

بسم الله الرحمن الرحيم

1 - نام و نام خانوادگی :

2 - نام همکار :

3 - شماره گروه :

4 - عنوان آزمایش : آزمایش شماره 8 - الف و ب : حرکت پرتابی ، آونگ بالستیک

5 - رشته تحصیلی : فیزیک

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

7 - تاریخ انجام آزمایش : 1393/ 9 / 29

8 - تاریخ تحویل گزارش: 1393/ 10 / 3

1 - هدف آزمایش :

الف : بررسی سرعت اولیه پرتاب ، برد و ماکزیم ارتفاع در حرکت پرتابی به عنوان تابعی از زاویه پرتاب

ب : بدست آوردن سرعت نا معلوم با استفاده از بقای تکانه خطی

2 - وسایل مورد نیاز :

الف : 1 - تابلوی بالستیک 2 - تایمر با دقت 0.001 ثانیه و سنسور های مربوطه 3- میزچه سقوط 4- تراز 5 - گلوله 6 -
کاربن 7 - متر با دقت 0.1 سانتی متر

ب : تابلوی بالستیک و پاندول مربوطه

3 -مقدمه و تئوری :

حرکت پرتابی در حضور مقاومت هوا

در این حالت که تقریباً حالت واقعی‌تر حرکت یک پرتابه است، فرض می‌کنیم که مقاومت هوا به صورت یک نیروی تلف کننده بر پرتابه عمل کند. در این صورت حرکت پایا نبوده و در اثر آن اصطکاک ناشی از مقاومت هوا ، انرژی کل بطور مداوم در حال کاهش می‌باشد. اگر برای سادگی فرض کنیم که نیروی مقاومت هوا به صورت خطی با سرعت تغییر کند، در این صورت دو نیرو بر پرتابه اثر می‌کند که یکی نیروی مقاومت هوا و دیگری نیروی گرانشی زمین است. بنابراین اگر معادلات حرکت را بنویسیم، در این صورت در راستای سه محور مختصات شتاب خواهیم داشت.

حال اگر با استفاده روشهای حل معادلات دیفرانسیل ، معادلات حرکتی را حل کنیم، در این صورت به جوابهایی خواهیم رسید که توابعی نمایی از زمان هستند. در این حالت مسیر حرکت به صورت یک سهمی نیست، بلکه این مسیر به صورت منحنی است که زیر مسیر سهمی متناظر (حالت بدون مقاومت هوا) قرار دارد. البته لازم به ذکر است که در حرکت واقعی یک پرتابه در جو زمین ، قانون مقاومت هوا به صورت خطی نیست، بلکه به صورت تابع پیچیده‌ای از تندی است. با استفاده از روشهای انتگرال گیری عددی به کمک کامپیوترهای با سرعت بالا ، می‌توان محاسبات دقیق مسیر حرکت را انجام داد .

برد حرکت پرتابی

اصطلاحاً واژه برد به مسافت افقی اطلاق می‌شود که پرتابه طی می‌کند تا به زمین برسد. بعد از حل معادلات حرکت و مشخص نمودن مولفه‌های حرکت در راستاهای مختلف ، در مؤلفه Z حرکت $z = 0$ قرار داده و مقدار t را محاسبه می‌کنیم. حال این مقدار t را در مولفه‌های X و Y جایگذاری می‌کنیم. طبیعی است که جذر مربع مجموع مولفه‌های X و Y حرکت ، برابر برد پرتابه خواهد بود .

کاربرد حرکت پرتابی

کاربرد حرکت پرتابی معمولاً در موارد نظامی بیشتر از موارد دیگر است. به عنوان مثال ، دیدبان با استفاده از قوانین حرکت پرتابه مختصات محلی را که می‌خواهند بوسیله توپخانه هدف قرار دهند، تهیه می‌کند و آن را در اختیار افرادی که در کنار توپ قرار دارند، می‌دهد. سپس افراد دیگری این مختصات با تنظیم لوله توپ پیاده می‌کنند، حال اگر توپ شلیک شود، به هدف مورد نظر اصابت خواهد نمود. بنابراین حرکت پرتابی در امور نظامی و جنگی کاربرد فوق‌العاده مهمی دارد .

دید کلی

آونگ بالستیک مثالی است که معمولاً در تشریح مسایل مربوط به نظریه برخورد مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌دانیم که برخورد در حالت کلی می‌تواند به سه صورت برخورد کشسان یا الاستیک ، برخورد ناکشسان و برخورد کاملاً ناکشسان اتفاق بیفتد. در حالت اول قانون بقای انرژی جنبشی برقرار است. بنابراین می‌توان از قوانین بقای اندازه حرکت خطی و انرژی جنبشی بهره برد. در صورتی که در برخورد غیر کشسان فقط قانون بقای اندازه حرکت خطی برقرار است. اما در برخورد غیر کشسان کامل که در مسئله آونگ بالستیک نیز این نوع برخورد صورت می‌گیرد، ذرات برخورد به یکدیگر می‌چسبند و با هم حرکت می‌کنند .

ساختمان آونگ بالستیک

آونگ بالستیک از یک قطعه چوب بزرگ به شکل مکعب مستطیل تشکیل شده است. این قطعه بوسیله دو تکه ریسمان که به دو سر قطعه چوب متصل شده است، از نقطه‌ای آویزان شده است. گلوله‌ای به طرف این مکعب چوبی تشکیل می‌شود. بعد از شلیک گلوله در داخل قطعه چوب فرو رفته و در اثر نیرویی که به آن وارد می‌کند، موجب نوسان آن می‌گردد .

تشریح حرکت آونگ بالستیک

قطعه چوب به جرم M ابتدا در حالت قائم قرار دارد. حال گلوله‌ای به جرم m با سرعت افقی V_i به طرف قطعه چوب شلیک می‌شود. اگر زمان برخورد (زمان لازم برای ساکن شدن گلوله نسبت به قطعه چوب) در مقایسه با زمان نوسان آونگ خیلی کوچک باشد، ریسمان‌های نگه دارنده در حین برخورد قائم می‌مانند. بنابراین ، هیچ نیروی افقی خارجی در حین برخورد، به دستگاه وارد نمی‌شود، و مولفه‌های افقی اندازه حرکت خطی پایسته می‌مانند . سرعت بعد از برخورد سیستم (گلوله + آونگ) خیلی کمتر از سرعت گلوله بعد از برخورد است. این سرعت نهایی که با V_f نشان می‌دهیم به راحتی با استفاده از قانون بقای اندازه حرکت خطی قابل محاسبه است .

$$Mv_i = (m+M) V_f$$

بعد از برخورد، آونگ و گلوله به ارتفاع بیشینه Y می‌رسند و در آنجا انرژی جنبشی بعد از برخورد به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می‌شود. بنابراین قانون بقای انرژی مکانیکی برقرار است، لذا می‌توان با اندازه گیری ارتفاع و مخلوط کردن دو رابطه حاصل از قانون بقای اندازه حرکت خطی و قانون بقای انرژی مکانیکی ، سرعت اولیه گلوله را بدست آورد. اصول آونگ بالستیک برای اندازه گیری سرعت گلوله بکار می‌رود $V_i = (m+M)/m \sqrt{2gy}$. در این رابطه g شتاب جاذبه زمین است .

4 - روش انجام آزمایش :

الف :

I – سطح میزچه سقوط را با کاربن و کاغذ سفید پوشانیدیم.

II- گلوله فلزی را تهیه کردیم.

III- دستگاه پرتاب کننده را به اندازه زاویه دلخواه تنظیم کردیم.

IV – ضامن پشت دستگاه پرتاب کننده را به اندازه ی یک شیار بیرون کشیدیم.

V – گلوله را درون دستگاه پرتاب کننده قرار دادیم.

VI – با استفاده از کلید مربوطه آهن ربای دستگاه را فعال نموده ، ضامن را رها و گلوله را پرتاب کردیم.

VII – با استفاده از متر مسافت طی شده توسط گلوله را اندازه گرفتیم.

ب:

I – پاندول مربوطه را به تخته وصل کردیم.

II- پاندول و دستگاه پرتاب کننده را در یک راستا و شاخص را موازی با پاندول قرار دادیم.

III- ضامن پشت دستگاه را برای مرحله اول تا شیار اول و برای مرحله دوم تا شیار دوم بیرون کشیدیم.

IV – گلوله را درون دستگاه پرتاب کننده قرار دادیم.

V – با استفاده از کلید مربوطه آهن ربای دستگاه را فعال نموده ، ضامن را رها و گلوله را پرتاب کردیم

VI – زاویه طی شده توسط شاخص را یادداشت کردیم.

5 - جدول :

جدول 1 :

$\theta(\text{deg})$	x(cm)	t(s) timer	T' (s)	T(s)	$V_0(\text{cm/s})$	h(cm)	R(cm)
15	71	0.280	0.140	0.075	262.516	2.355	35.160
30	98	0.393	0.196	0.115	287.940	10.575	73.267
45	93	0.481	0.240	0.134	273.434	19.073	76.292
60	88	0.581	0.290	0.179	302.926	35.114	81.092
75	56	0.624	0.312	0.221	346.743	57.233	61.342

جدول 2 :

	مرتبہ	ϕ (deg)	Δh (cm)	V(cm/s)
حالت اول	1	7	0.198	190.859
	2	8	0.258	218.083
	3	7	0.198	190.859
	4	8	0.258	218.083
	5	8	0.258	218.083
حالت دوم	1	10	0.403	272.479
	2	12	0.579	326.793
	3	11	0.487	299.647
	4	11	0.487	299.647
	5	11	0.487	299.647

6 - محاسبات:

جدول 1 :

$$x = v_0 t \cos\theta$$

$$x = 71 \text{ cm}$$

$$v_0 = \frac{x}{t \cos\theta} = 262.516 \text{ cm/s}$$

$$\theta = 15^\circ$$

$$t = 0.280 \text{ s}$$

$$h = \frac{(V_0 \sin \theta)^2}{2g} = 2.355 \text{ cm}$$

$$T = \frac{V_0}{g} = 0.268 \text{ s}$$

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g} = 35.160 \text{ cm}$$

جدول 2 :

$$\Delta h = r (1 - \cos \theta)$$

$$r = 26.5 \text{ cm}$$

$$\Delta h = 0.198 \text{ cm}$$

$$\theta = 7^\circ$$

$$v = \frac{m+M}{m} * \sqrt{2gr(1 - \cos \theta)}$$

$$m = 23.95 \text{ g}$$

$$v = 190.859 \text{ cm/s}$$

$$M = 207.44 \text{ g}$$

7 - خطاها :

- 1 - ممکن بود به علت وجود خطای پارالاکس زاویه دستگاه پرتاب کننده به درستی تنظیم نشود.
- 2 - اگر میزچه سقوط با تخته ای که دستگاه پرتاب کننده به آن متصل بود تماس داشت به علت وجود سنسور های حساس به ضربه تایمر زمان نادرستی را نشان می داد.
- 3 - در آزمایش آونگ بالستیک اگر دستگاه پرتاب کننده و پاندول در یک راستا نبودند نمی توانستیم از قانون بقای تکانه خطی استفاده کنیم.

محاسبه خطای نسبی و مطلق :

جدول 2 :

$$\Delta h = r (1 - \cos \theta) \xrightarrow{\Delta h = y} \log y = \log r + \log (1 - \cos \theta)$$

$$\frac{dy}{y} = \frac{dr}{r} + \frac{d(1 - \cos \theta)}{1 - \cos \theta} \longrightarrow \frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta(1 - \cos \theta)}{1 - \cos \theta}$$

$$\Delta \theta = 1^\circ \longrightarrow \Delta \cos \theta = 0.999$$

$$\Delta r = 0.1 \text{ cm}$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{0.1}{26.5} + \frac{0.001}{0.007} = 0.147 \text{ خطای نسبی}$$

$$\Delta y = 0.029 \text{ خطای مطلق}$$

جدول 1 :

$$T = \frac{v_0}{g} \quad \log T = \log v_0 - \log g \quad \frac{dT}{T} = \frac{dv_0}{v_0} - \frac{dg}{g}$$

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta v_0}{v_0} + \frac{\Delta g}{g}$$

$$\Delta g = 0$$

$$\frac{\Delta v_0}{v_0} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta \cos \theta}{\cos \theta} + \frac{\Delta t}{t} = 1.038$$

$$\frac{\Delta T}{T} = 1.038 \text{ خطای نسبی}$$

$$\Delta T = 0.278 \text{ خطای مطلق}$$

8 - منابع :

<http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=حرکت+پرتابی&SSOReturnPage=Check&Rand=0>

<http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.php?page=آونگ+بالستیک&SSOReturnPage=Check&Rand=0>