باسمه تعالی

نام و نام خانوادگی: علی وکیلیان شماره دانشجويي: 86109268 رشته: مهندسی برق

زير گروه: C تاريخ انجام آزمايش:1387/2/7 ساعت: 1:30

دستيار آموزشی: آقای اسعد زاده

**آزمايش شماره:** 4

**عنوان آزمايش:** سرعت، شتاب خطی و قانون دوم نيوتون

**هدف:** اندازه گيری سرعت و شتاب در حرکت بر روی خط مستقيم و مطالعه ی رابطه ی بين نيرو، شتاب و جرم (قانون دوم نيوتون)

**وسايل مورد نياز:** ريل هوا با پايه، شير اتصال به پمپ هوا، آغاز گر حرکت، زمان سنج الکترونيکی، سنسور نوری، خرطومی اتصال به پمپ هوا، سره، خط کش با دقت نيم ميليمتر، تيغه ی پايه دار، تعدادی وزنه ی سوراخ دار، قرقره ی پايه دار، نگهدارنده ی وزنه، وزنه، نخ

**نظريه:**

در سينماتيک با داشتن اين مقاديراولیه سرعت و مکان جسم و با توجه به روابط، می توان مکان و وضعيت جسم را در زمانی دلخواه محاسبه کرد.

روابط مورد نظر عبارتند از:

در روابط بالا، برای دانستن مکان جسم کمیتی ديگری وجود دارد به نام شتاب که میبایست محاسبه شود.

که این کمیت نتیجه ی آزمایشات نیوتون بود، وی دریافت که هرچه نيروی وارد بر جسم بيشتر باشد، شتابی که جسم می گيرد بيشتر خواهد بود. که این موضوع را در قانون دوم خود اینگونه بيان کرد که نيرويي که به جسم وارد می شود متناسب با جرم جسم و شتاب آن است. با انتخاب يکای صحیح اين تناسب به تساوی تبديل شد. يکای نيرو نيوتون است و1 نيوتون معادل نيرويي است که اگر بر جسمی به جرم يک کيلوگرم اعمال شود، شتاب 1 متر بر مجذور ثانيه خواهد گرفت.

**روند انجام آزمايش**

**1- حرکت با سرعت ثابت**

زمان عبور تيغه ی فلزی با طولهای متفاوت را پس از ضربه زدن به آن توسط تفنگ اندازه می گيريم و سرعت حرکت تيغه را محاسبه می کنيم.

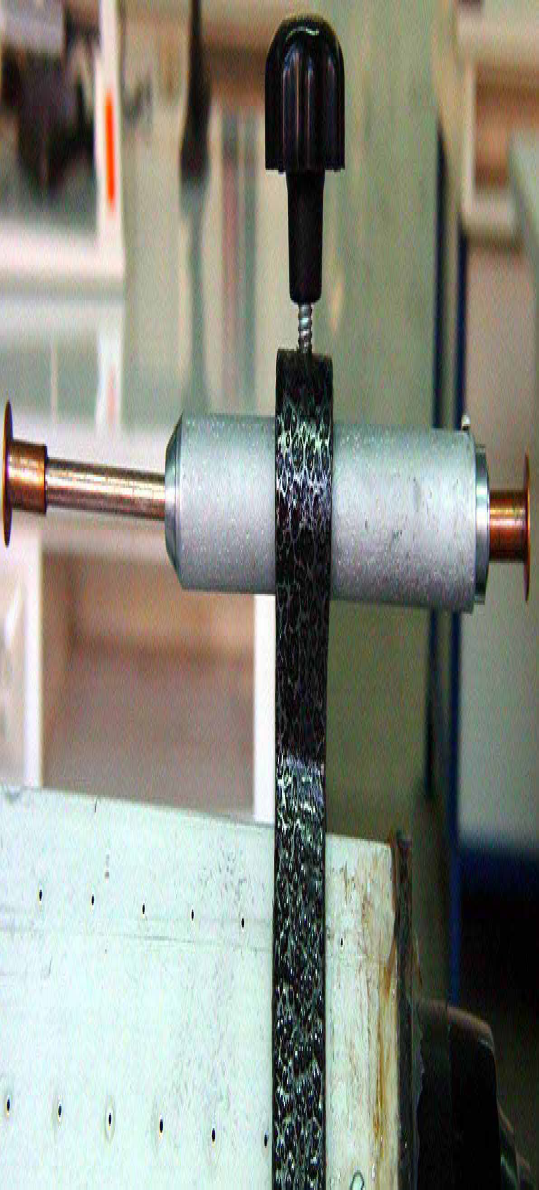
در بخش دوم زمانی که تیغه از بين دو سنسور با فاصله ی مشخص عبور می کند (با ضربه ی اوليه) را ا ندازه می گيريم و با توجه به آن، سرعت حرکت تيغه را حساب می کنیم.

**2- حرکت با شتاب ثابت**

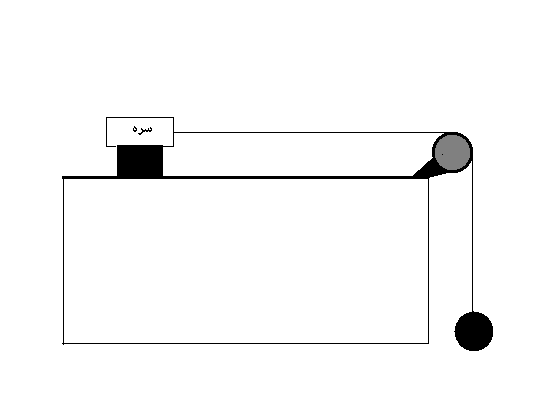
در اين قسمت ، يک وزنه با جرم معلوم به انتهای تیغه می بنديم تا سقوط کند و سیستم را با شتاب ثابت بکشد. در اين حالت نیز زمان عبور تيغه ها را از جلوی سنسور به دست می آوریم.

در اين بخش به ازای دو حالت برای جرم تيغه و سره زمان ها را اندازه گیری می کنیم : جرمی روی سره نباشد، جرم مشخصی روی آن باشد

در بخش دوم تنها فاصله ی دو سنسور را تغییر می دهیم (20 تا100 )



تفنگ (سرعت اولیه)



**جداول:**

جدول 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 10 | 10 | 10 |
|  | 35 | 28 | 29 | 79 | 47 | 50 | 69 | 70 | 67 | 99 | 96 | 103 |
|  | 31 | | | 59 | | | 69 | | | 99 | | |
|  | 0.84 | | | 0.86 | | | 1 | | | 1 | | |

جدول 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20 | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | 60 | 60 | 60 | 80 | 80 | 80 | 100 | 100 | 100 |
|  | 197 | 196 | 193 | 439 | 383 | 378 | 555 | 659 | 571 | 763 | 763 | 808 | 979 | 976 | 974 |
|  | 195 | | | 400 | | | 595 | | | 778 | | | 976 | | |
|  | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1.02 | | |

جدول 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2.7 | 2.7 | 2.6 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 10 | 10.1 | 10 |
|  | 166 | 142 | 132 | 235 | 225 | 210 | 271 | 282 | 278 | 336 | 353 | 353 |
|  | 147 | | | 223 | | | 277 | | | 347 | | |

*M0 = 222.0 gr*

*m = 53.7 gr*

جدول 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2.5 | 2.6 | 2.6 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 10 | 10 | 10 |
|  | 208 | 177 | 170 | 282 | 285 | 251 | 309 | 315 | 304 | 435 | 421 | 414 |
|  | 185 | | | 273 | | | 309 | | | 423 | | |

*M + M0 = 256.4 gr*

*m = 53.6 gr*

جدول 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 10 | 10 | 10 |
|  | 200 | 204 | 223 | 293 | 307 | 305 | 327 | 334 | 305 | 383 | 404 | 398 |
|  | 209 | | | 302 | | | 322 | | | 395 | | |

*M + M0 = 306.5 gr*

*m = 53.7 gr*

جدول 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20 | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | 60 | 60 | 60 | 80 | 80 | 80 | 100 | 100 | 100 |
|  | 717 | 710 | 733 | 1030 | 1023 | 1026 | 1280 | 1266 | 1265 | 1155 | 1117 | 1124 | 1298 | 1285 | 1221 |
|  | 720 | | | 1026 | | | 1270 | | | 1132 | | | 1268 | | |

*M + M0 = 318.8 gr*

**خواسته ها:**

**خواسته ی 1:**

در جداول 1 و 2 انتظار داريم که با سرعت ثابت روبرو شويم؛ چون بعد از رها کردن وزنه هيچ نيروی خارجی تقريبا به آن وارد نمی شود (نيروی اصطکاک بالشتک هوا بسيار ناچيز است و نيروی وزن با نيروی عمودی سطح خنثی می شود.) که با اين پديده هم عملا با تقريب خوبی در جدول روبرو می شويم. دروقع ما در جدولهای 1و 2 سرعت متوسط را وارد می کنيم که به دليل ثابت بودن سرعت همان سرعت لحظه ای است. شايان ذکر است که در جداول دليل ديده شدن تعداد زيادی سرعت 1 اين است که از تقسيم جابجايي بر زمان اعدادی به دست می آيند که با توجه به ارقام بامعنی پس از گرد کردن 1 می شود (يعنی تفاوت آنها از دقت اندازه گيری ما کمتر است.)

در جداول 3 تا 6 هم با سرعت متغير يا حرکت شتاب دار (به دليل ثابت بودن نيروهای خارجی با شتاب ثابت) روبرو هستيم. می دانيم سرعت متوسط حاصل تقسيم جابجايي بر زمان است. برای مثال در زير سرعت های متوسط مربوط به جدول های 3 و 4 و 5 آورده شده است:

جدول 7 - سرعت های متوسط مربوط به جدول 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 6.9 | 5.1 | 2.7 |  |
| 347 | 277 | 223 | 147 |  |
| 0.29 | 0.25 | 0.23 | 0.18 |  |

جدول 8 - سرعت های متوسط مربوط به جدول 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 6.9 | 5.1 | 2.6 |  |
| 423 | 309 | 273 | 185 |  |
| 0.24 | 0.22 | 0.19 | 0.14 |  |

جدول 9 - سرعت های متوسط مربوط به جدول 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 6.9 | 5.1 | 2.7 |  |
| 395 | 322 | 302 | 209 |  |
| 0.25 | 0.21 | 0.17 | 0.13 |  |

همان طور که ديده می شود در هر جدول، با زياد شدن طول و به تبع آن با زياد شدن زمان، سرعت متوسط افزايش پيدا کرده که اين هم منطقی است؛ چون حرکت شتاب دار است و شتاب آن هم مثبت است. در مقايسه جدول ها با هم نيز مشاهده می شود برای طول های مختلف وقتی جرم روی سره را افزايش می دهيم (از جدول 7 تا جدول 9 حرکت می کنيم) تقريبا سرعت متوسط کاهش پيدا می کند (به جز طول 10 در جدول 9 که ناشی از خطای آزمايش است) که اين هم دور از انتظار نيست، چون با زياد کردن جرم روی سره شتاب حرکت که برابر  است کاهش می يابد و در نتيجه سرعت متوسط در بازه های زمانی مساوی کاهش پيدا می کند.

در مورد سرعت لحظه ای از جداول بالا نمی توان مستقيما حرفی زد چون همه ی اندازه گيری های انجام شده در يک بازه ی زمانی صورت گرفته و در يک زمان مشخص نيست، ولی چون زمانها در حد دهم ثانيه است (به خصوص در جداول 1 تا 5) می توان سرعت متوسط را با تقريب خوبی با سرعت لحظه ای برابر دانست. با توجه به جداول 7 تا 9 می توان گفت که سرعت با افزايش زمان روبه افزايش است که اين هم با توجه به مثبت بودن شتاب قابل پيش بينی است.

**خواسته ی 2**



همان طور که ديده می شود، نمودار خطی است که انتظار آن هم می رود چون سرعت ثابت است. شيب نمودار هم سرعت حرکت را نشان می دهد که برابر  يا  است. خطای اين شيب برابر  است که ناشی از وجود مقدار بسيار اندکی اصطکاک، يکسان نبودن ضربه ی تفنگ در همه ی موارد و دقت خود وسايل اندازه گيری است.



اين نمودار هم مانند نمودار 1 خطی است و سرعت حرکت جسم برابر  يا  است. خطای اين سرعت هم برابر  است که از خطای قسمت قبل کمتر است؛ زيرا اندازه گيری ها در بازه ی مکانی و زمانی بزرگتری انجام شده اند.

**خواسته ی 3**

نمودارهای مربوط به جدول 3:



برای اين نمودار هرچند که سهمی است و شيب و خطا برای آن معنی ندارد، شيبش برابر  است.



شيب اين نمودار برابر  است که با توجه به رابطه ی  (با توجه به صفر بودن سرعت اوليه) برابر نصف شتاب است؛ پس خود شتاب برابر  خواهد بود.

نمودارهای مربوط به جدول 4:



برای اين نمودار شيب برابر  است (هرچند مانند قسمت قبل مفهوم خاصی ندارد.)

 شيب اين نمودار برابر  است که با توجه به رابطه ی  (با توجه به صفر بودن سرعت اوليه) برابر نصف شتاب است؛ پس خود شتاب برابر  خواهد بود.

نمودارهای مربوط به جدول 5:



برای اين نمودار شيب برابر  است (هرچند مانند قسمت قبل مفهوم خاصی ندارد.) 

شيب اين نمودار برابر  است که با توجه به رابطه ی  (با توجه به صفر بودن سرعت اوليه) برابر نصف شتاب است؛ پس خود شتاب برابر  خواهد بود.

خطاهای موجود در اين بخش ناشی از اصطکاک کم ناشی از بالشتک هوا، اصطکاک موجود در قرقره، مقاومت هوا هنگام سقوط وزنه و خطای وسايل اندازه گيری است.

**خواسته ی 4**

برای جدول 3:



و مقدار اندازه گيری شده برابر  است، پس خطای نسبی خواهد بود با: 

برای جدول 4:



و مقدار اندازه گيری شده برابر  است، پس خطای نسبی برابر خواهد بود با: 

برای جدول 5:



و مقدار اندازه گيری شده برابر  است، پس خطای نسبی برابر خواهد بود با: 

دلايل خطا همان طور که ذکر شد وجود اصطکاک در بالشتک هوا، اصطکاک هوا برای سقوط وزنه و اصطکاک قرقره و همچنين خطای وسايل اندازه گيری (زمان سنج، سنسورهای نوری و ترازو) است.