



فیزیک

پایہ دوازدهم



رہپویان
دانش و اندیشه

دینامیک

نیروهای گرانش و وزن

مدرس: نیما نوروزی

نیروی گرانش بین دو جسم :

دو جسم به علت جرم هایشان به یکدیگر نیروی جاذبه ای وارد می کنند که آن را نیروی گرانشی می نامند. نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آنها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

* اگر فاصله دو جسم از یکدیگر چنان زیاد باشد که بتوان از ابعاد هر یک از دو جسم در مقایسه با فاصله آنها چشم پوشی کرد، می توان دو جسم را به صورت ذره در نظر گرفت.

نیروی گرانشی بین دو جسم :

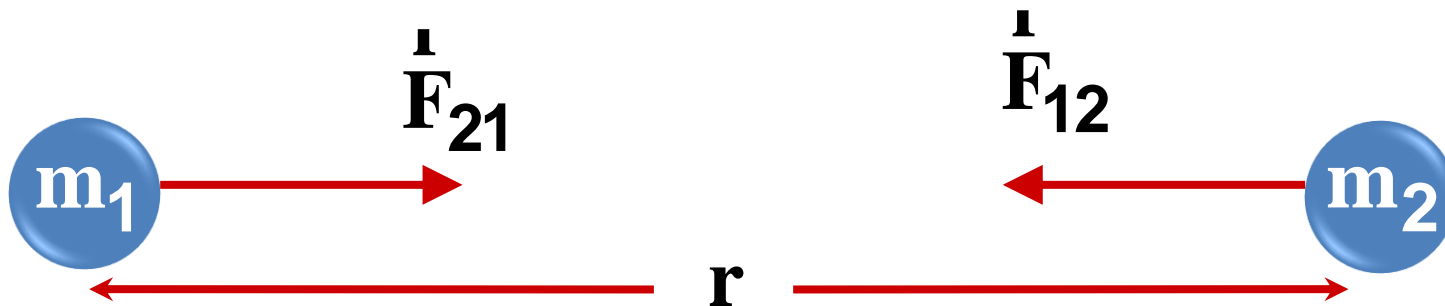
اندازه نیروی گرانشی میان دو ذره از رابطه زیر بدست می آید:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

در این رابطه G ثابت گرانش عمومی نام دارد و برابر است با :

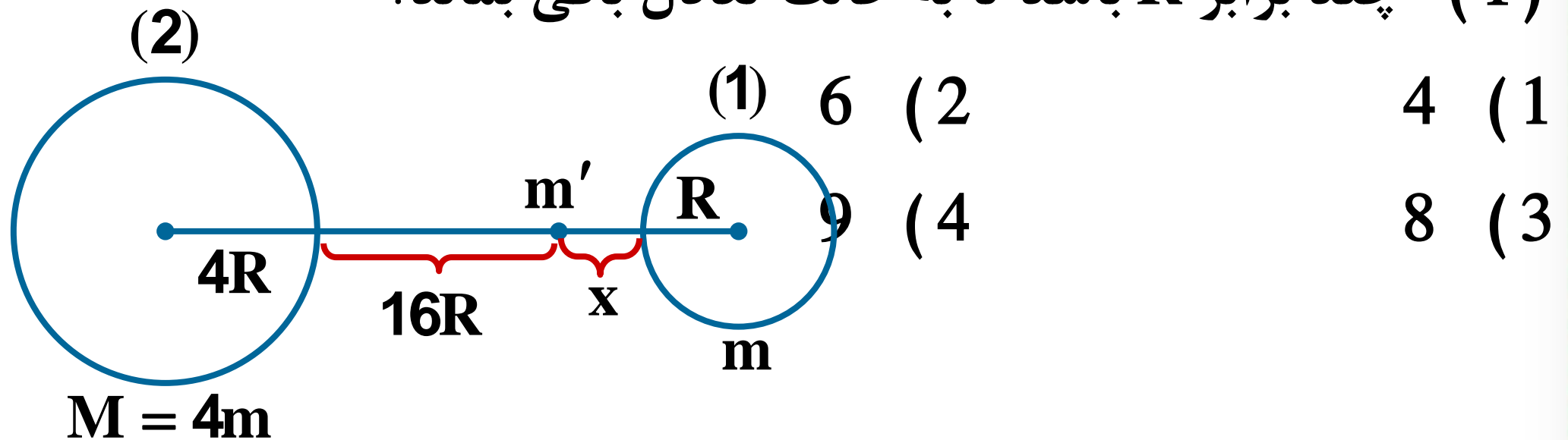
$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N.m}^2}{\text{kg}^2}$$

* نیروی گرانشی بین دو ذره به صورت جاذبه بوده و در امتداد خط واصل دو ذره وارد می شود. طبق قانون سوم نیوتون این دو جفت نیروی کنش - واکنش را تشکیل می دهند که $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ و $F_{12} = F_{21}$ می باشد.



تست: مطابق شکل زیر، جسمی روی خط واصل مراکز دو سیاره و بین آنها، تحت تأثیر نیروی گرانش آن دو سیاره قرار دارد، فاصله این جسم از سطح سیاره

(1) چند برابر R باشد تا به حالت تعادل باقی بماند؟

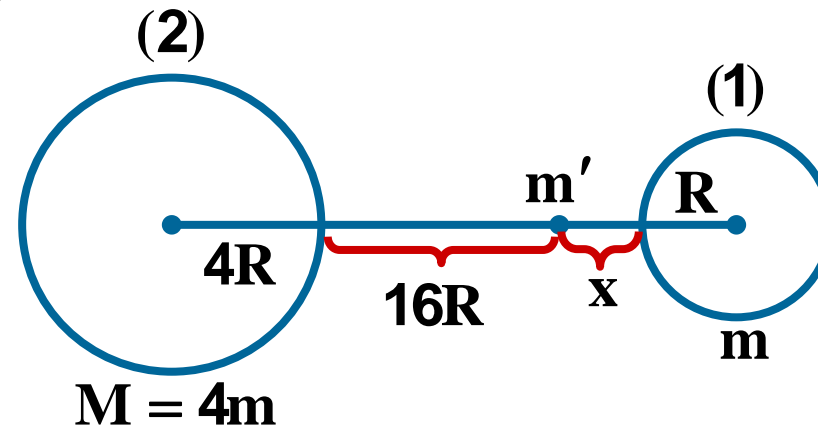


پاسخ:

$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{Gm'M}{r_2^2} = \frac{Gm'm}{r_1^2} \xrightarrow[r_1=x+R]{M=4m, r_2=20R}$$

$$\frac{4}{(20R)^2} = \frac{1}{(x+R)^2} \Rightarrow \frac{1}{10R} = \frac{1}{x+R}$$

$$\Rightarrow 10R = x + R \Rightarrow x = 9R$$

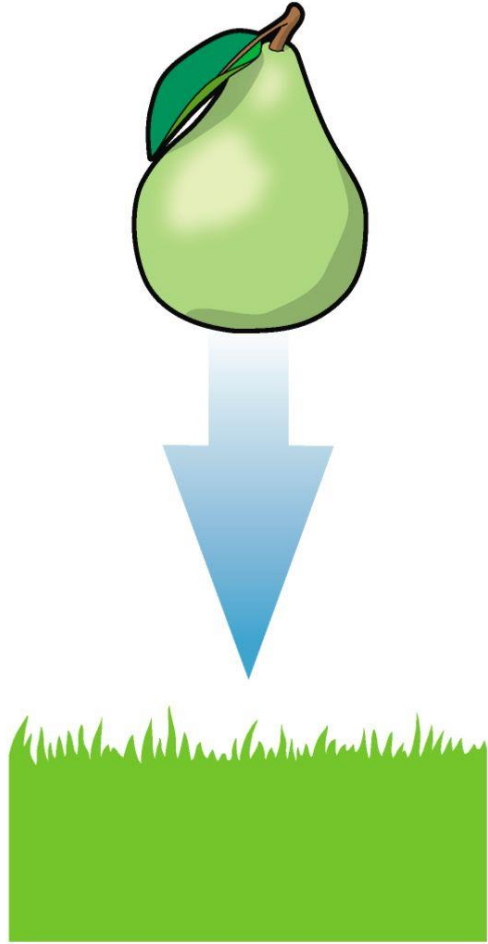


4 (1

6 (2

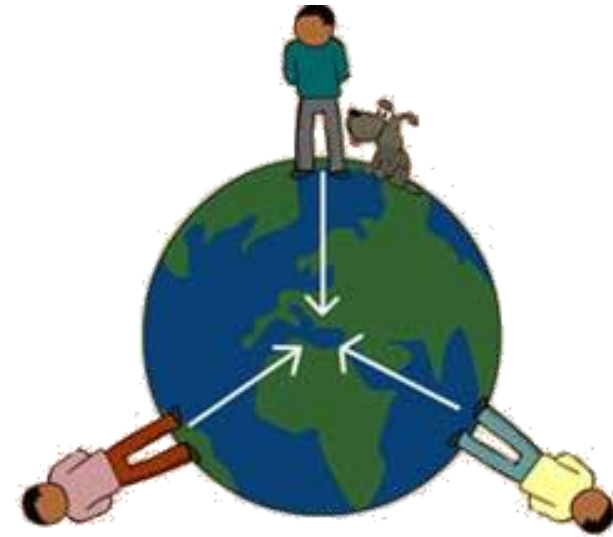
8 (3 ✓

9 (4



نیروی وزن: نیروی وزن ناشی از اثر جاذبه زمین به اجسام است. به عبارتی بهتر با توجه به مفهوم نیروی گرانشی بین دو جسم می‌توان بیان کرد که زمین نیز به عنوان یک جسم جرم‌دار به اجسامی که در اطراف آن هستند نیروی جاذبه وارد می‌کند و با توجه به رابطه نیروی گرانش برای جسمی که روی سطح زمین قرار دارد می‌توان اثبات کرد:

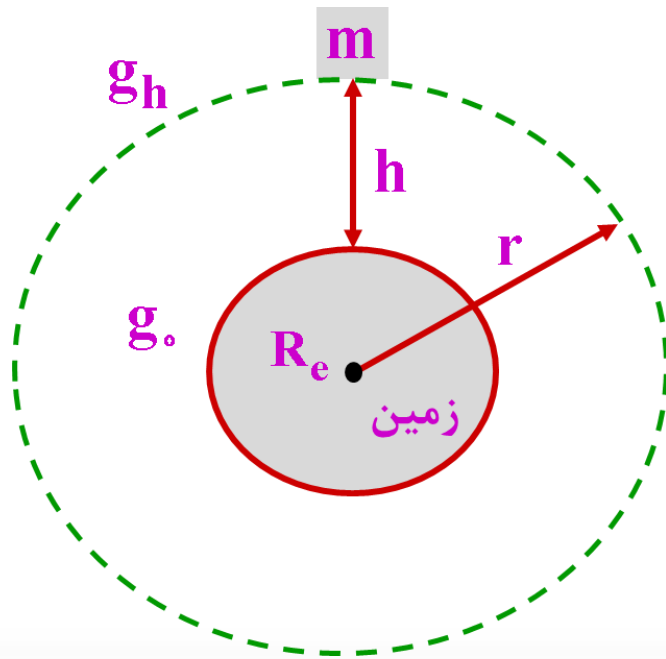
$$F = G \frac{Mm}{R_e^2} \xrightarrow{g = G \frac{M_e}{R_e^2}} W = mg$$



* جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف زمین (مرکز زمین) است.

* جرم یک جسم در مکان‌های مختلف ثابت است ولی وزن آن به مقدار g در آن مکان بستگی دارد.

* برای مقایسه شتاب گرانشی روی سطح با شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین از این رابطه استفاده می‌کنیم:



$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2$$

* برای مقایسه شتاب گرانشی دو کره از این رابطه استفاده می کنیم:

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

تست: جرم و شعاع سیاره‌ای به ترتیب دو برابر جرم و شعاع کره زمین است، شتاب گرانشی در سطح سیاره چند $\frac{N}{kg}$ است؟ (شتاب گرانشی در سطح زمین $\frac{9}{8} \frac{N}{kg}$ است.)

29/4 (4

19/6 (3

4/9 (2

9/8 (1

پاسخ:

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \rightarrow \frac{g_2}{9/8} = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \rightarrow g_2 = 4/9$$

(4	19/6	(3	4/9	(2	9/8	(1
		29/4		✓		

تست: فرض کنید سیاره‌ای باشد که شعاع آن نصف شعاع زمین و جرم آن $\frac{1}{4}$ جرم کره زمین باشد، شتاب گرانشی در سطح آن سیاره، چند برابر شتاب گرانشی در سطح کره زمین خواهد شد؟

$$2 \quad (4)$$

$$1 \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$\frac{1}{4} \quad (1)$$

پاسخ:

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = \frac{1}{4} \times (2)^2 = 1$$

(4

1 (3



$\frac{1}{2}$ (2

$\frac{1}{4}$ (1
2

تست: اگر اندازه شتاب گرانش در سطح زمین برابر با $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ باشد، اندازه نیروی وزن جسمی به جرم 72kg در ارتفاع $2R_e$ از سطح زمین برابر با چند نیوتون است؟ (R_e شعاع زمین است)

180 (4

120 (3

80 (2

720 (1

پاسخ:

$$\frac{g_h}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \xrightarrow[h=2R_e]{g=10 \frac{m}{s^2}}$$

$$\frac{g_h}{10} = \left(\frac{R_e}{3R_e} \right)^2 \Rightarrow g_h = \frac{10}{9} \frac{m}{s^2}$$

$$W = mg_h = 72 \times \frac{10}{9} = 80N$$

(1
720 ✓
(2
80

(3

تست: جسمی به جرم m در فاصله R_e از سطح زمین قرار دارد، چنانچه جسم به اندازه R_e و در راستای قائم از سطح زمین دورتر شود، نیروی گرانشی که از طرف زمین بر آن وارد می شود تقریباً چند درصد تغییر می کند؟

- (1) 25 درصد افزایش می یابد.
- (2) 55/5 درصد کاهش می یابد.
- (3) 25 درصد کاهش می یابد.
- (4) 55/5 درصد افزایش می یابد.

پاسخ:

$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow[r_2=R_e+h_2=R_e+2R_e=3R_e]{r_1=R_e+h_1=R_e+R_e=2R_e}$$

$$\frac{F_2}{100} = \left(\frac{2R_e}{3R_e}\right)^2 = \frac{4}{9}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{400}{9} \approx 44 / 5$$

نیروی گرانشی 55 / 5
درصد کاهش می یابد

(1) 25 درصد افزایش

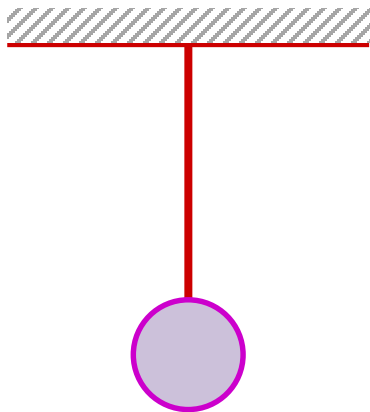
می یابد. ✓

(2) 55 / 5 درصد کاهش

می یابد.

(3) 25 درصد کاهش

تست: مطابق شکل زیر، یک گوی کروی به جرم m به کمک نخ ریسندگی از سقف آویخته شده است. به ترتیب از راست به چپ نیروهای واکنش نیروی وزن گوی کروی و نیروی گوی بر طناب، به چه اجسامی وارد می‌شوند؟



(۱) زمین - سقف

(۲) سقف - زمین

(۳) گوی - زمین

(۴) زمین - گوی ✓

تست: جرم یک ماهواره 400kg و وزن آن در مدار چرخش به دور زمین برابر با 1000N است. فاصله ماهواره از سطح زمین چند برابر شعاع زمین است؟

(درصد پاسخ صحیح 9٪)

$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

1 / 5 (3

2 (2

1 (1

2 / 5 (4

(آزمون کانون فرهنگی آموزش)

پاسخ:

$$W_h = mg_h \xrightarrow{W_h=1000\text{N}, m=400\text{kg}} 1000 = 400g_h \Rightarrow g_h = 2/5 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$g_r = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_0}{g_h} = \left(\frac{R_e + h}{R_e}\right)^2 \xrightarrow[\substack{g_0=10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \\ g_h=2/5 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}]{} \frac{10}{2/5} = \left(\frac{R_e + h}{R_e}\right)^2$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{R_e + h}{R_e} \Rightarrow h = R_e$$

1	(1 ✓)
2	(2)

$$1/5 \quad (3)$$

رهپویان

دانش و اندیشه

