
R² = 1
4.16, 0.5
2.99, 0.4
1.82, 0.3
نمودار x بر حسب t
Linear (نمودار x بر حسب t)