اندازه گیری شتاب گرانش زمین (g) در کلاس درس

هادی ظریف - کارشناس فیزیک پژوهش سرای امام رضا (ع)

موضوع حرکت شناسی (سینماتیک) یکی از مباحث مهم در آموزش فیزیک است که در سال دوم دوره متوسطه به آن پرداخته می شود. از آنجا که دانش آموز نخستین بار با مفاهیم کمی فیزیک و اندازه گیری عددی در انجام آزمایش آشنا می شود، طراحی آزمایشهایی دقیق و ساده در این مبحث اهمیت خاصی دارد. در این جا من روشی ساده و دقیق را برای اندازه گیری شتاب گرانش زمین با ابزاری ساده در کلاس درس ارایه کرده ام. به کار گیری این روش به هنگام تدریس در کلاس یا به عنوان فعالیت گروهی برای دانش آموزان می تواند بسیار مفید باشد.

حرکت شتابدار با شتاب ثابت

از میان انواع حرکت ها در طبیعت حرکت شتابدار با شتاب ثابت اهمیت ویژه ای دارد. این نوع حرکت از لحاظ ریاضی از معادلات نسبتا ساده ای پیروی می کند و در محیط اطراف ما به آسانی مشاهده می شود. شروع حرکت و توقف یک اتومبیل و سقوط آزاد اجسام از نمونه های این نوع حرکت است.

معادلات حرکت با شتاب ثابت

هر مسئله ی مربوط به حرکت با شتاب ثابت را می توان با استفاده از دستگاه معادلاتی شامل چهار معادله زیر حل کرد.
این معادلات شامل چهار کمیت سینماتیکی مکان، زمان ، سرعت و شتاب است که همیشه با معلوم بودن سه کمیت قابل حل است.در مورد سقوط آزاد اجسام در خلا (و برای فاصله های کوتاه در هوا) شتاب گرانش زمین (g) جایگزین شتاب حرکت a می شود.
دقت کنید که این روابط مستقل از جرم هستند و بنابر این شتاب سقوط آزاد به جرم بستگی ندارد. اگر جسم را در ابتدا ساکن فرض کنیم و مکان را با y نشان دهیم، معادلات حرکت سقوط آزاد به شکل زیر خواهند بود:

معادلات سقوط آزاد	***حرکت شتابدار با شتاب ثابت***
$v = gt$	$v = at + v_0$
$y = \frac{1}{2}gt^2$	$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$
$y = \frac{v}{2}t$	$x = \frac{v + v_0}{2}t + x_0$
$v^2 = 2gy$	$v^2 - {v_0}^2 = 2a(x - x_0)$

با استفاده مناسب از این روابط می توان مقدار g را در هر محل تعیین کرد.

وسایل لازم برای تعیین شتاب گرانش زمین:

دوربین دیجیتال یا موبایل – خط کش بلند یا متر نواری – توپ تنیس

روش کار

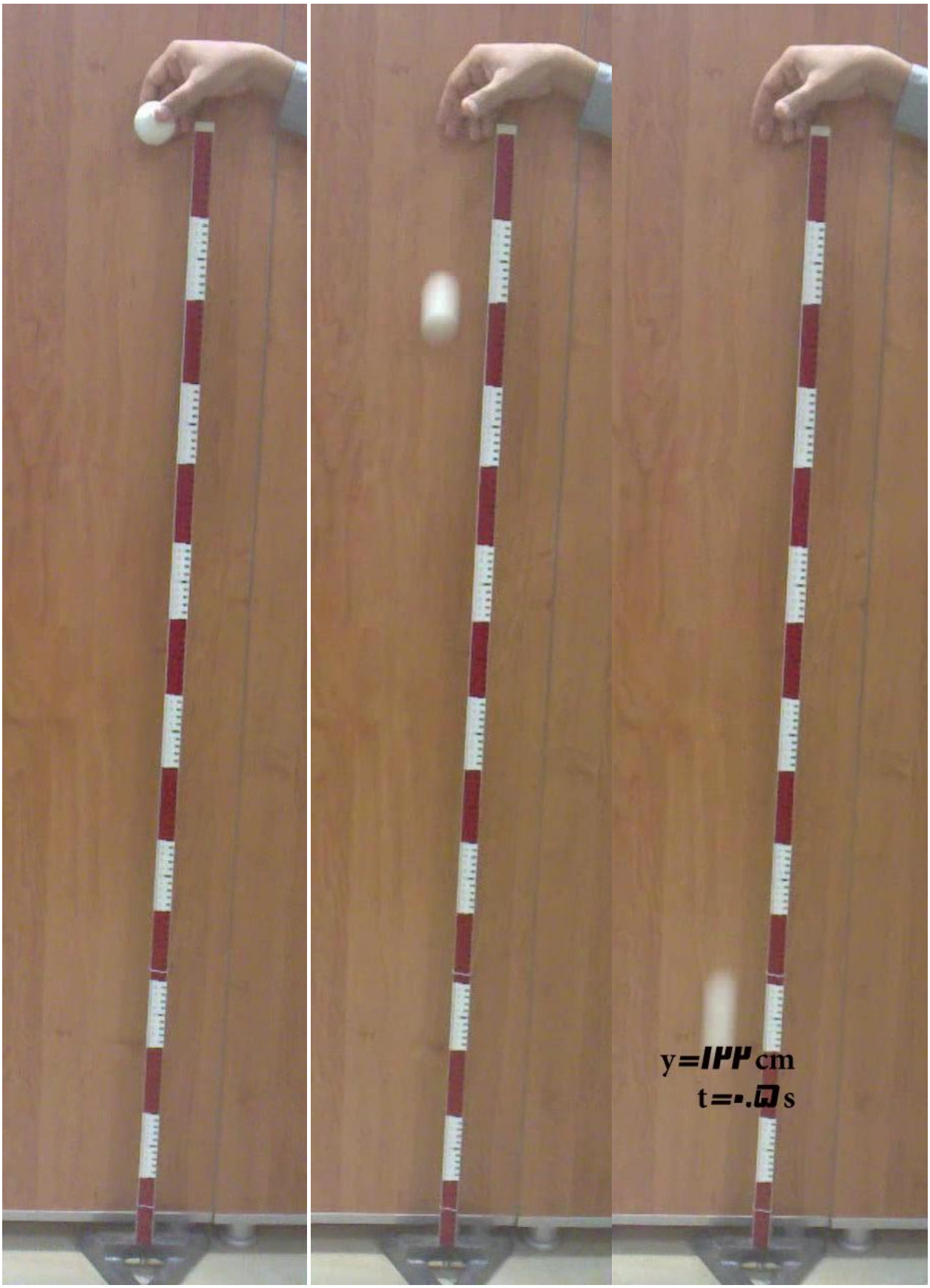
- مانند شکل () متر نواری را کنار دیوار کلاس نگه دارید. می توانید متر نواری را به دیوار بچسبانید. اگر رنگ دیوار تیره باشد نتیجه کار بهتر است.
- توپ تنیس(یا هر شی دیگر) را در کنار صفرخط کش نگه دارید طوری که پس از رها شدن در کنار خط کش سقوط کند.
- دوربینی را که در اختیار دارید در حالت فیلم برداری قرار دهید و آن را روی متر نواری تنظیم کنید به شکلی که تمام طول آن در کادر قرار گیرد و تصویر توپ را در حالت سقوط ضبط کند.
- از همکار خود بخواهید توپ را رها کند و از سقوط آن فیلم بگیرید.
- با استفاده از یک نرم افزار پخش فیلم روی موبایل خود (یا کامپیوتر) این فیلم را پخش کنید.
- برای اندازه گیری زمان سقوط توپ فیلم را با کلید puse متوقف کنید و سپس افتادن توپ را به صورت فریم به فریم تماشا کنید.
- بسته به نوع نرم افزار پخشی که به کار می برید فاصله ی زمانی هر دو فریم متفاوت است. من از نرم افزار POWERDVD 8 استفاده کرده ام که در آن هر ثانیه فیلم ۲۴ فریم و در نتیجه فاصله ی هر دو فریم $\frac{1}{24}$ ثانیه است. شما نیز با شمردن تعداد فریم ها در یک ثانیه روی فیلم فاصله زمانی بین دو فریم را روی دستگاه خود مشخص کنید.
- اکنون آماده ی اندازه گیری g هستید. فیلم را فریم به فریم به پیش ببرید تا به لحظه ی رها شدن آن از دست برسید. از این لحظه تعداد فریم ها ی فیلم را بشمارید تا توپ به اندازه تقریبا ۱ متر سقوط کند.
- با دانستن تعداد فریم های فیلم و زمان هر فریم زمان دقیق سقوط توپ (t) تعیین می شود. از روی متر نواری ارتفاع سقوط (y) نیز به آسانی تعیین می شود.
- با استفاده از رابطه ی $y = \frac{1}{2}gt^2$ مقدار شتاب گرانش زمین g را در کلاس تعیین کنید.

نمونه محاسبات

شکل های زیر یک نمونه آزمایش را نشان می دهد. توپ به اندازه ۱۲۲ سانتی متر سقوط کرده است و این سقوط $12 \times \frac{1}{24} = \frac{1}{2}$ ثانیه طول کشیده است. بنابر این مقدار g برابر خواهد بود با:

$$g = \frac{2y}{t^2} = \frac{2\times 1.22}{0.25} = 9.76 \ \ m/s^2$$

این نتیجه با مقدار پذیرفته شده 9.8 که با تجهیزات نسبتا پیچیده و گرانقیمت به دست آمده است توافق بسیار خوبی دارد.


y=۱۲۲ cm
t=۰.۵ s