

قوانین نیوتن

در مبحث دینامیک قوانین نیوتن نقش اساسی بازی می‌کنند و آشنایی با کاربرد آنها، در فهم و حل مسایل بسیار مهم است.

قانون اول نیوتن: هر جسمی حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آنکه، تحت تاثیر نیرو یا نیروهایی مجبور به تغییر حالت شود.

🔑 محدوده کاربرد قانون اول نیوتن، در مواردی است که شتاب متحرک صفر باشد.

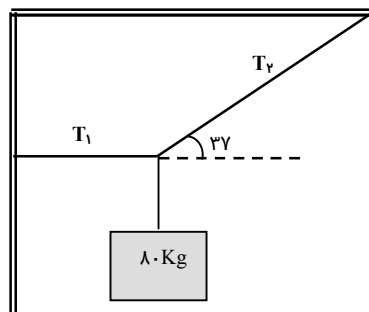
🔑 مواردی که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، از قانون اول نیوتن استفاده می‌شود. $\vec{\Sigma F} = 0$

🔑 چون نیرو کمیته برداری است، مجموع بردارهای نیرو صفر می‌شود.

مثال: جسمی با طناب از سقف آویزان و ثابت است. دو نیروی برابر به جسم وارد می‌شود، که سوی آنها مخالف است. یکی از نیروها نیروی وزن، رو به پایین، و نیروی دیگر نیروی کشش طناب رو به بالا است، که برآیند آنها صفر می‌شود.

مثال: اتومبیلی در یک جاده افقی با سرعت ثابت روی خط راست حرکت می‌کند. نیروی محرکه موتور رو به جلو، و نیروی مقاومت هوا رو به عقب به آن وارد می‌شود، این دو نیرو با هم برابر و در دوسوی مخالف هستند.

تألیفی

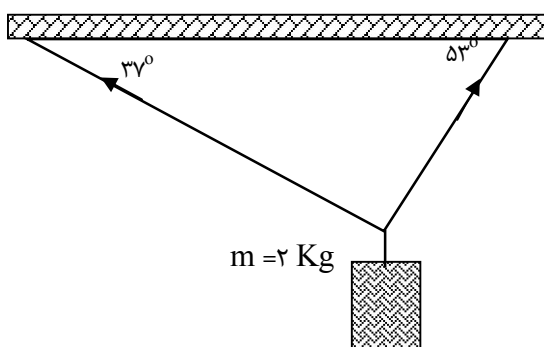


کشش طنابها (T_1 و T_2) را محاسبه کنید.

$$\cos 37^\circ = 0.8 \quad \sin 37^\circ = 0.6$$

۱۰/۱۱

۹۰/۱۰/۱۲

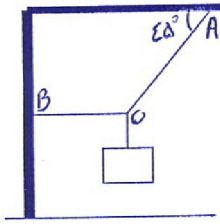


در شکل مقابل کشش طنابها را محاسبه کنید.

۲۰/۱۱

پرسش ۳

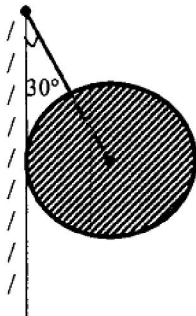
یک تابلوی تبلیغاتی مطابق شکل از پایه ای آویزان است. اگر وزن تابلو 130 N باشد، کشش طناب های OA و OB را محاسبه کنید. (از وزن طناب ها چشم پوشی کنید.)



۸۶/۱۰/۱۱

پرسش ۴

در شکل مقابل، کره‌ای به جرم 3 kg به وسیله‌ی یک کابل به دیوار قائم و بدون اصطکاک آویزان است. نیروی کشش کابل و واکنش دیوار را محاسبه کنید.



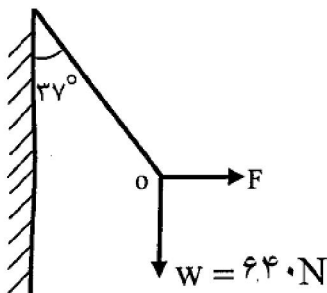
$$\left(\sin 30^\circ = 0.5, \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, g = 10 \frac{m}{s^2} \right)$$

۸۹/۱۲/۱۰

پرسش ۵

در شکل مقابل، نیروی افقی F چند نیوتون باشد تا برآیند نیروهای وارد بر نقطه O صفر شود؟

$$\left(\cos 37^\circ = 0.8, \cos 53^\circ = 0.6 \right)$$



۹۰/۶/۱۶

لختی (اینرسی یا ماند): تمایل اجسام به حفظ حالت سکون، یا حرکت یکنواخت روی خط راست را لختی می‌نامند.
مثال: مانند زمانی که اتومبیل ترمز می‌کند و سرنشینان به سمت جلو پرتاب می‌شوند، زیرا جسم آنها تمایل به حفظ حالت قبلی یعنی حرکت روی خط راست دارد. حرکت در پیچ جاده‌ها نیز چنین می‌باشد.

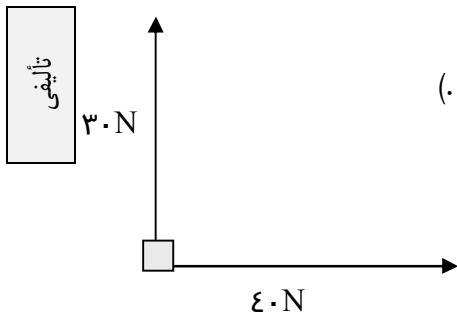
قانون دوم نیوتن: اگر به یک جسم نیروهایی وارد شود، شتابی می‌گیرد که با برآیند نیروهای وارد بر جسم، نسبت مستقیم دارد و با آن هم جهت است و با جرم جسم نسبت عکس دارد.

$$\vec{\Sigma F} = ma$$

☞ **محدوده کاربرد قانون دوم نیوتن**، در مواردی است که حرکت متحرک شتابدار باشد.

نیوتن (واحد نیرو): یک نیوتن نیرویی است که به جرم یک کیلو گرم، شتاب یک متر بر مجذور ثانیه بدهد.

$$1 \text{ (N)} = 1 \text{ (Kg)} \times 1 \text{ (m/s}^2\text{)}$$



در شکل مقابل دو نیروی عمود بر هم به جرم ۱۰ kg

وارد می‌شوند، شتاب حرکت آن را محاسبه کنید. (از اصطکاک صرف‌نظر کنید).

۲۰
پیش

جسمی به جرم ۲kg، تحت اثر نیروی افقی F، از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، پس از ۲۰m جابجایی سرعت آن به ۸m/s می‌رسد، نیروی F چند نیوتن است؟ (از اصطکاک صرف‌نظر کنید).

تأییدی

۲۰
پیش

با مراجعه به آنچه در فیزیک (۲) و آزمایشگاه خوانده‌اید، جمله‌های زیر را کامل کنید.

کنید.

۱- تغییر بردار سرعت بر اثر است.

۲- اگر در اثر اعمال نیرو، جسم ساکنی به حرکت درآید، در شروع حرکت

بردارهای سرعت و هم‌جهت‌اند.

۳- در مسیر خمیده بردارهای سرعت و نیرو.....

۴- اگر جسمی بر روی خط راستی در حرکت باشد و بر آن نیرویی هم‌راستا و

هم‌سو با سرعت حرکت آن وارد شود، حرکت جسم..... خواهد شد.

۵- در صورتی که جسم بر روی خط راستی در حرکت باشد و بر آن نیرویی در

خلاف جهت سرعت اعمال شود، حرکت جسم..... خواهد شد.

کتاب

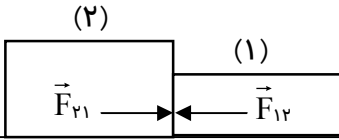
۲۰
پیش

نیروی وزن: در مبحث سقوط آزاد دیدیم، شتاب حرکت در سقوط آزاد برابر g است، پس طبق قانون دوم نیوتن نیروی وارد بر اجسام از طرف زمین برابر $F=mg$ است، که به آن وزن می‌گویند و با نماد W نشان می‌دهند.

$$W = mg$$

قانون سوم نیوتن: هر گاه جسم اول به جسم دوم نیرو وارد کند، جسم دوم نیز همان نیرو را در جهت مخالف به جسم اول وارد می‌کند. به یکی از نیروها کنش (عمل) و به دیگری واکنش (عکس العمل) می‌گویند.

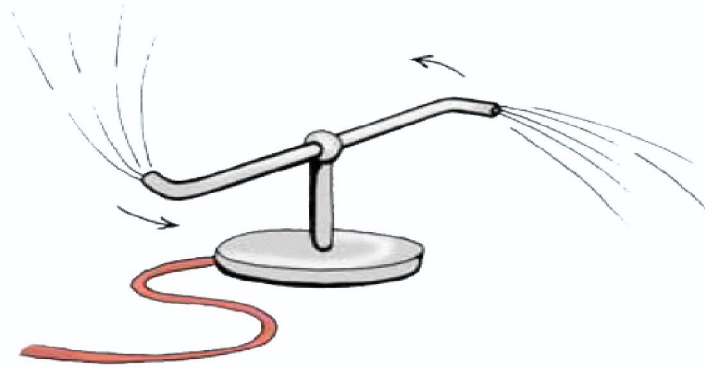
بردار $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ مقدار $F_{12} = F_{21}$ (کنش و واکنش):
 ۱- این دو نیرو همواره مساوی و در دوسوی مخالف هستند.



- ۲- این دو نیرو بر دو جسم وارد می‌شوند نه بر یک جسم، بنابراین نمی‌توان از آنها برآیند گرفت.
 ۳- هر دو نیرو از یک نوع هستند، به طور مثال هر دو الکتریکی یا مغناطیسی و یا گرانشی هستند.

توضیح دهید چرا هنگامی که:

- ۱- با پا به دیواری ضربه می‌زنید، پای شما درد می‌گیرد؟
- ۲- قایقران پارو می‌زند، قایق در آب حرکت می‌کند؟
- ۳- چمدان را از زمین بلند می‌کنید، دست شما به طرف پایین کشیده می‌شود؟
- ۴- آب از فواره مطابق شکل ۲-۱ خارج می‌شود و فواره می‌چرخد؟



پیش ۹

کتاب

با استفاده از قانون سوم نیوتن چگونگی پرتاب موشک فضا پیما را شرح دهید.

پیش ۱۰

کتاب

درست یا نادرست بودن جملات زیر را با ذکر دلیل بنویسید:

الف) هنگام سقوط چتر باز همانطور که زمین او را به سمت خود می‌کشد او نیز زمین را به سمت خود می‌کشد.

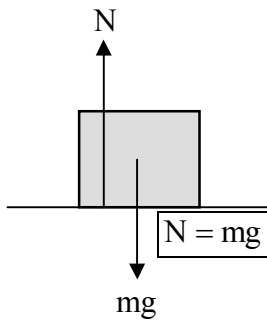
ب) وقتی جسمی را روی زمین می‌کشیم نیرویی که ما به آن وارد می‌کنیم بیشتر از نیرویی است که او به ما وارد می‌کند.

پیش ۱۱

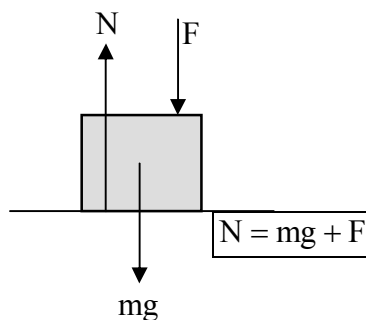
تأییدی

نیروی عمودی تکیه گاه (N)

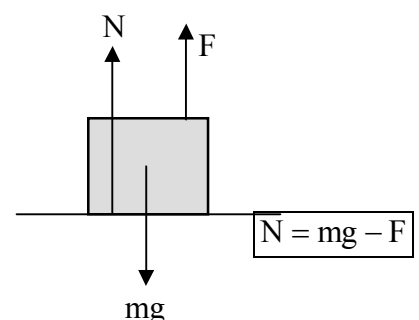
به نیرویی گفته می‌شود که همواره از طرف سطح به طور عمود بر جسم وارد می‌شود. در شکل‌های زیر برای محاسبه N قانون اول نیوتن بکار گرفته شده است.



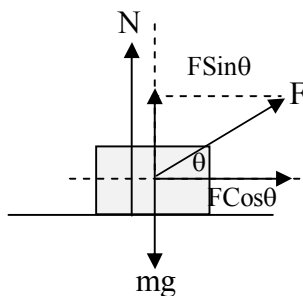
(۱) نیروی N برابر وزن



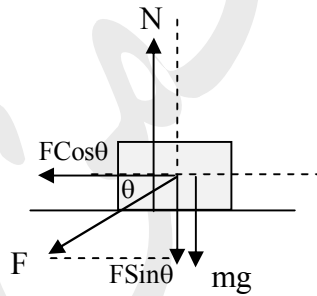
(۲) نیروی F در جهت وزن
نیروی N بیشتر از وزن



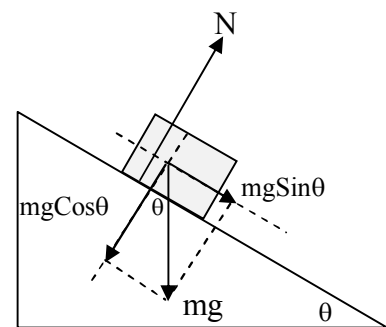
(۳) نیروی F در خلاف جهت وزن
نیروی N کمتر از وزن



$N = mg - FSin\theta$



$N = mg + FSin\theta$



$N = mgCos\theta$

(۴) جسم با نیروی زاویه دار F کشیده می‌شود. (۵) جسم با نیروی زاویه دار F هل داده می‌شود. (۶) جسم روی سطح شیبدار

۶ حالت نشان داده شده متداولترین حالات هستند که در مسایل مطرح می‌شوند.

در حالت ۴ و ۵ مولفه افقی نیروی F یعنی $FCos\theta$ نیروی محرک محسوب می‌شود.

در حالت ۶ مولفه رو به پایین سطح شیبدار ($mgSin\theta$) همواره وجود دارد، که در حل مسایل نایستی فراموش شود.

نیروی اصطکاکی

این نیرو همواره در خلاف جهت حرکت، به اجسام وارد می‌شود.

در این کتاب، نیروی اصطکاکی که بررسی می‌کنیم، نیروی اصطکاکی لغزشی می‌باشد.

نیروی اصطکاکی ایستایی: اگر به جسمی نیروی محرک F وارد شود، و جسم حرکت نکند، نیروی اصطکاکی ایستایی f_s در مقابل حرکت آن ظاهر می‌شود، که با افزایش نیروی محرک، آن نیز افزایش می‌یابد (طبق قانون اول نیوتن) و مقدار ثابتی ندارد و موازی با سطح تماس است.

$f_s = F$

با افزایش نیروی محرک به حالتی می‌رسیم که ، جسم بیشترین مقاومت را در مقابل حرکت دارد و به آستانه لغزش رسیده است و با اندکی افزایش نیروی محرک به حرکت درمی‌آید . در این حالت

$$f_{s\max} = \mu_s N$$

بیشترین نیروی اصطکاک ایستایی را داریم که از رابطه مقابل محاسبه می‌شود :

در رابطه فوق N نیروی عمودی تکیه گاه ، $f_{s\max}$ نیروی اصطکاک ایستایی آستانه حرکت و μ_s ضریب اصطکاک ایستایی است که ، به عواملی مانند جنس سطح تماس ، میزان صافی و زبری و رطوبت سطح بستگی دارد .

ب) نیروی اصطکاک جنبشی: پس از حرکت جسم نیروی اصطکاک کاهش می‌یابد ، و به موازات سطح تماس از

$$f_k = \mu_k N$$

طرف سطح به جسم وارد می‌شود که از رابطه مقابل محاسبه می‌شود .

در رابطه فوق f_k نیروی اصطکاک جنبشی و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است ، و همواره

$$(\mu_k < \mu_s) \leftarrow (f_k < f_{s\max})$$

نمودار تغییر نیروی اصطکاک با نیروی کشش را ، برای جسمی رسم کنید که روی سطح افقی قرار دارد و با افزایش تدریجی نیروی کشش ، وادار به حرکت می‌شود .

پرسش ۱۲

کتاب

قانون دوم نیوتن به صورت کاربردی

برای آسان کردن حل مسایل می‌توانیم قانون دوم نیوتن را بصورت عبارت فارسی زیر بیان کنیم :

$$ma = (\text{نیروهای مخالف جهت حرکت}) - (\text{نیروهای در جهت حرکت})$$

توضیح دهید که چگونه اصطکاک به شروع حرکت اتومبیل کمک می‌کند ؟

پرسش ۱۳

تألیفی

جسمی روی سطح شیبدار بدون اصطکاک ، با شیب α نسبت به افق قرار گرفته است ، شتاب حرکت آنرا محاسبه کنید .

پرسش ۱۴

کتاب

کتاب	<p>جسمی روی سطح شیبدار، با شیب α نسبت به افق قرار گرفته است، اگر جسم در اثر اصطکاک ساکن بماند، نیروی اصطکاک چقدر است؟</p>	پرسش ۱۵
------	---	---------

کتاب	<p>آزمایشی برای محاسبه، ضریب اصطکاک ایستایی سطوح مختلف، با استفاده از سطح شیبدار طراحی کنید.</p>	فعالیت
------	--	--------

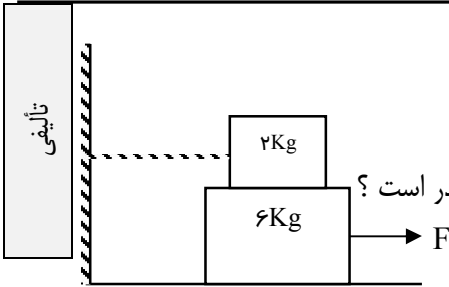
تألیفی	<p>جسمی به جرم 2kg روی سطح افقی با نیروی 8N کشیده می‌شود و شتاب 3 m/s^2 به خود می‌گیرد. نیروی اصطکاک جنبشی و ضریب اصطکاک جنبشی را محاسبه کنید.</p>	پرسش ۱۲
--------	--	---------

تألیفی	<p>جسمی به جرم 4kg روی سطح افقی، با ضریب اصطکاک جنبشی 0.2 با نیروی افقی F کشیده می‌شود و پس از شروع حرکت در مدت 2s سرعتش به 4 m/s می‌رسد، نیروی محرک F چقدر است؟</p>	پرسش ۱۷
--------	---	---------

تألیفی	<p>جسمی به جرم 5kg روی سطح افقی، با ضریب اصطکاک جنبشی 0.1 و ضریب اصطکاک ایستایی 0.15 قرار دارد: الف) کمترین نیرویی که می‌توان، به جسم وارد کرد تا شروع به حرکت کند چقدر است؟ ب) اگر نیروی محرک افقی 6N، به جسم وارد کنیم، اصطکاک سطح چقدر است؟ ج) اگر نیروی محرک افقی 12N، به جسم وارد کنیم، شتاب حرکت آن چقدر است؟</p>	پرسش ۱۸
--------	--	---------

پرسش ۱۹

مطابق شکل جسم m_2 روی جسم m_1 قرار دارد و به دیوار بسته شده است و ضریب اصطکاک ایستایی تمام سطوح $0/2$ می باشد. تعیین کنید:
الف) جسم m_1 با چه نیرویی کشیده شود تا به آستانه لغزش برسد.
ب) در لحظه شروع لغزش جسم m_1 کشش طنابی که به دیوار بسته شده، چقدر است؟



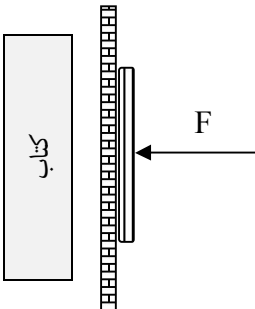
پرسش ۲۰

جسمی به جرم 10 Kg روی سطح شیبدار که با افق زاویه 37 درجه می سازد با نیروی $F = 80\text{ N}$ به سمت بالا کشیده می شود ضریب اصطکاک جنبشی سطح $0/2$ است:
الف) شتاب حرکت آن را محاسبه کنید.
ب) اگر با نصف این نیرو جسم به سمت پایین سطح کشیده شود شتاب آن چقدر می شود؟

تالیفی

پرسش ۲۱

کتابی را مطابق شکل با نیروی F به دیوار فشرده ایم:
الف) آیا نیروی اصطکاک با وزن برابر است؟ چرا؟
ب) با افزایش نیروی F ، اصطکاک چه تغییری می کند؟ چرا؟



کتاب

پرسش ۲۲

جسمی به جرم 5 Kg بطور افقی روی سطحی قرار دارد که ضریب اصطکاک آن $\mu_k = 0/1$ است اگر با نیروی $F = 10\text{ N}$ که با افق زاویه 37 درجه می سازد جسم را هل دهیم چه شتابی می گیرد؟

تالیفی

پرسش ۲۳

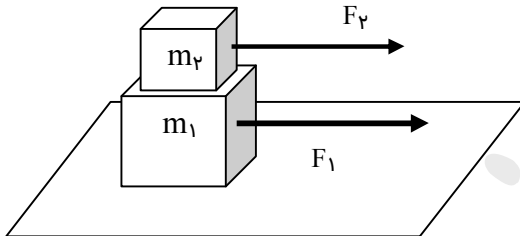
چه نیرویی بر حسب W لازم است تا جسمی به وزن W را با شتاب ۳ برابر شتاب جاذبه زمین در راستای قائم بالا ببریم؟

تالیفی

پرسش ۲۴

در شکل مقابل ضریب اصطکاک ایستایی تمام سطوح $0/2$ ضریب اصطکاک جنبشی آنها $0/1$ است: الف) حداقل نیروی F_1 و F_2 چقدر باشد تا جرمها به آستانه لغزش برسند؟

ب) حداکثر نیروی F_1 چقدر باشد تا پس از حرکت، m_2 نلغزد؟
 $m_2 = 2\text{Kg}$ $m_1 = 5\text{Kg}$



تالیفی

پرسش ۲۵

جسمی به جرم 5Kg بطور افقی روی سطحی قرار دارد که ضریب اصطکاک آن $\mu_k = 0/2$ است. اگر با نیروی F که با افق زاویه 37° درجه می سازد جسم را بکشیم شتاب $2/6 \text{ m/s}^2$ می گیرد، نیروی F چند نیوتن است؟

تالیفی

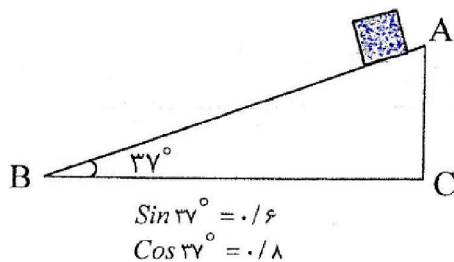
پرسش ۲۶

مانند شکل رو به رو، جسمی به جرم 2Kg روی سطح شیبداری با ضریب اصطکاک جنبشی μ_k از نقطه A رها می شود.

الف) نیروهای وارد بر جسم را رسم کنید.

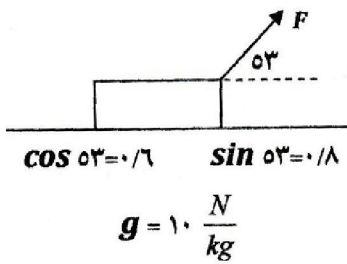
ب) اگر این جسم با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف پایین حرکت

کند، μ_k چه قدر است؟ ($g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$)



۸۴/۱۰/۱۴

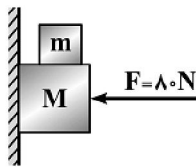
پیش ۲۷



مطابق شکل جسمی به جرم 3 kg روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی 0.2 قرار دارد. نیروی F به جسم اثر کرده و آن را با شتاب 2 m/s^2 به حرکت در می آورد با رسم تمام نیروهای وارد بر جسم تعیین کنید: الف) اندازه نیروی F ب) نیرویی که سطح تماس به جسم وارد می کند.

۸۷/۶/۲۰

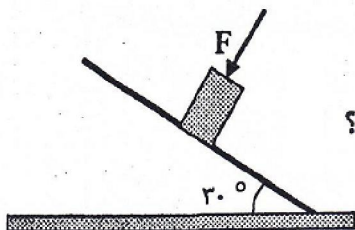
پیش ۲۸



در شکل مقابل، $M = 1 \text{ kg}$ است و توسط نیروی افقی F و دیوار قائمی فشرده و ثابت نگه داشته شده است. جسمی به جرم m را روی جرم M قرار می دهیم. ضریب اصطکاک ایستایی بین سطح جرم M و دیوار 0.2 است. الف) نیروهای وارد بر جرم M را رسم کنید. ب) بیشینه جرم m چه قدر باشد تا جرم M در آستانه حرکت قرار گیرد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

۶۸/۱۰/۸۸

پیش ۲۹

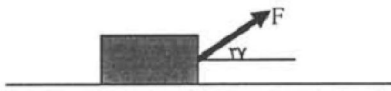


مطابق شکل، جسمی به جرم 4 kg ، روی یک سطح شیب دار قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح شیب دار 0.4 باشد، حد اقل نیروی F که به ازای آن جسم روی سطح ساکن می ماند، چه قدر است؟ ($\sin 30^\circ = 0.5$, $\cos 30^\circ = 0.85$, $g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۶۸/۱۰/۸۷

پیش ۳۰

در شکل، جرم جسم $m = 5 \text{ kg}$ و ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0.5$ است. اگر $F = 50 \text{ N}$ باشد، شتاب حرکت جسم را محاسبه کنید.

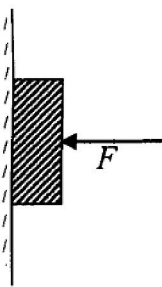


$$\left(\sin \alpha = 0.6, \cos \alpha = 0.8, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

۸۹/۱۰/۱۵

پیش ۳۱

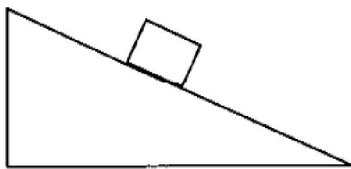
در شکل مقابل، جسمی به جرم 2 kg روی سطح قائمی با ضریب اصطکاک جنبشی 0.25 با شتاب $2/5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف پایین می لغزد. مقدار نیروی افقی F را محاسبه کنید.



۸۹/۱۲/۱۰

پیش ۳۲

مطابق شکل زیر، جسمی بر روی سطح شیب‌داری به حال سکون قرار دارد.



(ا) نیروهای وارد بر این جسم را رسم کنید.

(ب) واکنش هریک از این نیروها به چه جسمی وارد می شود؟

۹۰/۱۰/۱۲

قطع نیرو

هرگاه نیرویی در حرکت موثر باشد و سپس حذف شود، برای راحتی و اجتناب از اشتباه، بهتر است قانون دوم نیوتن را با وجود نیرو بنویسیم. سپس بجای نیروی حذف شده صفر قراردهیم. مانند حالتی که با نیروی F جسمی را روی سطح افقی پرتاب می کنیم که به محض جدا شدن جسم از دست، اثر نیرو وجود

دارد ولی ، خود نیرو دیگر اثرگذار نیست . یا مانند اتومبیلی که ترمز می کند و دیگر نیروی محرک اتومبیل وجود ندارد .

$$F - f_k = ma \quad \rightarrow \quad -f_k = ma$$

۲۲
۳۶

جسمی با سرعت افقی 10 m/s روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی 0.2 پرتاب می شود ، محاسبه کنید پس از چند متر و پس از چند ثانیه متوقف می شود .

تأییدی

۲۲
۳۶

نیروی ثابت و افقی 60 N بر جسمی که بر سطح بدون اصطکاک قرار دارد وارد می شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می کند و در مدت 5 ثانیه 75 متر را طی می کند :
الف) جرم جسم چند Kg است ؟ ب) اگر اثر نیرو بعد از 10 ثانیه قطع شود و ضریب اصطکاک جنبشی سطح 0.1 شود ، جسم چه مسافتی را قبل از توقف روی سطح با اصطکاک طی می کند ؟
پ) نمودار سرعت - زمان آنرا رسم کنید . ت) مسافت کل طی شده چند متر است ؟

تأییدی

۲۵
۳۵

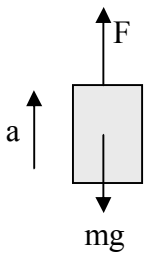
جسمی را با سرعت اولیه V_0 در امتداد سطح شیب داری که با افق زاویه α می سازد، به بالا پرتاب می کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی جسم و سطح برابر μ_k باشد،
الف) با رسم شکل، نیروهای وارد بر جسم را مشخص کنید.
ب) شتاب این جسم در حرکت رو به بالای سطح چقدر است؟ (بر حسب V_0 ، α و μ_k)

۸۶/۱۰/۱۱

جسمی به جرم m را از پایین سطح شیب‌داری با زاویه شیب α و ضریب اصطکاک جنبشی μ_k با سرعت اولیه V_0 به طرف بالای سطح پرتاب می‌کنیم. با رسم شکل شتاب حرکت جسم را در رفت و برگشت به دست آورید.

آسانسور

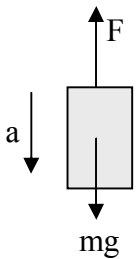
درفیزیک آسانسور الزاماً به کابینی گفته نمی‌شود که بین طبقات ساختمان حرکت می‌کند بلکه به هر جسمی می‌گویند، که در راستای قائم تحت اثر نیرویی، غیر از نیروی وزن حرکت می‌کنند. بررسی حرکت آسانسور به کمک قانون دوم نیوتن:



الف) جسم با نیروی F ، با شتاب ثابت a رو به بالا حرکت می‌کند.

$$F - mg = ma \rightarrow F = mg + ma \quad \boxed{F = m(g + a)}$$

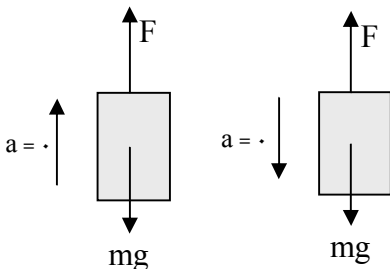
نیروی کشش طناب بیشتر از وزن.



ب) جسم با نیروی F ، با شتاب ثابت a رو به پایین حرکت می‌کند.

$$mg - F = ma \rightarrow F = mg - ma \quad \boxed{F = m(g - a)}$$

نیروی کشش طناب کمتر از وزن.



ج) جسم با نیروی F ، با سرعت ثابت رو به بالا یا پایین حرکت می‌کند.

حرکت رو به بالا $F - mg = 0 \rightarrow \boxed{F = mg}$

حرکت رو به پایین $mg - F = 0 \rightarrow \boxed{F = mg}$

نیروی کشش طناب برابر وزن.

جسمی به جرم 4 Kg ، تحت اثر نیروی 30 N رو به بالا قرار دارد:

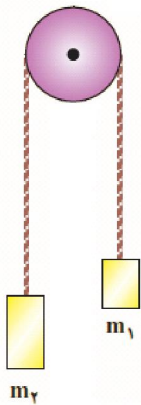
الف) جسم در چه سمتی حرکت می‌کند؟

ب) شتاب حرکت آنرا محاسبه کنید.

سیستمهای چند جرمی

هر گاه بیش از یک جسم در حرکت وجود داشته باشد، می‌توانیم برای هر یک از آنها بطور جداگانه، قانون دوم نیوتن را بنویسیم. در اینصورت از نظر ریاضی یک دستگاه چند معادله - چند مجهول بدست می‌آید، که تعداد معادلات به اندازه تعداد جرمها می‌باشد. در صورتی که معادلات نوشته شده را باهم جمع کنیم نیروی کشش طناب بین دو جسم نیروی داخلی حساب شده و حذف می‌شود.

تألیفی



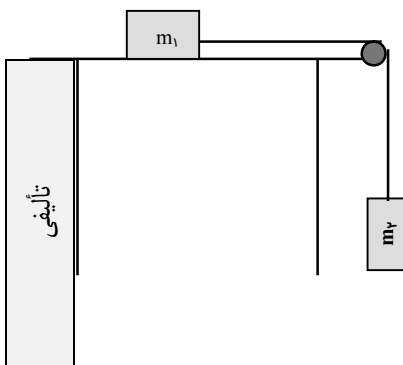
(ماشین آتوود) در شکل مقابل دو وزنه متفاوت، به قرقره ثابتی که می‌تواند حول محور خود بچرخد، با طنابی آویخته شده‌اند شتاب حرکت آنها و کشش طناب را محاسبه کنید. ($m_2 > m_1$)

۳۸

تألیفی

به ماشین آتوود دو وزنه $m_1 = 4\text{Kg}$ و $m_2 = 6\text{Kg}$ متصل کرده ایم: الف) شتاب وزنه‌ها و کشش طناب را محاسبه کنید. ب) اگر ۵s پس از شروع حرکت وزنه‌ها طناب پاره شود، چند ثانیه طول می‌کشد تا جرم m_1 به مکان اولیه باز گردد.

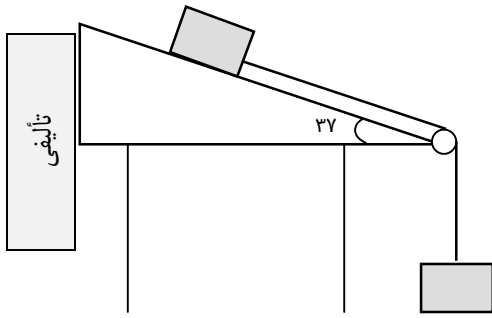
۳۹



الف) در شکل مقابل کشش طنابها و شتاب حرکت وزنه‌ها را پیدا کنید. ب) حداقل جرمی که می‌توان روی m_1 قرار داد تا دستگاه حرکت نکند چقدر است؟ ج) اگر ۲s پس از شروع حرکت طناب پاره شود جسم m_1 با چه شتابی توقف می‌کند؟
 $\mu_k = 0.2$ و $\mu_s = 0.22$ روی سطح افق $m_1 = 8\text{ Kg}$ $m_2 = 2\text{ Kg}$

۴۰

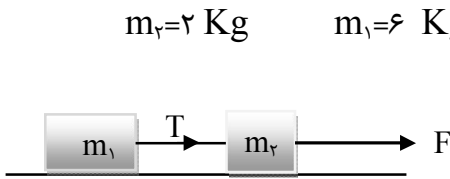
تألیفی



پیش ۴۱

در شکل مقابل جرمها یکسان و برابر m هستند :
 الف) μ_s را چنان تعیین کنید تا دستگاه ساکن باشد .
 ب) اگر جرم وزنه پایین را سه برابر کنیم ، دستگاه با شتاب 4 m/s^2 حرکت خواهد کرد ، μ_k سطح شیبدار را حساب کنید .

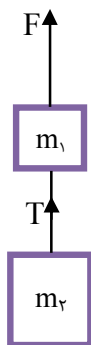
تألیفی



الف) در شکل مقابل در صورتی که روی سطح افق $\mu_k = 0.15$ ، $m_1 = 6 \text{ Kg}$ ، $m_2 = 2 \text{ Kg}$ و شتاب حرکت 3 m/s^2 باشد ، کشش طنابها را پیدا کنید .
 ب) اگر بیشترین تحمل طناب بین دو جسم 24 نیوتن باشد حداکثر نیروی F چقدر باشد تا طناب رابط دو جسم پاره نشود ؟

پیش ۴۲

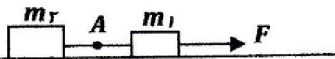
تألیفی



الف) در شکل مقابل در صورتی که شتاب حرکت 2 m/s^2 باشد ، کشش طنابها را پیدا کنید .
 ب) اگر بیشترین تحمل طناب بین دو جسم 80 نیوتن باشد حداکثر نیروی F چقدر باشد تا طناب رابط دو جسم پاره نشود ؟ $m_1 = 2 \text{ Kg}$ ، $m_2 = 5 \text{ Kg}$

پیش ۴۳

پرسش ۴۴



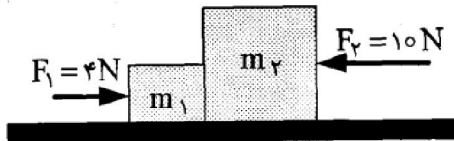
$$g = 10 \frac{N}{kg}$$

مطابق شکل دو جسم $m_1 = 2kg$ و $m_2 = 5kg$ با نخ سبکی به هم متصل شده اند و با نیروی $F = 28N$ کشیده می شوند. اگر ضریب اصطکاک هر یک از اجسام با سطح $0/1$ باشد حساب کنید:
الف) شتاب حرکت اجسام. ب) نیروی کشش نخ در نقطه A .

۸۷/۴/۲۰

پرسش ۴۵

دو جسم با جرم های $m_1 = 1kg$ و $m_2 = 2kg$ مطابق شکل زیر روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارند و



نیروهای F_1 و F_2 بر آن ها اثر می کند.

الف) بزرگی و جهت شتاب هر یک از جسم ها را تعیین کنید.

ب) بزرگی نیروی تماسی را که دو جسم بر یکدیگر وارد می کنند، محاسبه کنید.

ج) نیروهای افقی وارد بر m_2 را رسم کنید.

۸۷/۲/۵

تکانه (اندازه حرکت)

تکانه یک جسم، کمیتی برداری است که برابر با حاصل ضرب جرم در

سرعت آن می باشد، که با نماد P نمایش می دهند و واحد آن $(Kg \cdot m/s)$ است. $\vec{P} = m \cdot \vec{V}$

رابطه بین نیرو و تکانه: آهنگ تغییر تکانه یک جسم نسبت به زمان، برابر با برآیند نیروهای وارد بر جسم است. به بیان دیگر، برآیند نیروهای وارد بر جسم، مشتق تکانه آن نسبت به زمان است. (رابطه گفته شده را اثبات کنید.)

پرسش ۴۶

نقش کیسه هوا در تصادفات رانندگی را شرح دهید.

پن

کتاب	در مسابقات پرش با نیزه ، نقش تشک پشت مانع ، در جلوگیری از آسیب رسیدن به ورزشکار چیست ؟	پرسش ۴۷
تألیفی	نیروهای ثابت و مساوی در مدت‌های مساوی بر دو جسم متفاوت اثر می‌کنند در پایان این مدت کدام کمیت برای دو جسم یکسان خواهد بود ؟ الف (سرعت ب (شتاب ج (اندازه حرکت د (تغییرات اندازه حرکت	پرسش ۴۸
تألیفی	گلوله‌ای به جرم m با سرعت V به دیواری برخورد کرده و با سرعت $V \frac{3}{4}$ در خلاف جهت اولیه برمی‌گردد ، تغییرات تکانه گلوله را محاسبه کنید .	پرسش ۴۹
تألیفی	گلوله‌ای به جرم 2Kg از ارتفاع 45m رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع 20m بالا می‌آید ، اگر مدت برخورد با زمین را 0.2s در نظر بگیرید ، تغییرات تکانه و نیروی متوسط وارد بر گلوله را محاسبه کنید .	پرسش ۵۰
۸۷/۸۰/۲۶	یک بادکنک پر از هوای فشرده، محتوی 2g هوا است. پس از باز شدن دهانه‌ی بادکنک، هوای درون آن با سرعت 4m/s در مدت $2/5$ ثانیه به طور کامل خارج می‌شود. بزرگی نیروی متوسطی که در این مدت در اثر خروج هوا بر بادکنک وارد می‌شود، چه قدر است؟	پرسش ۵۱

پرسش ۲۲

۷۸/۶/۲۸

الف) در هر کدام از موردهای زیر چه نیرویی و چگونه باعث حرکت می شود؟
 (۱) شناگری که در آب به صورت افقی شنا می کند .
 (۲) پرنده ای که با بال زدن به صورت قائم اوج می گیرد .
ب) به کمک رابطه ی $\vec{F} = m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$ نقش تشک را در جلوگیری از آسیب رسیدن به شخصی که بر روی آن سقوط می کند مورد بررسی قرار دهید .

پرسش ۲۳

۸۹/۱۰/۱۵

شخصی به جرم 60 kg از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند. اگر سرعت او هنگام رسیدن به تشک $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد و 0.2 ثانیه بعد متوقف شود، نیروی متوسطی که تشک بر شخص وارد می کند را محاسبه کنید. جهت این نیرو به کدام طرف است؟

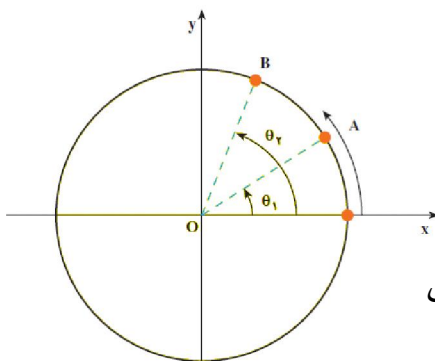
حرکت دایره‌ای

این حرکت نمونه‌ای از حرکت در صفحه می‌باشد که مسیر حرکت دایره‌ای می‌باشد . مانند حرکت سیارات به دور خورشید که تقریباً دایره می‌باشد . یا حرکت عقربه‌های ساعت ، حرکت ملخ هلی کوپتر و حرکت پره‌های پنکه .

سرعت زاویه‌ای متوسط : نسبت جابجایی زاویه‌ای به زمان را سرعت زاویه‌ای

متوسط می‌گویند . که با نماد $\bar{\omega}$ (امگا) نشان میدهند . $\bar{\omega} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$

یکای سرعت زاویه‌ای ، رادیان بر ثانیه است (rad/s) .



سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای : حد سرعت زاویه‌ای متوسط ، در حالتی که Δt به سمت

صفر میل می‌کند را سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای می‌نامند. (سرعت زاویه‌ای

لحظه‌ای را به اختصار سرعت زاویه‌ای می‌گویند .)

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

$\Delta t \rightarrow 0$

۳۰
۸۸

معادله حرکت زاویه‌ای متحرکی بصورت $\theta = t^2 + 2t$ است :
الف) سرعت زاویه‌ای متوسط آنها بین لحظات $t_1 = 1s$ و $t_2 = 3s$ محاسبه کنید .
ب) سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای آن در لحظه $t = 2s$ چند rad/s است ؟

۳۶
۸۷

حرکت دایره‌ای یکنواخت

هرگاه سرعت زاویه‌ای ذره‌ای که بر روی مسیر دایره‌ای در

حرکت است ، ثابت بماند ، این حرکت را حرکت دایره‌ای یکنواخت می‌نامند . در این حرکت سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای با سرعت زاویه‌ای متوسط در هر بازه زمانی برابر است .

دوره : مدت زمان یک دور کامل در حرکت دایره‌ای را دوره می‌نامند و با نماد T نمایش می‌دهند و یکای آن ثانیه است .

بسامد : تعداد دوره‌های کامل در واحد زمان بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود که با نماد f نمایش می‌دهند و یکای آن

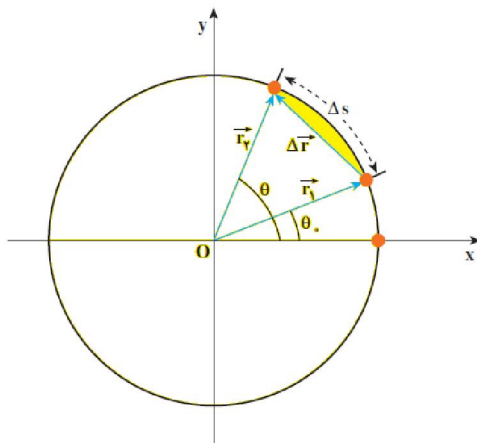
$$\frac{1}{s} \text{ است که } Hz \text{ هرترتز نامیده می‌شود. در نتیجه } T = \frac{1}{f} \text{ یا } f = \frac{1}{T}$$

🔗 چون ذره در هر دور کامل یعنی مدت زمان T ، زاویه‌ای برابر با 2π را طی می‌کند ، در نتیجه : $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

۳۰
۸۸

مطلوبست : الف) سرعت زاویه‌ای گردش ماه به دور زمین (۲۹ روز)
ب) سرعت زاویه‌ای گردش زمین به دور خودش (۲۴ ساعت)

۳۶
۸۷



محاسبه سرعت خطی متحرک در حرکت دایره‌ای :

$$\vec{r}_1 = \text{برداری مکان در لحظه } t_1$$

$$\vec{r}_2 = \text{برداری مکان در لحظه } t_2$$

$\Delta \vec{r}$ جابجایی متحرک در مسیر دایره‌ای در بازه زمانی Δt

$\Delta s =$ طول کمان طی شده روی مسیر دایره‌ای در بازه زمانی Δt

اگر بازه زمانی بسیار کوچک باشد می‌توان کمان Δs را تقریباً برابر با

طول وتر Δr در نظر گرفت .

$$|\vec{V}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t} \rightarrow |\vec{V}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad \text{و} \quad \Delta s = r\Delta\theta \rightarrow V = r \frac{d\theta}{dt} \rightarrow \boxed{V = r\omega}$$

📌 : بردار سرعت جسم ، همواره مماس بر مسیر حرکت است .

پیش ۵۶

در یک ساعت طول عقربه ساعت شمار ۵cm و طول عقربه دقیقه شمار ۶cm است . سرعت خطی نوک عقربه ها را محاسبه کنید .

تألیفی

پیش ۵۷

در نظر بگیرید شهر تهران در مدار ۴۰ درجه شمالی جغرافیایی باشد . سرعت خطی و سرعت زاویه‌ای شخصی که در تهران زندگی می کند را محاسبه کنید .

$$R_e = 6/4 \times 10^6 \text{ m}$$

تألیفی

پیش ۵۸

قرص چرخانی در یک سطح افقی هر دقیقه ۱۲۰۰ دور کامل می چرخد، سرعت زاویه ای و سرعت خطی نقطه ای واقع بر روی قرص که تا محور دوران ۰/۵m فاصله دارد چقدر است؟ ($\pi=3$)

۸۷/۶/۲۰

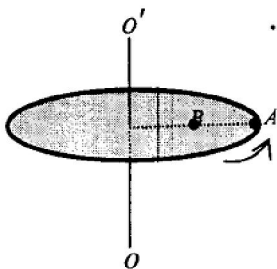
پیش ۵۹

در شکل، یک صفحه‌ی افقی (دیسک) با بسامد ثابتی حول محور OO' می چرخد.

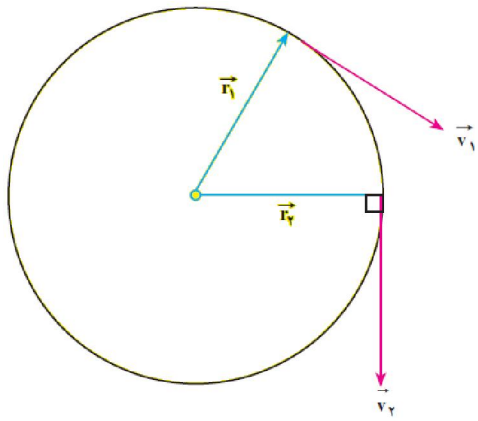
با استدلال برای دو نقطه A و B :

(الف) سرعت های زاویه‌ای را مقایسه کنید.

(ب) سرعت های خطی را مقایسه کنید.



۸۹/۱۲/۱۰



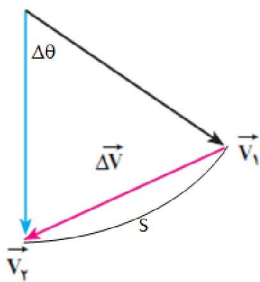
شتاب در حرکت دایره‌ای یکنواخت :

چون بردار سرعت در حرکت دایره‌ای همواره مماس بر مسیر دایره‌ای است ، پس هر لحظه در حال تغییر جهت است و حتماً حرکت شتابدار خواهد بود حتی اگر حرکت دایره‌ای یکنواخت باشد .

با توجه به شکل مقابل داریم : $\Delta \vec{V} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1 \neq 0$ و $V_2 = V_1$ (اندازه)

$$\vec{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad \Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow \Delta \theta \rightarrow 0 \Rightarrow \Delta V = s = v \Delta \theta$$

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} V \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = V \omega \rightarrow \boxed{a = \frac{V^2}{r} = r \omega^2}$$



راستای این شتاب در راستای شعاع دایره و سوی آن به سمت مرکز است ، به همین علت آن را شتاب مرکز گرا (جانب به مرکز) می‌نامند .

پره‌های هلی کوپتری در هر دقیقه ۸۰۰ دور می‌گردد (مطلوبست : الف) دوره - بسامد - سرعت زاویه‌ای (ب) سرعت خطی و شتاب مرکز گرای نقطه‌ای را محاسبه کنید که روی پره و در فاصله ۲ m از محور دوران است .

تأییدی

تأییدی

دینامیک حرکت دایره‌ای یکنواخت :

طبق قانون دوم نیوتن در حرکت‌های شتابدار نیروی خالصی وجود دارد که به جسم شتاب می‌دهد و نیرو و شتاب هم جهت هستند ، پس در حرکت دایره‌ای یکنواخت نیروی مرکز گرایی وجود دارد که به جسم شتاب می‌دهد .

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

در طبیعت نیرویی واقعی مانند نیروی اصطکاک یا نیروی گرانشی یا نیروی الکتریکی وجود ندارد که بتوان آنرا نیروی مرکز گرا نامید بلکه در هر حالت یکی از این نیروها بایستی نقش نیروی جانب به مرکز گرا ایفا کند .

جسمی به جرم ۵kg در مسیر افقی به شعاع ۲m بوسیله طنابی حرکت دایره‌ای دارد و کشش طناب ۶۲/۵N است. مطلوبست: سرعت خطی - سرعت زاویه‌ای - بسامد - دوره تناوب

تأییدی

تأییدی

پرسش ۲۲

گلوله‌ای به جرم 2Kg با طنابی به طول 0.5m بطور افقی می‌چرخانیم تا کشش طناب 64N شود سرعت خطی و سرعت زاویه‌ای و دوره تناوب آنرا محاسبه کنید.

تالیفی

پرسش ۲۳

مهره‌ای به فاصله 10cm از مرکز یک صفحه گردان دایره‌ای قرار دارد که ضریب اصطکاک سطح آن 0.25 است صفحه حداکثر با چه سرعت خطی و زاویه‌ای بچرخد تا مهره روی آن نلغزد؟

تالیفی

پرسش ۲۴

یک خودرو در یک پیچ افقی با ضریب اصطکاک ایستایی $\mu_s = 0.8$ می‌تواند حداکثر با سرعت 20 متر بر ثانیه بدون لغزش جانبی دور بزند.

الف) شعاع پیچ چند متر است؟

ب) اگر جرم خودرو یک تن باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتون است؟ $(g \approx 10 \frac{m}{s^2})$

۸۴/۱۰/۱۴

پرسش ۲۵

خودرویی به جرم 800Kg پیچ جاده‌ای به شعاع 200m را با سرعت ثابت $20 \frac{m}{s}$ می‌پیماید. نیروی مرکزگرای این خودرو را محاسبه کنید.

۸۴/۱۰/۱۱

پرسش ۲۶



الف) در ورزش پرتاب چکش، ورزشکار دسته‌ی وسیله‌ای به نام چکش (شامل: وزنه، زنجر و دسته) را در دست می‌گیرد و آن را در یک سطح تقریباً افقی می‌چرخاند. در این مورد، چه نیرویی، مرکزگرا است؟ (ب) در حرکت دایره‌ای یکنواخت، کدام یک از کمیت‌های زیر ثابت است؟ توضیح دهید.

- ۱- سرعت زاویه‌ای ۲- سرعت خطی ۳- شتاب ۴- نیرو

۶۸/۰/۳۶
۸۸/۱/۸۸

پرسش ۲۷

یک دیسک افقی در هر دقیقه ۱۲۰ دور می‌چرخد. جسم کوچکی روی دیسک قرار می‌دهیم، اگر ضریب اصطکاک ایستایی 0.8 باشد این جسم حداکثر در چه فاصله‌ای از مرکز دیسک باید قرار بگیرد تا نلغزد؟
($g = 10 \frac{N}{kg}$ و $\pi^2 \approx 10$)

۷۸/۶/۳۸
۸۸/۶/۳۸

پرسش ۲۸



مطابق شکل یک جسم داخل استوانه‌ای قائم روی دایره‌ی افقی می‌چرخد: نیروهای وارد بر جسم را رسم کنید و نقش هر کدام از نیروها را بنویسید.

۵۱/۰/۶۷
۸۹/۱/۱۸

پرسش ۲۹

جسمی به جرم 100 گرم روی یک سطح افقی بدون اصطکاک به نخ به طول 20 سانتی متر بسته شده و حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اگر بسامد چرخش جسم برابر $\frac{2}{\pi}$ باشد، بزرگی نیروی کشش نخ چند نیوتون است؟

۶۸/۶/۳۶
۹۰/۶/۳۶

پیش ۷۰

درهریک ازحالت های زیر ، چه نیرویی مرکز گرا است ؟

آ (الکترونی که به دور هسته می چرخد .) حرکت ماهواره ها به دورزمین .

ب (در حرکت لباس هایی که در ماشین لباس شویی می چرخند .

۹۰/۱۰/۱۲

پیش ۷۱

جسمی به جرم 100 g را به نخى به طول 20 cm می بندیم و روی مسیر دایره ای افقی می چرخانیم . اگر بسامد حرکت جسم 10 Hz باشد :

الف (بزرگی سرعت خطی را تعیین کنید .

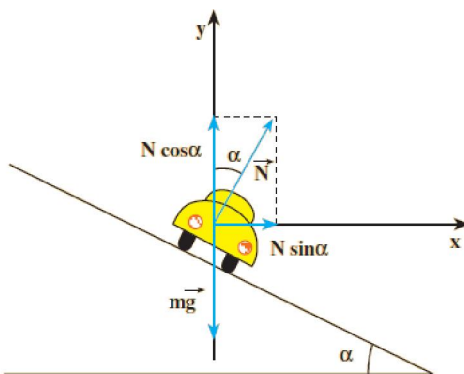
ب (بزرگی نیروی مرکزگرای وارد بر جسم چند نیوتون است ؟

$\pi \cong 3$

۹۱/۴/۵

شیب عرضی جاده

بر اساس طراحی فنی و مهندسی درسر پیچ جاده‌ها شیب عرضی ایجاد می کنند تا خود روها بدون خطر انحراف و خارج شدن از مسیر ، جاده را طی کنند . زاویه شیب عرضی جاده می تواند بر حداکثر سرعت مجاز در پیچ جاده موثر باشد .



$$F = N \sin \alpha = m \frac{V^2}{r} \rightarrow \boxed{\tan \alpha = \frac{V^2}{rg}}$$

(از اصطکاک عرضی جاده صرفنظر شده است .) $N \cos \alpha = mg$

پیش ۷۲

الف) در حرکت خودرو در یک پیچ با شیب عرضی ، چه نیرویی ، چه نیروی مرکز گرا است ؟

ب) در حرکت دایره ای یکنواخت ، اگر شعاع مسیر دایره ای r برابر شود ، بزرگی سرعت خطی و بزرگی شتاب ، چه تغییری می کنند ؟

۶۲/۱۰/۲۶

زاویه ی شیب عرضی جاده ای 30° و شعاع پیچ آن $10\sqrt{3}$ متر است .

(آ) بیشینه ی سرعت یک خودرو را برای آن که بتواند این پیچ را بدون واژگون شدن دور بزند ، محاسبه کنید .

(ب) اگر جرم خودرو 1500 kg باشد ، بزرگی نیروی مرکزگرای وارد بر آن چند نیوتون است ؟

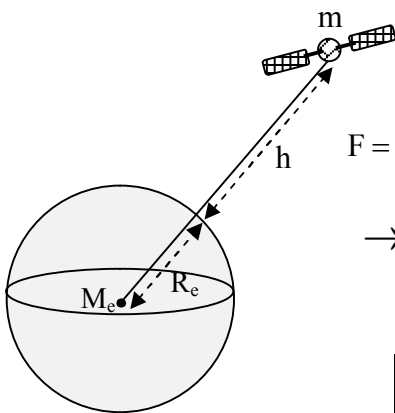
$$\text{tg}30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} , \quad g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

بررسی و محاسبه سرعت خطی و دوره حرکت ماهواره ها :

در حرکت ماهواره به دور زمین نیروی گرانشی زمین نقش نیروی مرکزگرا را

به عهده دارد . بنابراین داریم : $r = R_e + h$ و $F = m \frac{V^2}{r}$ و $F = G \frac{M_e m}{r^2}$

$$\rightarrow G \frac{M_e m}{r^2} = m \frac{V^2}{r} \rightarrow G \frac{M_e}{r} = V^2 \rightarrow V = \sqrt{\frac{GM_e}{R_e + h}}$$



$$\omega = \frac{V}{r} = \sqrt{\frac{GM_e}{(R_e + h)^3}} \quad \text{و} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{(R_e + h)^3}{GM_e}}$$

$$F = G \frac{M_e m}{r^2} = mg \rightarrow g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2} \rightarrow g_0 = \frac{GM_e}{R_e^2} \rightarrow g_0 R_e^2 = GM_e$$

ماه تقریباً هر $2/4 \times 10^6$ ثانیه یکبار به دور زمین می زند . اگر شعاع مدار ماه $3/84 \times 10^5$ کیلومتر باشد جرم زمین را

حساب کنید . $G = \frac{20}{3} \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{Kg}^2$

۷۵

ماهواره‌ای در مداری به شعاع 9000 km (فاصله از مرکز زمین) به دور زمین می‌چرخد سرعت خطی و دوره آن را محاسبه کنید. $G = 6.67 \times 10^{-11}$ و $M_e = 6 \times 10^{24}\text{ Kg}$

تأییدی

هاشمی