

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# آزمایش سقوط آزاد

# قانون گرانش

m1



r

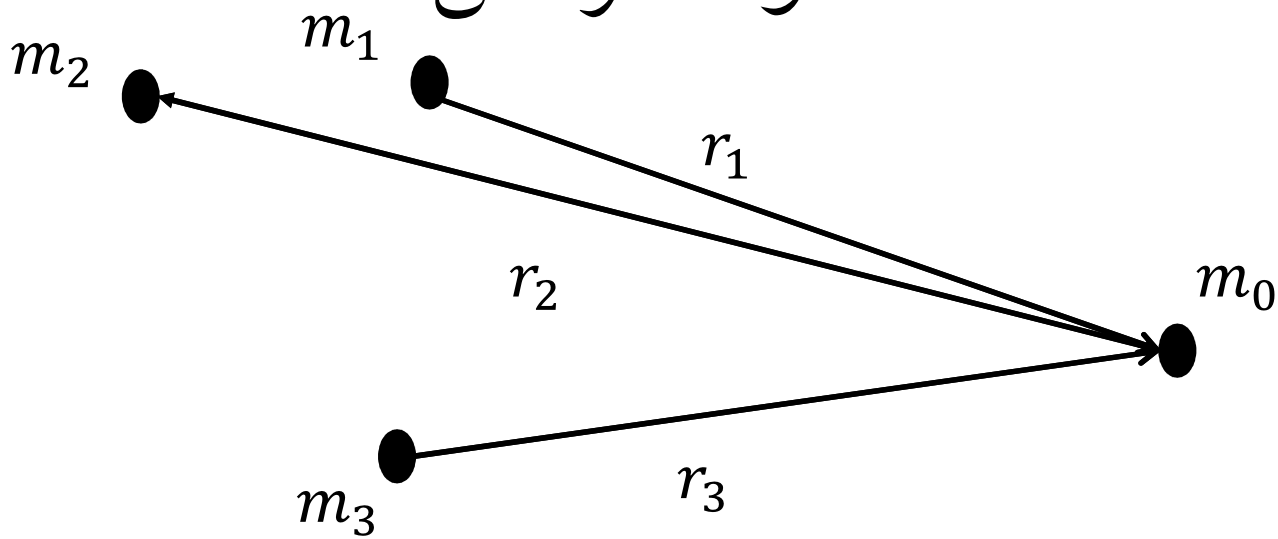


m2

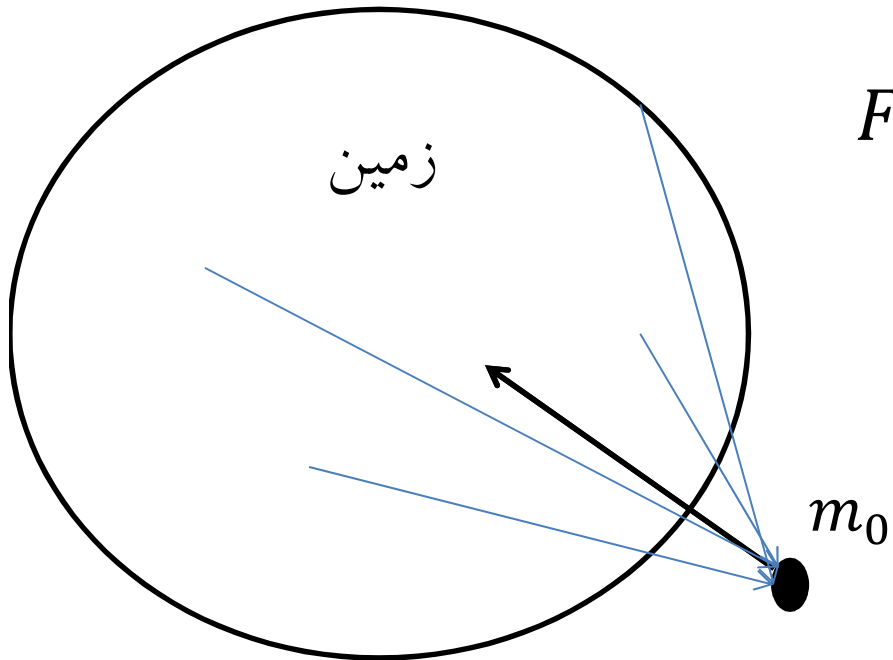
$$F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

# قانون گرانش



$$F = F_{10} + F_{20} + F_{30}$$



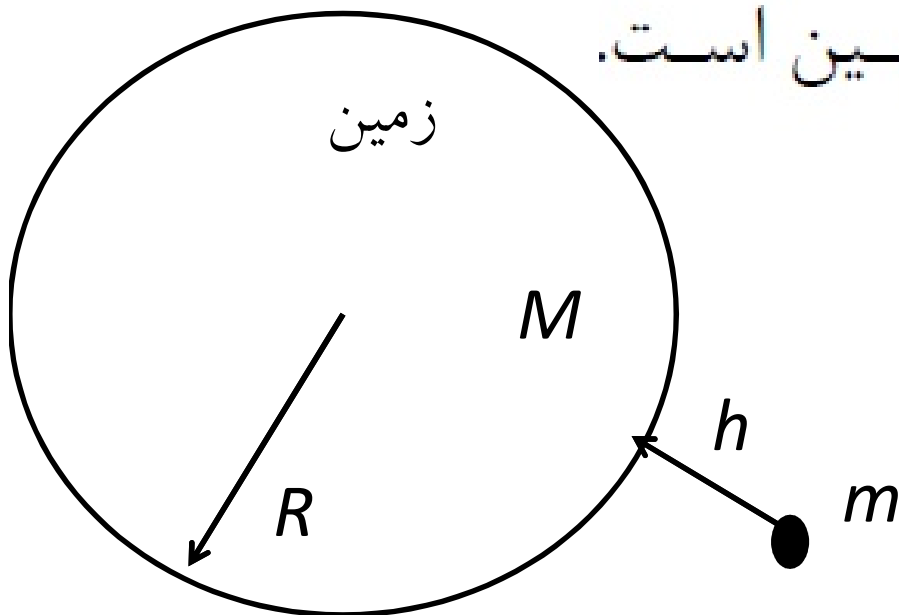
$$F = \int dF = Gm_0 \int \frac{dm}{r^2}$$

هدف: اندازه‌گیری شتاب جاذبه‌ی زمین با مطالعه‌ی سقوط آزاد.

$$F = G \frac{Mm}{(R + h)^2}$$

$M$  و  $R$  به ترتیب جرم و شعاع زمین

و  $h$  ارتفاع جسم  $m$  از سطح زمین است.



راستای نیروی جاذبه بر سطح زمین  
شتاب جاذبه برابر نیروی وارد بر واحد بار

$$F = mg$$
$$R \gg h \rightarrow g = G \frac{M}{R^2}$$

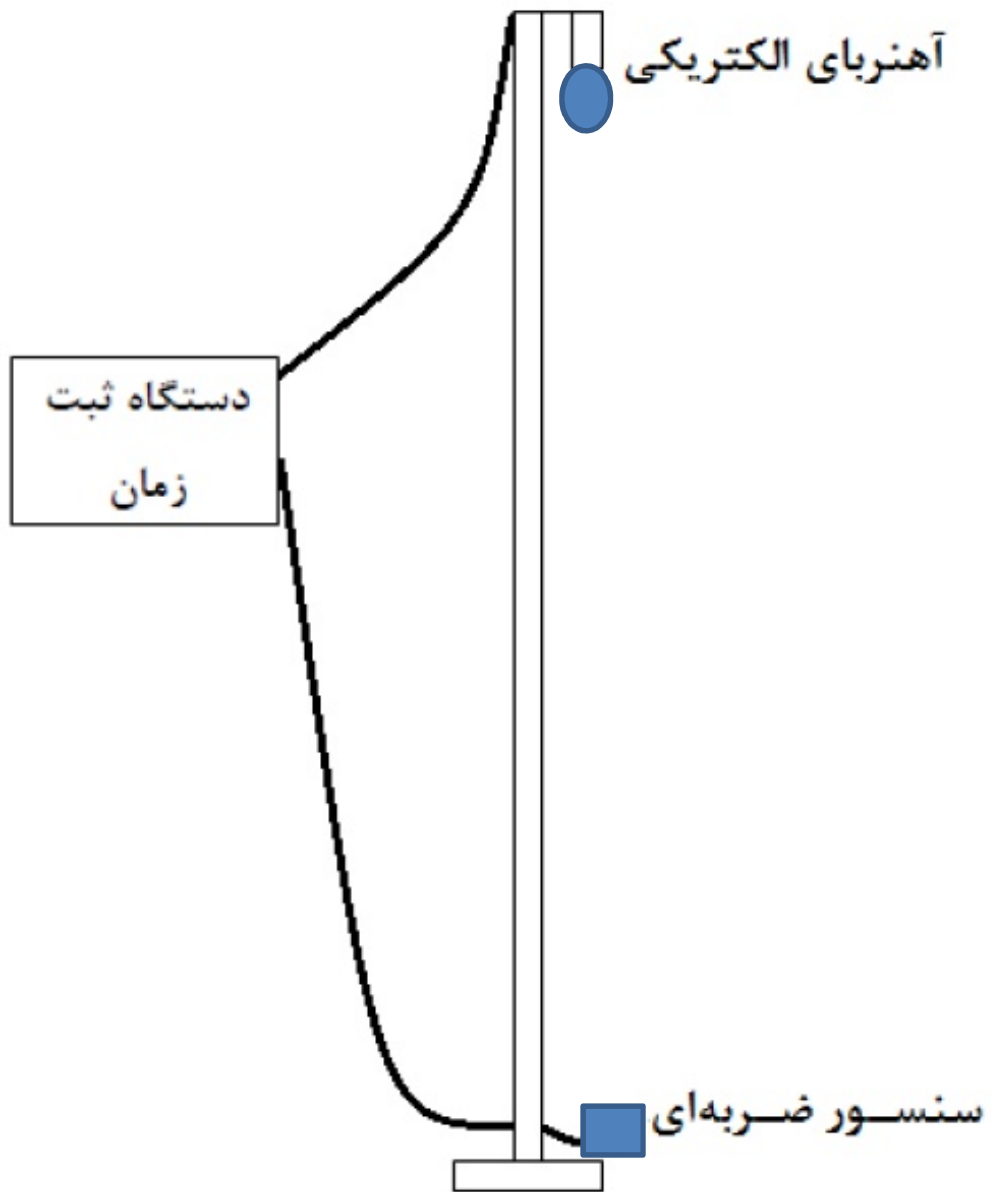
زمین به شکل بیضی است درحالیکه زمین یک کره کامل نیست و شعاع آن یک عدد ثابت نیست و مقدار آن از ۶۹۳۵۳ تا ۶۹۳۸۴ کیلومتر متغیر است.



مقدار  $g$  از  $9.78039m/s^2$  در استوا تا  $9.83217m/s^2$  در قطب تغییر می کند.

شتاب گرانش با ارتفاع کاهش میابد

معمولاً مقدار متوسط این کمیت، که به صورت ثابت در  $m/s^2$  روابط لحاظ می شود، برابر ۹٫۸۰۶۶۵

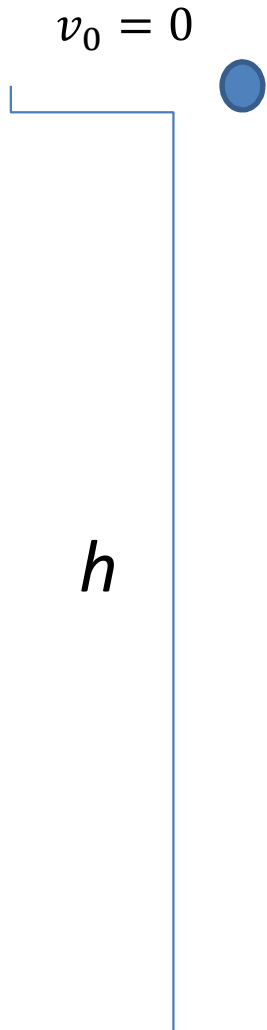


دستگاه آزمایش

# مراحل انجام آزمایش

- ۱- یک گلوله انتخاب کنید و دستگاه را تراز کنید.
۲. ارتفاع حسگر مغناطیسی را انتخاب کنید.
۳. آهنربا را روشن و گلوله را به آن بیندازید تا به آن بچسبد.
۴. با زدن دکمه استارت آهنربا قطع و گلوله رها میشود و همزمان زمانسنج شروع میشود
۵. با برخورد گلوله با حسگر ضربه ای زمانسنج متوقف میشود.
۶. زمان و ارتفاع را یادداشت کنید
۷. برای شش حالت مختلف تکرار کنید.

# محاسبات



$$y = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + y_0$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

$$\Delta g = \frac{2\Delta h}{t^2} + \frac{4h\Delta t}{t^3}$$

حالت	$(h \pm \Delta h) \text{ cm}$ ارتفاع	$(t \pm \Delta t) \text{ ms}$ زمان سقوط	$g (m / s^2)$ شتاب گرانش	$\Delta g = g \left( \frac{\Delta h}{h} + 2 \frac{\Delta t}{t} \right)$
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
$(\bar{g} \pm \bar{\Delta g}) m / s^2$				

## رسم نمودار

- خطی سازی: محاسبات به صورتی انجام شود که هدف ما از شیب یک نمودار خط بدست آید

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

- محور  $y$  مقادیر  $h$

- محور  $x$  مقادیر  $\frac{1}{2}t^2$

بجای رسم ارتفاع بر حسب زمان که نمودار درجه دوم میشود ارتفاع را بر حسب

مقدار  $\frac{1}{2}t^2$

رسم میکنیم که یک نمودار خط میشود و شیب آن مقدار شتاب گرانش خواهد بود

# عوامل خطا

- پیشنهادات دانشجویان (فعالیت)

#### ۴. داده های سقوط آزاد

H=55.0cm	H=60.0cm	H=65.0cm	H=70.0cm	H=75.0cm	H=80.0cm	شماره داده
336ms	351ms	366ms	380ms	393ms	406ms	۱
337ms	351ms	366ms	379ms	392ms	404ms	۲
337ms	352ms	367ms	381ms	393ms	405ms	۳
338ms	353ms	367ms	382ms	395ms	407ms	۴
335ms	350ms	364ms	379ms	391ms	403ms	۵
334ms	349ms	364ms	379ms	390ms	404ms	۶