باسمه تعالی

نام و نام خانوادگی: احسان عماد مروستی شماره دانشجويي: 87105835 رشته: کامپیوتر

زير گروه:C

دستيار آموزشی: آقای اسعد زاده

**آزمايش شماره:** 6

**عنوان آزمايش:** حرکت پرتابی

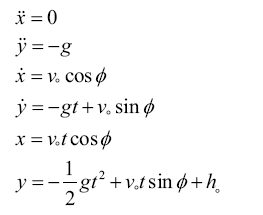
**هدف:** بررسی حرکت پرتابی گلوله ی فلزی و بستگی برد و بيشينه ی ارتفاع به شرايط اوليه ی پرتاب

**وسايل مورد نياز:** سيستم پرتاب کننده شامل تفنگ فنری سه حالته - صفحه ی تنظيم زاويه ی پرتاب - سنسور اندازه گيری سرعت - گلوله ی فلزی - ميز فرود - خط کش مخصوص اندازه گيری ارتفاع - کاغذ کاربنی نشان دهنده ی مکان فرود - متر نواری

**نظريه:**

حرکت پرتابی يعنی حرکت يک جسم تحت ميدان گرانش زمين در حالتی که يک مکان اوليه و يک زاويه ی اوليه داشته باشد.:

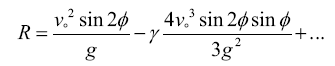
که در آن R برد، H ارتفاع اوج و v0 سرعت اوليه ی پرتابه است. با صرف نظر کردن از مقاومت هوا می توان معادلات زير را برای اين نوع حرکت در نظر گرفت:



که در آن h0 ارتفاع اوليه ی پرتابه است. از اين روابط می توان برد و ارتفاع اوج پرتابه را محاسبه کرد:



اگر مقاومت هوا را به صورت  در نظر بگيريم و ارتفاع اوليه را صفر در نظر بگيريم، خواهيم داشت:



**مراحل انجام آزمايش**

تفنگ پرتاب از يک فنر تشکيل شده که می تواند گلوله ای را که پرتابه ی ما محسوب می شود با سه شدت اوليه کمینه، متوسط و بيشينه پرتاب کند. با استفاده از نقاله می توان زاويه ی اوليه پرتاب را تنظيم کرد. برای هر شدت ضربه، ارتفاع اوج و برد را به ازای زوايای 10، 20، 30، 45، 60، 70 و 80 درجه اندازه می گيريم. ارتفاع اوليه ی پرتاب را هم به کمک خط کش ثبت می کنيم. هر آزمايش را 3 بار انجام می دهيم.

نحوه ی ثبت برد گلوله به اين صورت است که گلوله روی يک کاغذ کاربنی فرود می آيد و روی آن جا می اندازد و با استفاده از متر نواری می توان برد را اندازه گرفت.

ارتفاع را هم با يک خط کش که هر سانتيمتر آن با يک رنگ رنگ شده و می توان با عبور گلوله از روبروی خط کش، ارتفاع اوج آن را با دقت يک سانتيمتر اندازه گرفت.

در زير بعضی از وسايل آزمايش آورده کشيده شده است:

**جداول**

جدول 1 - (ضربه ی تفنگ پرتاب کننده: بيشينه)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه (درجه) | 45 | 30 | 60 | 20 | 70 | 10 | 80 |
| ميانگين سرعت اوليه (متر بر ثانيه) | 4.42 | 4.17 | 3.99 | 4.42 | 3.87 | 4.12 | 4.14 |
| ميانگين ارتفاع بيشينه (سانتيمتر) | 89 | 55 | 107 | 37 | 124 | 29 | 141 |
| ميانگين برد (سانتيمتر) | 245 | 200 | 188 | 209 | 134 | 143 | 85 |

*h0 = 25 cm*

جدول 2 - (ضربه ی تفنگ پرتاب کننده: متوسط)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه (درجه) | 45 | 30 | 60 | 20 | 70 | 10 | 80 |
| ميانگين سرعت اوليه (متر بر ثانيه) | 3.36 | 3.66 | 3.22 | 3.12 | 3.22 | 2.83 | 3.27 |
| ميانگين ارتفاع بيشينه (سانتيمتر) | 59 | 44 | 78 | 34 | 87 | 31 | 93 |
| ميانگين برد (سانتيمتر) | 163 | 142 | 126 | 122 | 102 | 84 | 50 |

*h0 = 26 cm*

جدول 3 - (ضربه ی تفنگ پرتاب کننده: کمينه)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه (درجه) | 45 | 30 | 60 | 20 | 70 | 10 | 80 |
| ميانگين سرعت اوليه (متر بر ثانيه) | 2.31 | 2.13 | 2.26 | 2.16 | 2.29 | 2.18 | 2.26 |
| ميانگين ارتفاع بيشينه (سانتيمتر) | 45 | 36 | 54 | 34 | 53 | 32 | 64 |
| ميانگين برد (سانتيمتر) | 83 | 79 | 70 | 68 | 55 | 60 | 29 |

*h0 = 25 cm*

**خواسته ها**

**خواسته ی 1**

می دانيم برد و ارتفاع بيشينه از روابط زير بدست می آيند:



با توجه به روابط بالا مقادير برد و ارتفاع بيشينه با توجه به زاويه و سرعت اوليه در جداول زير آورده شده است:

جدول 4 - نتايج محاسبه شده برای ضربه ی بيشينه

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه (درجه) | 45 | 30 | 60 | 20 | 70 | 10 | 80 |
| ميانگين سرعت اوليه (متر بر ثانيه) | 4.42 | 4.17 | 3.99 | 4.42 | 3.87 | 4.12 | 4.14 |
| ارتفاع بيشينه (سانتيمتر) | 75 | 47 | 86 | 37 | 92 | 28 | 110 |
| برد (سانتيمتر) | 222 | 189 | 154 | 178 | 107 | 126 | 64 |

جدول 5 - نتايج محاسبه شده برای ضربه ی متوسط

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه (درجه) | 45 | 30 | 60 | 20 | 70 | 10 | 80 |
| ميانگين سرعت اوليه (متر بر ثانيه) | 3.36 | 3.66 | 3.22 | 3.12 | 3.22 | 2.83 | 3.27 |
| ارتفاع بيشينه (سانتيمتر) | 54 | 42 | 65 | 31 | 72 | 26 | 78 |
| برد (سانتيمتر) | 137 | 153 | 105 | 107 | 76 | 80 | 41 |

جدول 6 - نتايج محاسبه شده برای ضربه ی کمينه

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه (درجه) | 45 | 30 | 60 | 20 | 70 | 10 | 80 |
| ميانگين سرعت اوليه (متر بر ثانيه) | 2.31 | 2.13 | 2.26 | 2.16 | 2.29 | 2.18 | 2.26 |
| ارتفاع بيشينه (سانتيمتر) | 39 | 31 | 44 | 28 | 49 | 26 | 50 |
| برد (سانتيمتر) | 73 | 66 | 57 | 64 | 42 | 57 | 21 |

**خواسته ی 2**

نمودار مربوط به برد گلوله بر حسب زاويه ی پرتاب مربوط به جداول 1 تا 3:









چون h0 کم است، می توان در نظر گرفت که شکل کلی نمودارها بايد به صورت  باشد که به دليل تقريبا يکسان بودن V0 برای هر کدام از جدول ها، می توان گفت که شکل خروجی بايد يک سينوسی باشد که نزديکيهای 45 درجه برد ماکسيمم است (نزديک 45 درجه چون نمی توان برای حساب کردن زاويه ای که بيشترين برد را به ما می دهد از h0 صرف نظر کنيم­­، از h0 تنها برای تعيين شکل کلی نمودار صرف نظر کرديم.). صفر نبودن h0 باعث می شود که برد برای زاويه های متمم برابر نباشد.

در ضمن به ازای يک زاويه ی پرتاب، مسلما هم از نظر شهودی و هم با بررسی رابطه ی  می توان پيش بينی کرد که اگر ضربه را زياد کنيم، برد هم زياد خواهد شد. نمودارها هم اين مطلب را نشان می دهند: نمودارهای مربوط به ضربه ی بيشينه بالای نمودارهای مربوط به ضربه ی متوسط و آن هم بالای نمودارهای مربوط به ضربه ی کمينه است.

خطای منحنی ها نسبت به حالت آزمايش شده ناشی از اصطکاک هوا، اصطکاک وسيله ی پرتاب کننده، يکسان نبودن ضربه برای همه ی حالات، و خطای وسايل اندازه گيری و خطای انسانی در تشخيص محل برخورد گلوله با زمين است.

**خواسته ی 2**









می دانيم ارتفاع اوج از رابطه ی  بدست می آيد. در هر حالت چون v0 تقريبا ثابت است و سينوس هم در محدوده ی 0 تا 90 صعودی است، ارتفاع اوج هم بايد صعودی باشد و در 90 درجه به مقدار ماکسيمم خود برسد. از طرفی به ازای زاويه ی پرتاب های يکسان، با زياد کردن ضربه ارتفاع اوج هم زياد می شود که اين مطلب هم در نمودار مشاهده می شود.

علت اختلاف و خطا در نمودارها، وجود اصطکاک هوا، اصطکاک وسيله ی پرتاب کننده، خطای ناشی از وسايل اندازه گيری و خطای انسانی در اندازه گيری ارتفاع اوج است.

**خواسته ی 3**

به دليل اينکه نرم افزار EXCEL نمی تواند بهترين خط گذرنده را در حالت نمودار تمام لگاريتمی رسم نمايد، نمودار لگاريتم برد برحسب لگاريتم سرعت اوليه را رسم می کنيم و بهترين خط گذرنده از آن را در نظر می گيريم، داده های خام و تبديل شده به لگاريتم به صورت زير است:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه ی پرتاب | 20 | | 45 | | 70 | |
|  | V0 (m/s) | R (m) | V0 (m/s) | R (m) | V0 (m/s) | R (m) |
| ضربه ی بيشينه | 4.42 | 2.09 | 4.42 | 2.45 | 3.87 | 1.34 |
| ضربه ی متوسط | 3.12 | 1.22 | 3.36 | 1.63 | 3.22 | 1.02 |
| ضربه ی کمينه | 2.16 | 0.68 | 2.31 | 0.83 | 2.29 | 0.55 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| زاويه ی پرتاب | 20 | | 45 | | 70 | |
|  | Log V0 | Log R | Log V0 | Log R | Log V0 | Log R |
| ضربه ی بيشينه | 0.65 | 0.32 | 0.65 | 0.39 | 0.59 | 0.13 |
| ضربه ی متوسط | 0.49 | 0.09 | 0.53 | 0.21 | 0.51 | 0.01 |
| ضربه ی کمينه | 0.33 | -0.2 | 0.36 | -0.1 | 0.36 | -0.3 |

با صرف نظر کردن از h0 داريم  پس با کشيدن نمودار تمام لگاريتمی خواهيم داشت:



پس کافی است عرض از مبدا بهترين خط گذرنده از نمودار را در نظر بگيريم و با توجه به زاويه ی پرتاب، مقدار g را محاسبه کنيم:



در اين حالت:





در اين حالت:





در اين حالت:



همان طور که ديده می شود، در اين روش خطای بسياری وجود دارد و اعداد بدست آمده با مقدار واقعی شتاب گرانش بسيار متفاوت است. مشکلات اين روش را می توان به صورت زير خلاصه کرد:

* مقدار داده ها خيلی کم است، يعنی گذراندن خط از تنها 3 نقطه، خطا را بسيار بالا می برد.
* تبديل کردن اعداد اوليه به لگاريتم و سپس تبديل دوباره ی نتيجه به صورت عادی، باعث تغيير داده ها می شود، چون در برگرداندن داده ها از حالت لگاريتمی به حالت عادی، اگر تنها 0.1 اختلاف مد نظر قرار نگيرد، مقدار بدست آمده حدود 2/1 برابر می شود!
* وجود اصطکاک هوا و اصطکاک وسيله ی پرتاب کننده
* خطاهای وسايل اندازه گيری (متر برای اندازه گيری طول و نقاله برای اندازه گيری زاويه) و خطای انسانی در بدست آوردن داده های اوليه