

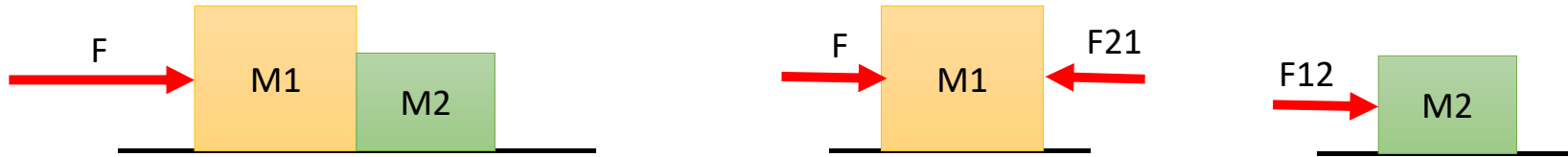
فیزیک ۱

حل تمرین دکتر غلام محمد پارسا نسب
نسرین کریمی
دانشگاه شهید بهشتی - آذر ۱۴۰۰



دو جسم روی میز بدون اصطکاک قرار گرفته اند. و جرم جسم ۱ و ۲ به ترتیب برابر ۲ و ۱ کیلوگرم می باشد. نیروی $F=3\text{ N}$ به جسم سنگین تر وارد می شود. نیروی تماس بین این دو جسم را بدست آورید.

پاسخ



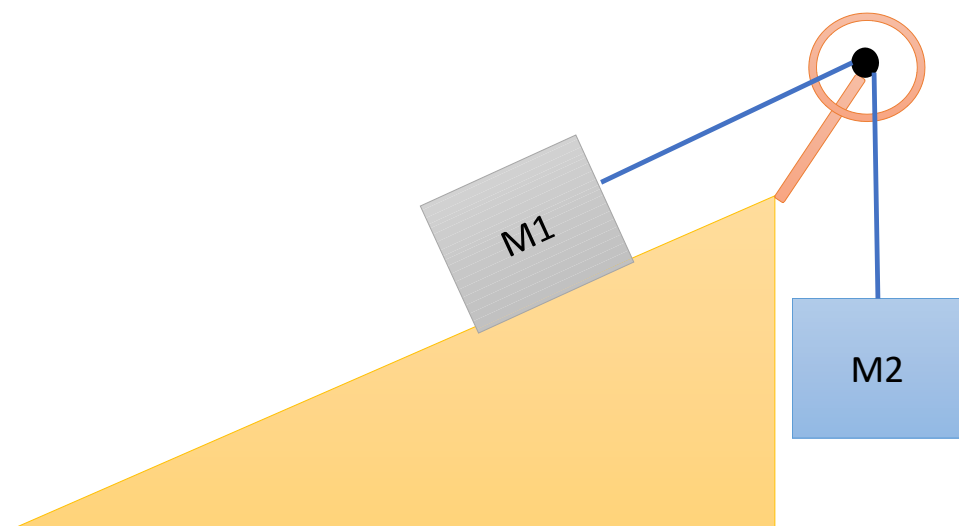
$$F = (m_1 + m_2)a \rightarrow 3 = 3a \rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$\sum F = ma \xrightarrow{\text{2nd part}} F_{12} = ma \rightarrow F_{12} = 1 \times 1 = 1 \text{ N}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = 2 \text{ kg} \\ m_2 = 1 \text{ kg} \\ F = 3 \text{ N} \end{array} \right.$$

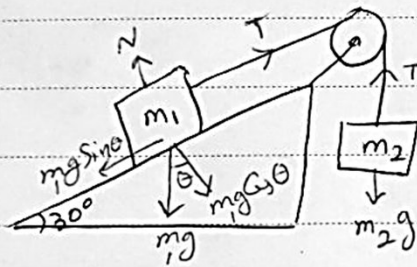
مثال

جسمی به جرم ۳ کیلوگرم بر روی سطح شیب دار صیقلی با زاویه 30° درجه قرار دارد و با جسمی به جرم ۲ کیلوگرم مطابق شکل متصل است:



الف) شتاب ؟

ب) نیروی کشش طناب ؟



$$m_2 g = 19.6 \text{ N}$$

$$m_1 g \sin \theta = 14.7 \text{ N}$$

$$\rightarrow m_2 g > m_1 g \sin \theta$$

حرکت به سمت راست.

حرکت از کدام سمت؟

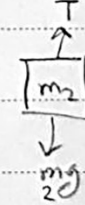
$$\begin{cases} m_1 = 3 \text{ kg} \\ m_2 = 2 \text{ kg} \\ g \approx 9.8 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

(الف)

$$\Sigma F = ma \rightarrow m_2 g - m_1 g \sin \theta = (m_1 + m_2) a \rightarrow 19.6 - 14.7 = 5a$$

$$\rightarrow a = 0.98 \text{ m/s}^2$$

ب) نیروی تension برابر است با 17.64 نیوتن



$$\Sigma F_y = ma$$

$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$\rightarrow T = m_2 (g - a)$$

$$T = 17.64 \text{ N}$$

نیروی اصطکاک

✓ نیروی اصطکاک وارد بر هر جسم در جهت خلاف جهت حرکت آن نسبت به جسم دیگر است.

✓ حتی اگر حرکتی وجود نداشته باشد، ممکن است بین سطوح نیروی اصطکاک وجود داشته باشد.

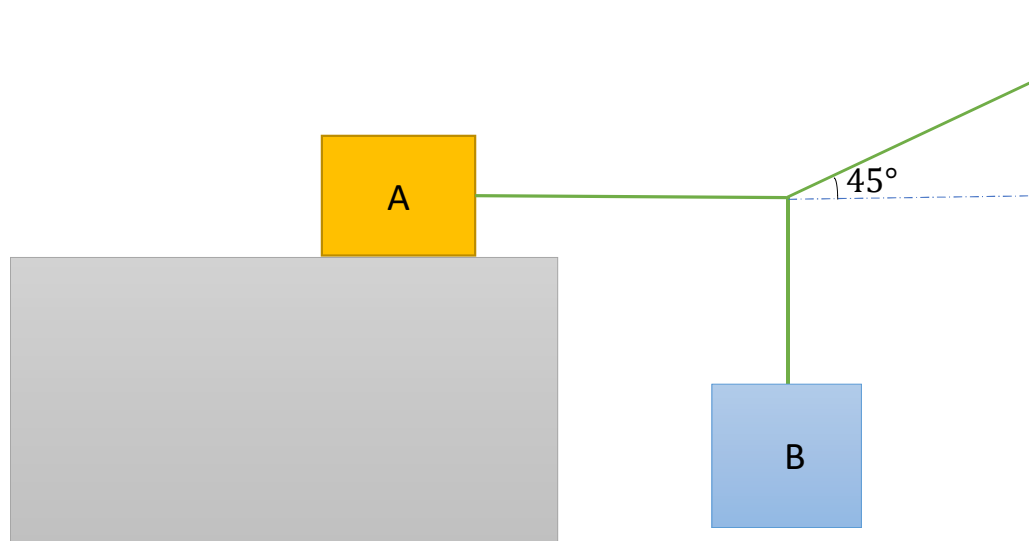
اصطکاک ایستایی و جنبشی

✓ نیروی اصطکاک بین سطوحی که نسبت به هم ساکن هستند، نیروی اصطکاک ایستایی نامیده می شود.

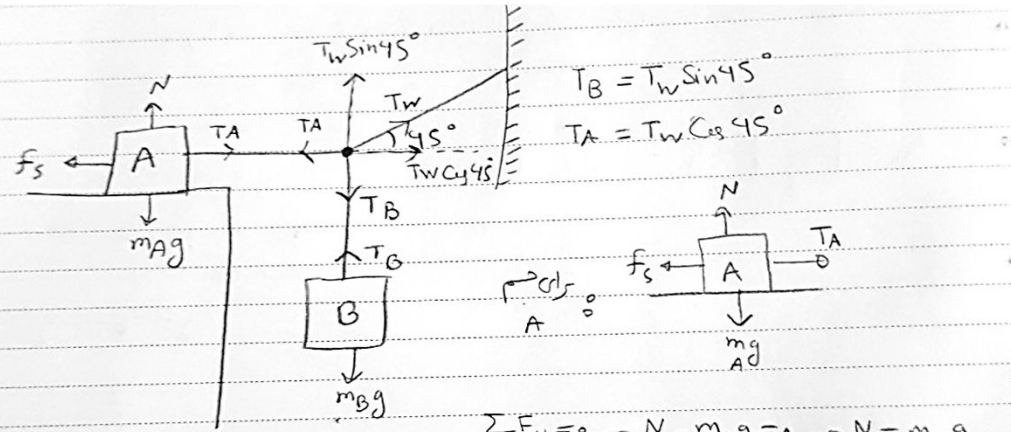
✓ با شروع حرکت از میزان اصطکاک کاسته می شود.

مثال

جسمی به جرم m_A روی میزی با ضریب اصطکاک μ_s قرار دارد. جرم جسم B برای آنکه دستگاه زیر در حالت تعادل باشد، چقدر است؟



پاسخ



$$T_B = T_w \sin 45^\circ$$

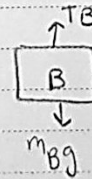
$$T_A = T_w \cos 45^\circ$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N - m_A g = 0 \rightarrow N = m_A g$$

$$(\text{والت}) \sum F_x = 0 \rightarrow f_s = T_A \rightarrow \mu_s N = T_w \cos 45^\circ$$

$$N = m_A g, \mu_s m_A g = T_w \cos 45^\circ \quad (1)$$

B مـ والت :



$$(\text{والت}) \sum F_y = 0 \rightarrow T_B = m_B g$$

$$\rightarrow T_w \sin 45^\circ = m_B g$$

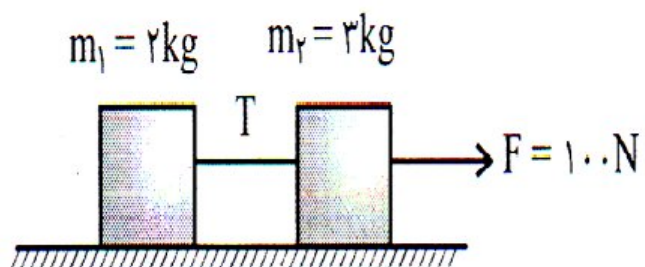
$$\rightarrow T_w = \frac{m_B g}{\sin 45^\circ} \quad (2)$$

① و ② والت :

$$\mu_s m_A g = \frac{m_B g}{\sin 45^\circ} \times \cos 45^\circ$$

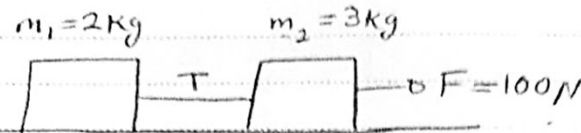
$$\rightarrow m_B = \mu_s m_A$$

مثال



مطابق شکل دو جسم توسط طنابی که جرم آن ناچیز است با نیروی F کشیده می شوند و سیستم از حال سکون شروع به حرکت می کند اگر ضریب اصطکاک در کلیه سطوح ۰ / ۲ باشد نیروی کشش نخ بین دو جسم چند نیوتن است ؟

پاسخ



$$\begin{aligned} F &= 100 \text{ N} \\ m_1 &= 2 \text{ kg} \\ m_2 &= 3 \text{ kg} \\ \mu_k &= 0.2 \end{aligned}$$

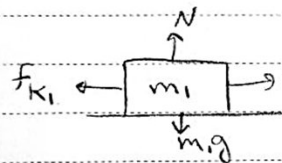
$$\sum F_x = Ma \rightarrow F - f_{k1} - f_{k2} = (m_1 + m_2)a \rightarrow f_k = ? \quad (1)$$

$$f_k = \mu_k \cdot N \quad \text{و چون } N = mg \quad \text{و } (a = 0 \text{ و } \mu_k) \quad f_k = \mu_k \cdot mg \quad (2)$$

$$(1) \rightarrow F - \mu_k m_1 g - \mu_k m_2 g = (m_1 + m_2)a$$

$$\text{و چون } 100 - 0.2(2 \times 9.8) - 0.2(3 \times 9.8) = (2 + 3)a$$

$$\rightarrow 90.2 = 5a \rightarrow a = 18.04 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



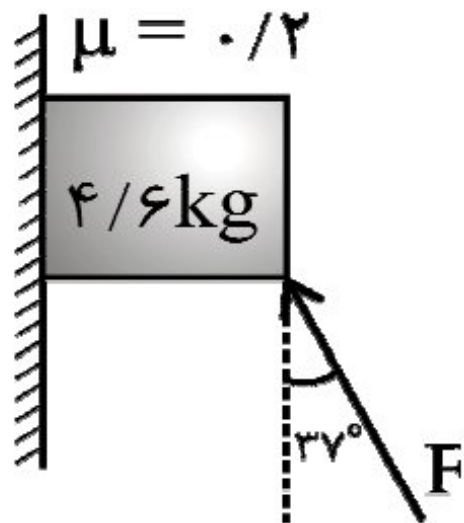
$$\sum F = ma$$

$$\rightarrow T_1 - f_{k1} = m_1 a \rightarrow T_1 - \mu_k \cdot m_1 g = m_1 a$$

$$\rightarrow T_1 = 0.2(2)(9.8) + 18.04(2)$$

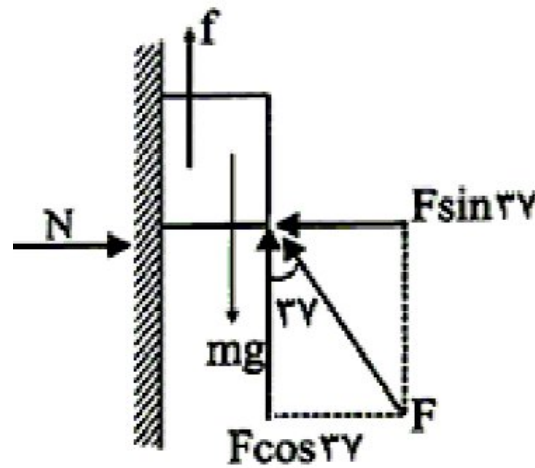
$$\rightarrow T_1 = 40 \text{ N}$$

مثال



در شکل مقابل حداقل F چند نیوتون باشد تا جسم سر نخورد؟

پاسخ

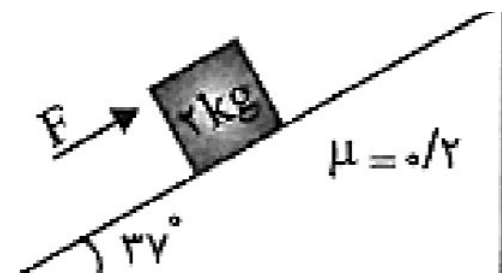


$$\sum F_y = 0 \rightarrow mg - F_{min} \cos 37^\circ - f = 0 \rightarrow 46 - 0.8 F_{min} - \mu_s N = 0$$

$$\underline{N = F \sin 37^\circ \rightarrow N = 0.6 F_{min} \rightarrow 46 - 0.8 F_{min} - 0.6 F_{min} = 0 \Rightarrow F_{min} = \frac{46}{1.4} = 32.86 \text{ N}}$$

اگر سوال به ما می گفت حداکثر نیرو چه تفاوتی ایجاد می شد؟؟

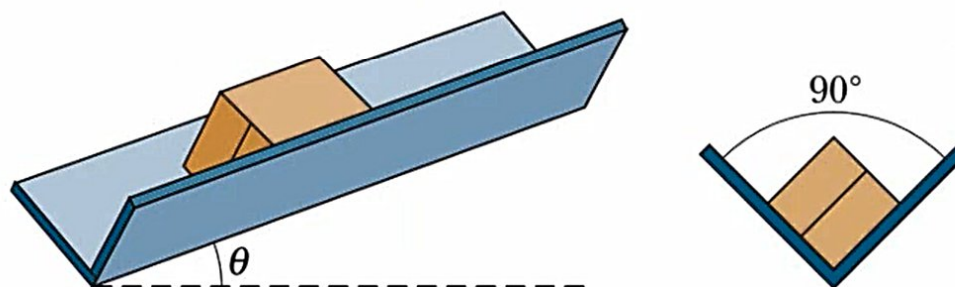
مهلت ارسال: جمعه ۱۲ شب



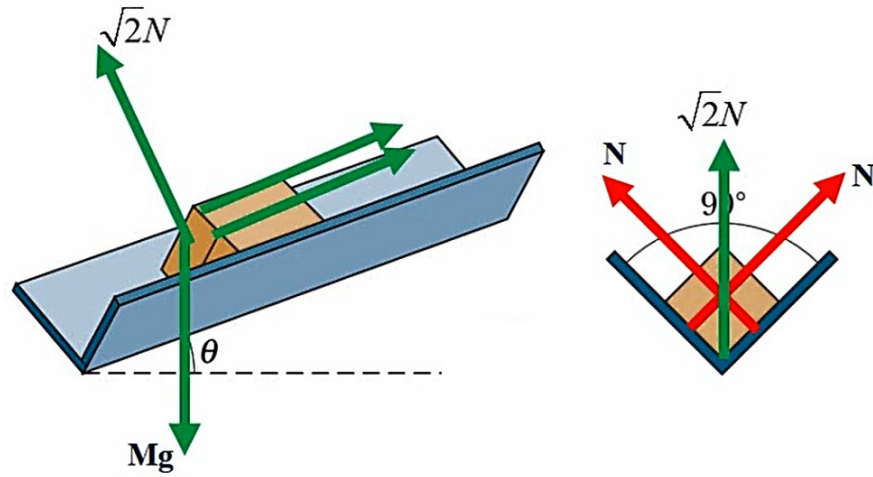
حداقل و حداکثر نیروی F چند نیوتن باشد تا جسم روی سطح ساکن است؟

مثال

جعبه ای در ناودان شیب‌داری با مقطع قائم الزاویه، به طرف پایین می لغزد. ضریب اصطکاک جنبشی میان جعبه و سطح داخلی ناودان μ_k است. شتاب جعبه چقدر است؟



پاسخ



$$(1) \quad Mg \sin \theta - 2f = Ma \qquad f = \mu N$$

$$(2) \quad \sqrt{2}N - Mg \cos \theta = 0 \quad \Rightarrow \quad \sqrt{2}N = Mg \cos \theta$$

$$(1), (2) \Rightarrow Mg \sin \theta - 2\mu \frac{Mg \cos \theta}{\sqrt{2}} = Ma$$

$$\Rightarrow a = g (\sin \theta - \sqrt{2}\mu \cos \theta)$$

نیروی سطح بر جسم

برآیند نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد بر جسم و نیروی اصطکاک بین سطح و جسم را نیروی سطح بر جسم گویند.

$$R = \sqrt{N^2 + f^2}$$

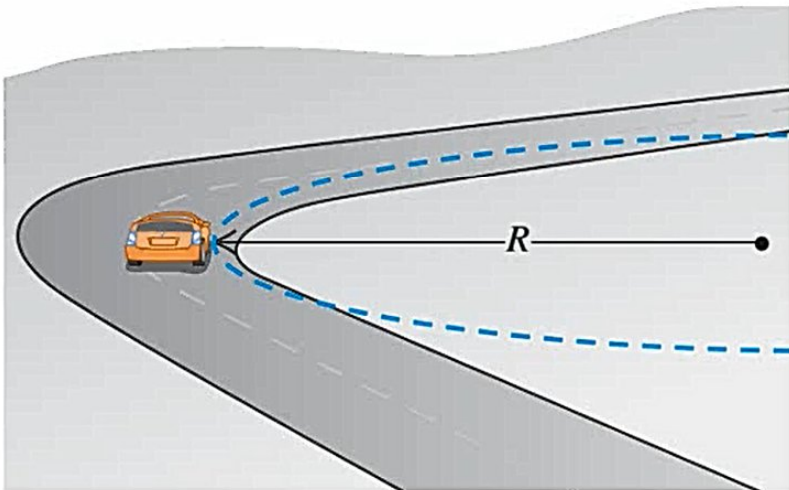
دینامیک حرکت دایره ای یکنواخت

(نیروی مرکز گرا)

جسمی که با سرعت V در مسیری دایره ای حرکت می کند، شتاب مرکزگرا خواهد داشت:

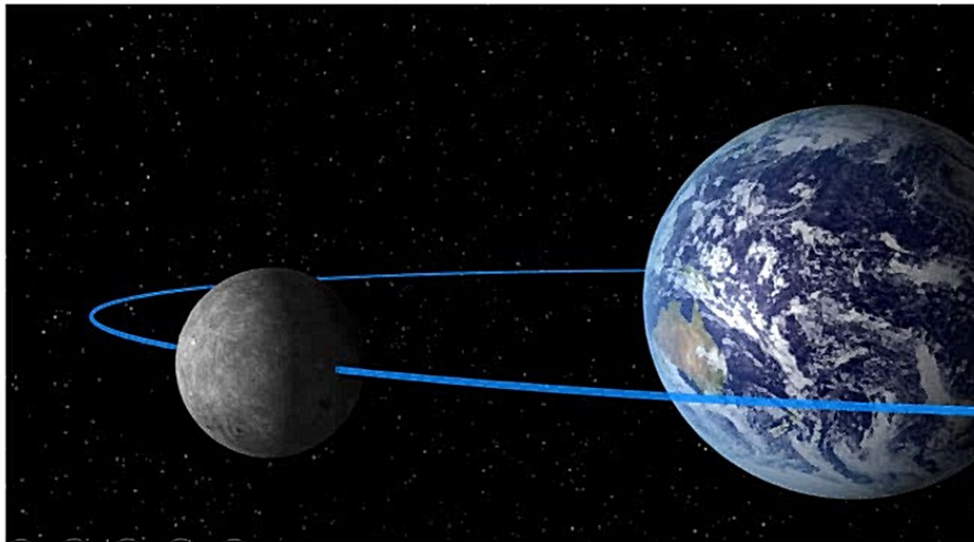
$$a = \frac{V^2}{r}$$

$$\sum F = ma = m \frac{V^2}{r}$$



مثال از نیروهای مرکز گرا

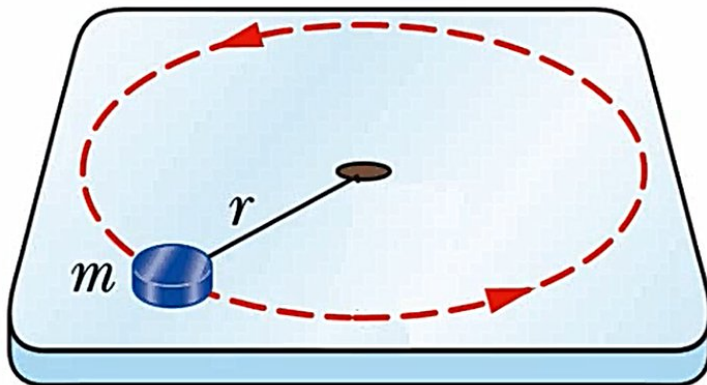
- گردش ماه به دور زمین ؛ نیروی مرکزگرا کشش گرانشی زمین بر ماه است.



$$\sum F = m \frac{V^2}{r} = G \frac{m M}{r^2}$$

مثال از نیروهای مرکز گرا

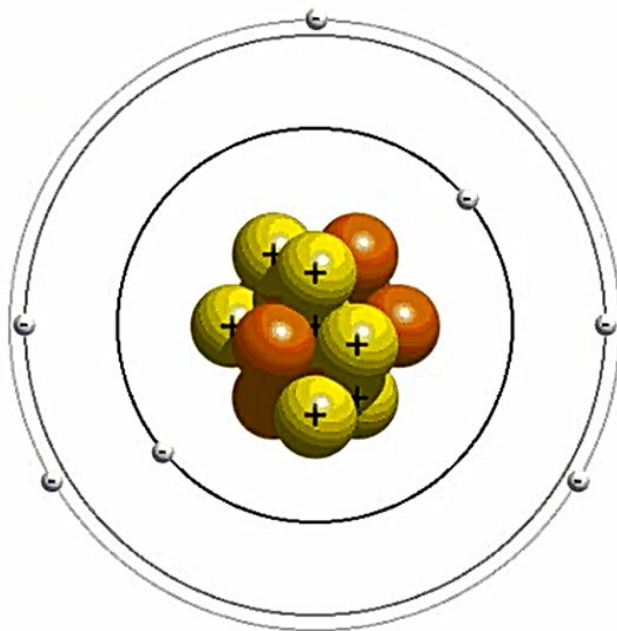
- قرص گردان متصل به ریسمان؛ نیروی مرکزگرا یک نیروی کششی است که ریسمان فراهم می کند.



$$\sum F = m \frac{V^2}{r} = T$$

مثال از نیروهای مرکز گرا

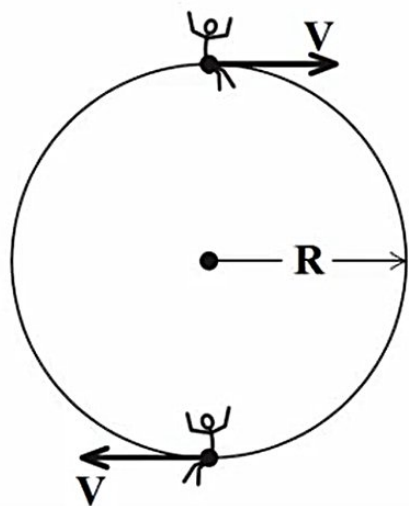
- گردش الکترون به دور هسته اتم



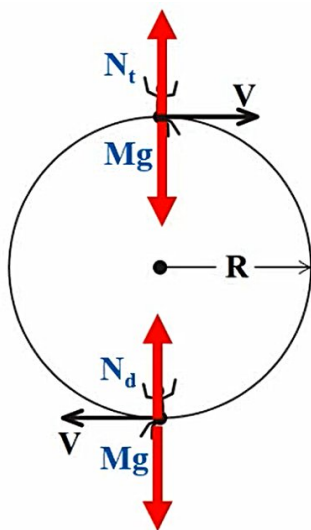
$$\sum F = m \frac{V^2}{r} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

مثال

شخصی سوار بر چرخ فلکی است که مسیر دایره ای به شعاع R را با سرعت V طی می کند. فرض کنید که در حین حرکت صندلی همواره رو به بالا است. نیرویی که صندلی بر شخص وارد می کند را در بالاترین نقطه و پایین ترین نقطه ای که چرخ و فلک قرار می گیرد محاسبه کنید.



پاسخ



جهت مثبت را به طرف بالا در نظر می گیریم.

$$\sum F = M \frac{V^2}{R}$$

وقتی شخص بالا است؛

$$N_t - Mg = -M \frac{V^2}{R} \Rightarrow N_t = Mg - M \frac{V^2}{R}$$

وقتی شخص پایین است؛

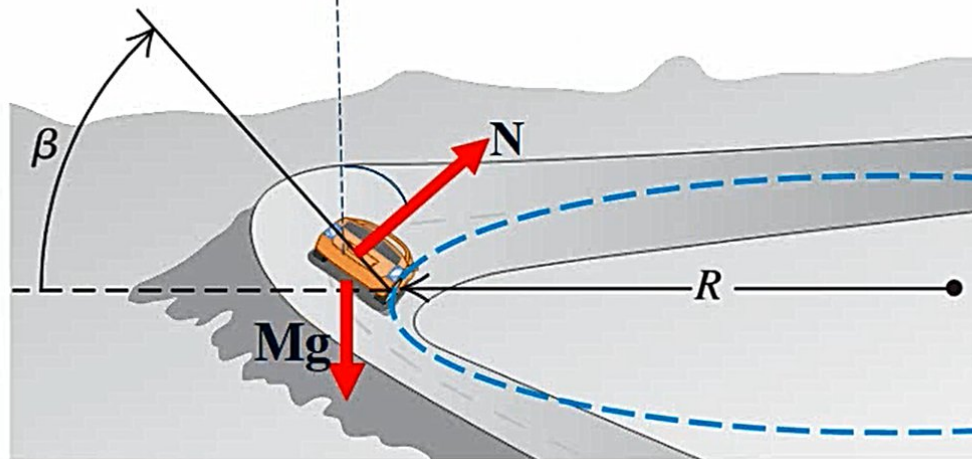
$$N_d - Mg = M \frac{V^2}{R} \Rightarrow N_d = Mg + M \frac{V^2}{R}$$

پیچ با شیب عرضی

$$N \sin \theta = M \frac{V^2}{r}$$

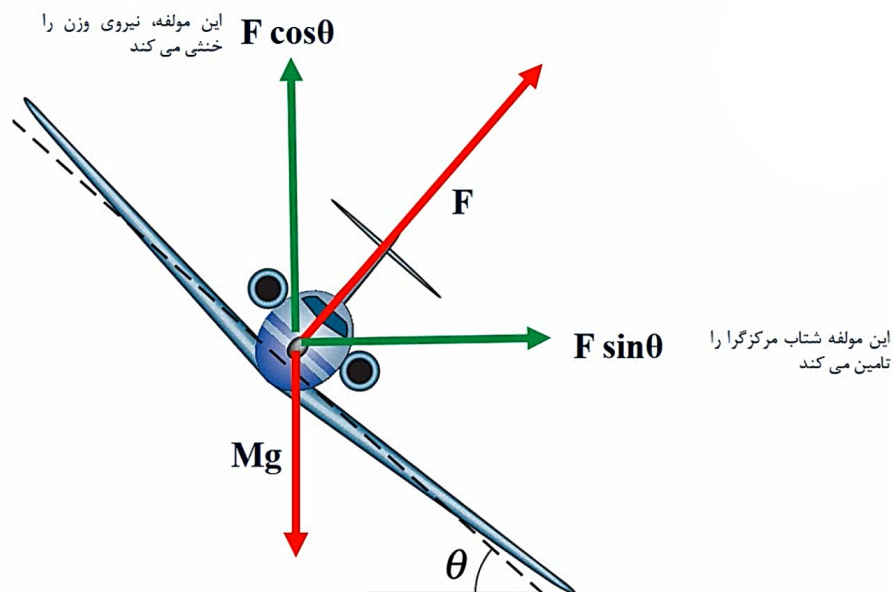
$$N \cos \theta = Mg$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{V^2}{R g}$$



مثال

هواپیمایی با سرعت ۳۶۰ کیلومتر بر ساعت روی دایره افقی پرواز می کند. اگر زاویه بال های هواپیما نسبت به افق ۳۰ درجه باشد، شعاع دایره پرواز چقدر است؟
(یک نیروی بالابر عمود بر بال ها در نظر بگیرید.)



پاسخ

Diagram showing a mass on a string at an angle of 30° . Forces acting on the mass are tension F , weight mg , and their components $F \cos \theta$ and $F \sin \theta$.

Equations derived from the diagram:

$$F \cos \theta = mg \quad \Rightarrow \quad F = \frac{mg}{\cos \theta}$$

$$F \sin \theta = m \frac{v^2}{r}$$

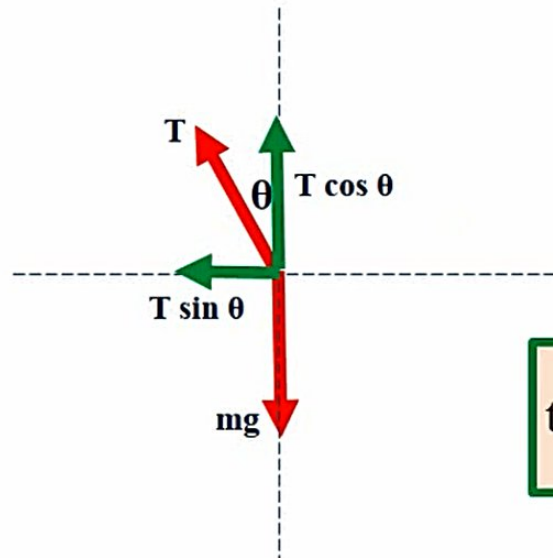
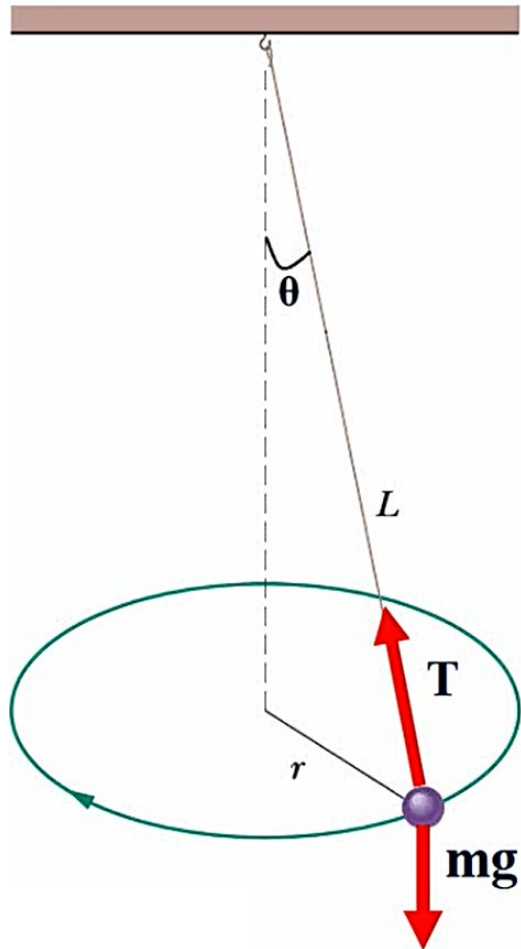
$$\Rightarrow \frac{mg \sin \theta}{\cos \theta} = m \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow r = \frac{mv^2 \cos \theta}{mg \sin \theta}$$

Given values:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{360 \text{ km}}{h} \rightarrow 100 \text{ m/s} \\ \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.58 \\ g \approx 9.8 \text{ m/s}^2 \end{array} \right\}$$

آونگ مخروطی



$$T \sin \theta = m \frac{V^2}{r}$$

$$T \cos \theta = mg$$

$$\tan \theta = \frac{V^2}{rg} \Rightarrow V = \sqrt{rg \tan \theta}$$

محاسبه دوره تناوب آونگ

$$V = \sqrt{r g \tan \theta}$$

$$V = \frac{2\pi r}{t} \Rightarrow t = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi r}{\sqrt{r g \tan \theta}}$$

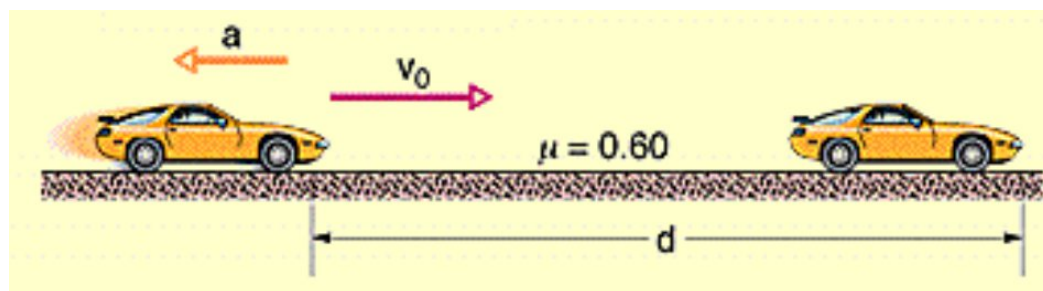
$$r = L \sin \theta$$

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$$

دوره تناوب به جرم بستگی ندارد.

مثال

اتومبیلی که با سرعت v_0 در امتداد جاده مستقیمی حرکت می کند، ناگهان ترمز می کند به طوریکه چرخ ها قفل می شوند و اتومبیل می لغزد. اگر ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0.6$ و $d = 290\text{m}$ باشد، سرعت اولیه جسم و شتاب را بدست آورید.



پایان جلسه هشتم.

****مهلت ارسال: پنج شنبه تا ساعت ۱۷:۱۵****

نیروی کشش طناب ۱ و ۲ را حساب کنید.

