آزمایش شماره (۵)

سقوط آزاد اجسام ، حرکت پرتابی

اهداف آزمایش

۱- حرکت سقوط آزاداجسام(بررسی آن درهوا و خلاء ،تعیین شتاب گرانش زمین)

۲- بررسی بردگلوله تحت زاویهٔپرتاب‌صفردرجه

۳- بررسی بردگلوله تحت زاویهٔپرتاب‌مختلف

وسایل مورد نیاز

مدارحرکت سقوط‌آزاد(سیم پیچ ،سیم های رابط ، منبع تغذیه ، زمان‌سنج الکتریکی،کلید k،کلید قطع زمان سنج)، لوله شیشه‌ای خلاء،دستگاه حرکت های پرتابی صفردرجه وزوایای مختلف ، ،کاربن ، پَر،قرص فلزی، گلوله.

تئوری آزمایش

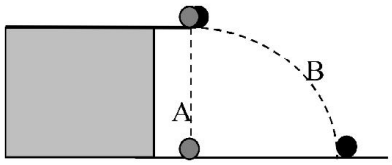
حرکت سقوط آزاد اجسام در خلاء مثال خوبی از حرکتهای شتابدار مستقیم الخط و منظم است . این حرکت بسبب جاذبه زمین یا وزن جسم بوده که آنها را در امتداد قائم بطرف زمین می‌کشاند. معادله حرکت سقوطی اجسام در صورتیکه جسم متحرک در مبداء زمان ، در مبداء مکان حرکت باشد (سرعت اولیه نداشته باشد) $y=\frac{1}{2}gt^2$ است .برای محاسبه شتاب گرانش زمین از رابطه استفاده می‌شود.

حرکت پرتابی : هر گاه به جسمی سرعت اولیه ای داده شود و شتاب حرکت جسم منحصراً در اثر نیروی وزن و مقاومت هوا بوجود آید حرکت جسم را حرکت پرتابی می‌نامند . شلیک گلوله تفنگ ، رها شدن بمب از هواپیما ، پرتاب توپ تنیس نمونه هائی از حرکت پرتابی هستند.

- حرکت پرتابی تحت زاویه پرتاب صفر درجه

هر گاه دوگلوله را روی لبه میزی قرار دهیم . یکی از گلوله ها را بطرف پایین رها کرده(مسیرA) و گلوله دیگر را با سرعت اولیه افقیV_x پرتاب کنیم(مسیرB) ملاحظه خواهد شد که دو گلوله در یک لحظه به زمین می‌رسند و این نشان می‌دهد که دو حرکت قائم و افقی مستقل از یکدیگرند.

(از مقاومت هوا صرف‌نظر شده است.)



سرعت V_x ثابت باقی خواهد ماند زیرا که شتاب g فقط در جهت قائم اثر میکند.

مولفه y سرعت مساویست با $v_y = gt$ پس سرعت لحظه ای گلوله V در لحظه t مساویست با :

$$v = \sqrt{v_x{}^2 + (gt)^2}$$

به آسانی میتوان معادله مسیر گلوله B را بدست آورد. و در غیاب شتاب افقی تغییر مکان افقی گلوله در زمان t خواهد بود :

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \qquad \text{و} \qquad x = v_x t$$

اگر t را بین ایندو معادله حذف کنیم معادله زیر بدست می آید.

$$y = \frac{gx^2}{2v_x{}^2} \quad \Longrightarrow \quad x = v_x\sqrt{\frac{2y}{g}}$$

معادله فوق نشان دهنده یک سهمی میباشد.

- حرکت پرتابی تحت زاویه پرتاب θ

میدانیم که حرکت پرتابی نمونه یک حرکت در صفحه قائم است در چنین حرکتی گلوله نسبت به امتداد افق تحت زاویه **θ** و با سرعت اولیه V_0 پرتاب میشودو مسیر حرکت آن یک سهمی خواهد بود که روی یک صفحه قائم است و معادلات حرکت آن روی محورهای x و y یک‌دستگاه مختصات اینرسی که مبداء آن بر مبداء پرتاب منطبق باشد بصورت زیر است:

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

$$y = v_0 t\sin\theta - \frac{1}{2}gt^2$$

روش انجام آزمایش

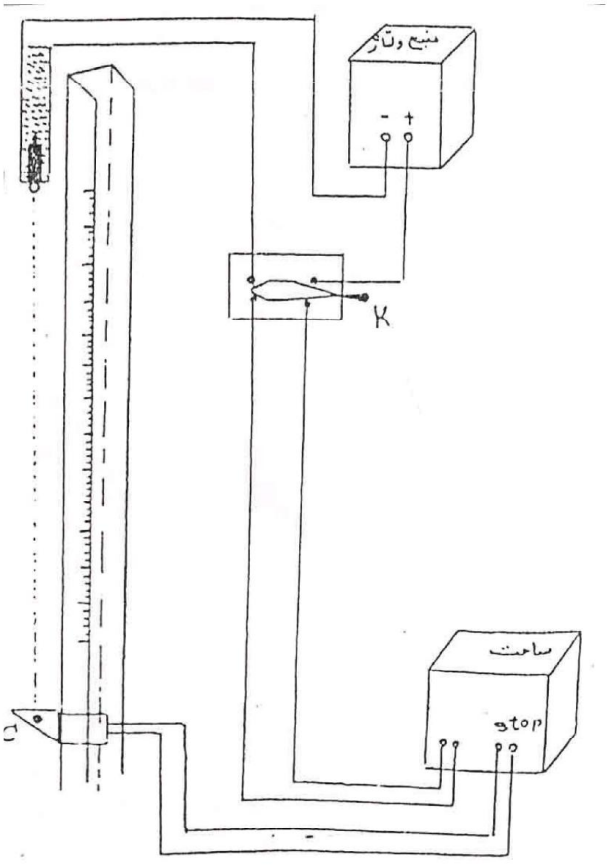
۱- حرکت سقوط آزاد اجسام

الف) بررسی حرکت سقوط آزاد اجسام مختلف درهوا و خلاء

ابتدا یک پَر ویک قرص کوچک فلزی را همزمان ازیک ارتفاع یکسان درراستای قائم، رها می کنیم. سپس محفظهٔ شیشه‌ای بزرگ دارای خلاء ، که درون آن یک قرص فلزی و یک پَر وجوددارد‌را با احتیاط درحالت قائم دردست گرفته وآن را۱۸۰ درجه می چرخانیم. مشاهدات خودرا نوشته چه نتیجه ای می‌توان گرفت

ب) تعیین شتاب گرانش زمین بااستفاده ازحرکت سقوط آزاد**اجسام**

مطابق شکل زیر مدار ببندید .بابستن مدارگلوله فلزی توسط آهنرباالکتریکی(A) نگهداشته میشود و بازدن کلید K آهنربا خاصیت مغناطیسی خود را از دست داده و گلوله سقوط میکند. همزمان با سقوط گلوله، مدار کرنومتر بسته و کرنومتر شروع بکار میکند گلوله بعد از طی مسیر AC به صفحه C برخورد میکند و کرونومتر متوقف میشود ، و زمان سقوط گلوله را نشان میدهد ،



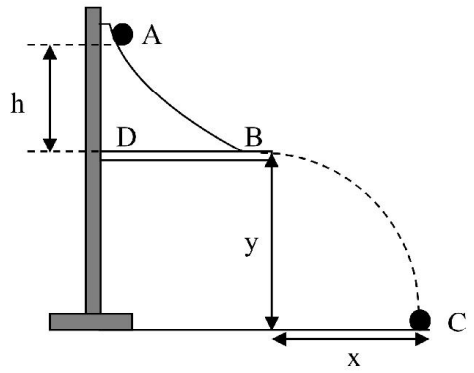
فاصله بین A و C را (y) با حرکت دادن صفحه C تنظیم کنید و زمان سقوط گلوله را در هر حالت بدست آورید. برای دقت بیشتر برای هر فاصله آزمایش را ۲ بار تکرارکنید و مقدار متوسط آنرا به جای t در جدول یادداشت نموده وجدول زیرراکامل کنید.

جدول (۱)

شماره	Y(cm)	t(s)	t^2	g	میانگین g	نتیجه گیری
۱	٤٠					
۲	٥٠					
۳	٦٠					
٤	٧٠					
٥	٨٠					

۲- حرکت پرتابی تحت زاویه پرتاب صفر درجه

ابتدا دستگاه را روی سطح افقی کاملاً تراز نموده سپس گلوله را در نقطه A قرار دهید هنگامیکه انگشت خود را از روی گلوله بردارید گلوله از A شروع به حرکت می کند و در در نقطه B پرتاب میشود. و در نقطه C که به سطح برخورد میکند برای تعیین محل برخورد میتوان کاربنی را روی‌کاغذی قرار داده و اثر برخورد گلوله را از روی آن مشخص نمود.



با استفاده از اصل بقاء انرژی سرعت گلوله را در نقطه B بدست می آوریم.(گلوله در نقطه A تنها دارای انرژی پتانسیل mgh نسبت به سطح DB و در نقطه B گلوله تنها دارای انرژی جنبشی $\frac{1}{2}mv_x^2$ نسبت به همان سطح میباشد) .ممان اینرسی‌گلوله در نظرگرفته نمی‌شود

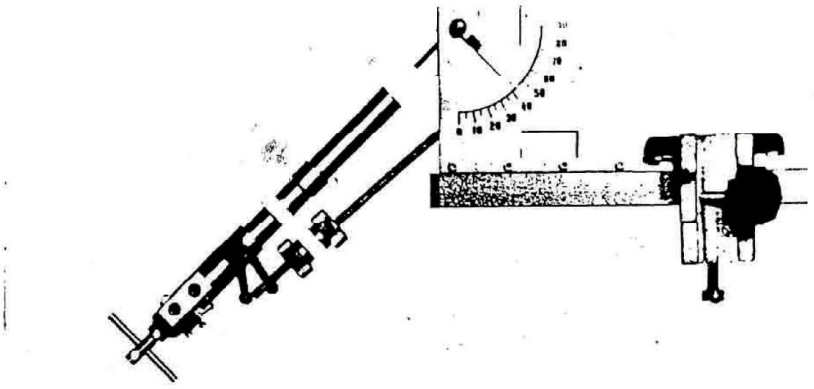
آزمایش را برای دو گلوله با جرمهای متفاوت انجام داده نتیجه را در جدول زیرواردکنید.

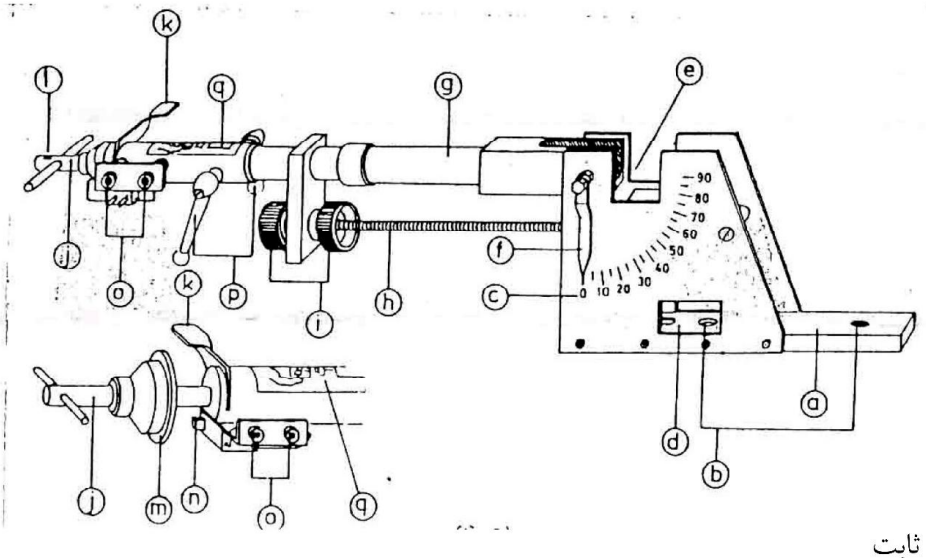
جدول (۲)

شماره آزمایش	g	h	m	y	V_x	X	$x = v_x\sqrt{\frac{2y}{g}}$	نتیجه گیری
۱	$۹/۸\frac{m}{s^2}$							
۲								
۳								
٤								

۳- حرکت پرتابی تحت زاویه پرتاب θ

مطابق شکل دستگاه حرکت پرتابه مایل شامل قسمتهای مختلف است بشرح زیر :





a : صفحه ثابت

c : صفحه مدرج جهت تنظیم زوایای پرتاب نسبت به امتداد افق از صفر تا ۹۰ درجه

d : شکاف مدرج که توسط گیره دستگاه را به میز محکم می کند

e : شکاف روی صفحه مدرج

f : عقربه

g : استوانه هادی

h : میله پیچ دار برای تنظیم زوایای پرتاب

l : دو مهره برای محکم کردن میله پیچ دار

k : اهرم رها کننده که در شیارهای مختلف میله حامل فنر قرار گرفته و هنگام رها کردن این اهرم گلوله با سرعت اولیه مشخص پرتاب میشود.

o : فیشهای اتصال ، برای اتصال به کرونومتر الکتریکی یا به گیره مغناطیسی کننده گلوله قائم

صفحه فلزی با پایه مربوطه را بحالت افقی قرار داده (با تراز) بطوریکه ارتفاع آن از سطح میز آزمایشگاه حدود ۱۰ سانتی متر باشد (هم ارتفاع سطح پرتاب گلوله از میز آزمایشگاه) روی این صفحه یک برگ کاغذ سفید چسبانیده و روی آن یک برگ کاغذ کاربن قرار دهید ، سپس این صفحه را در محل مناسبی مقابل مسیر پرتاب گلوله قرار داده بطوریکه هنگام پرتاب گلوله روی کاغذ سفید اثری بجا گذاشته که از روی آن فاصله برد گلوله را از محل پرتاب اولیه تا محل اثر گلوله روی صفحه فلزی ، را میتوان اندازه گرفت این آزمایش را برای زوایای مختلف پرتاب و شیارهای ۱ و ۲(**تفاوت دوشیاردرسرعت اولیه پرتاب آنهاست)** مطابق جدول زیر انجام دهید.

جدول (۳)

θ	۲۵	۳۵	۴۵	۵۵	۶۵
برد برای شیار (۱) (cm)					
برد برای شیار (۲) (cm)					

سوالات

۱- از روی جدول (۱) منحنی تغییرات ارتفاع سقوط را بر حسب مجذور زمان رسم کرده و از روی این نمودار مقدار g را محاسبه نمائید.

نتایجی که از این نمودار می‌گیرید و همچنین عوامل خطایی که در این آزمایش وجود دارد در گزارش کار خود بنویسید

۲- رابطهٔ برد گلوله را برای حرکت پرتابی تحت زاویه θ بدست آورید.

۳- با استفاده از اعداد جدول (۳) منحنی تغییرات برد گلوله را بر حسب زوایای مختلف پرتا ب رابرای شیار ۱ و۲ رسم نمائید و نتیجه ای که از این نمودارها می‌گیرید در گزارش کار خود ذکر نمائید.

٤- رابطهٔ خطای نسبی g را با توجه به رابطهٔ $g = \frac{2y}{t^2}$ بدست‌آورید .

(راهنمایی :جهت پاسخ به سوال٤،پیش گفتار بخش تکنیک مشتق گیری مطالعه شود)

(جهت رسم نمودارهااز کاغذ میلیمتری استفاده کنید)