

**دینامیک**

**نیرو:** نیرو از مفاهیم بنیادی و بدیهی فیزیک می‌باشد که کمیته برداری است و تعریف خاصی برای آن وجود ندارد، ولی می‌توانیم بگوییم، نیرو عاملی است که باعث حرکت اجسام، یا باعث توقف آنها و یا تغییر شکل اجسام ویا برهم کنش متقابل آنها و... می‌شود.

( روش ما در این فصل ابتدا بیان قوانین و مفاهیم و سپس حل مثال است . )

**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.  $\sum \vec{F} = 0$  (نماد فشرده جمع است)

**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.

**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 جاده ها 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.  $\sum \vec{F} = ma$

↳ 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 .

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

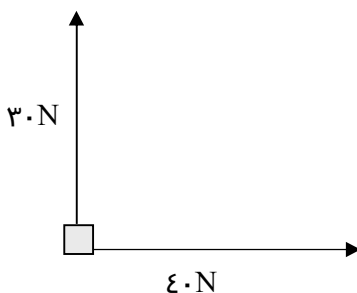
**قانون دوم نیوتن به صورت کاربردی:**

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

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

**مثال:** در شکل مقابل دو نیروی عمود بر هم به جرم  $10 \text{ kg}$

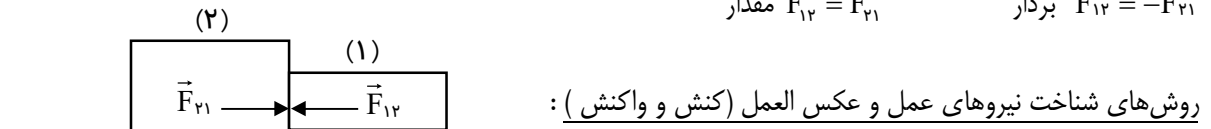
وارد می‌شوند، شتاب حرکت آن را محاسبه کنید .



**مثال:** جسمی به جرم  $2\text{kg}$ ، تحت اثر نیروی افقی  $F$ ، از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، پس از  $20\text{m}$  جابجایی سرعت آن به  $8\text{m/s}$  می‌رسد، نیروی  $F$  چند نیوتن است؟

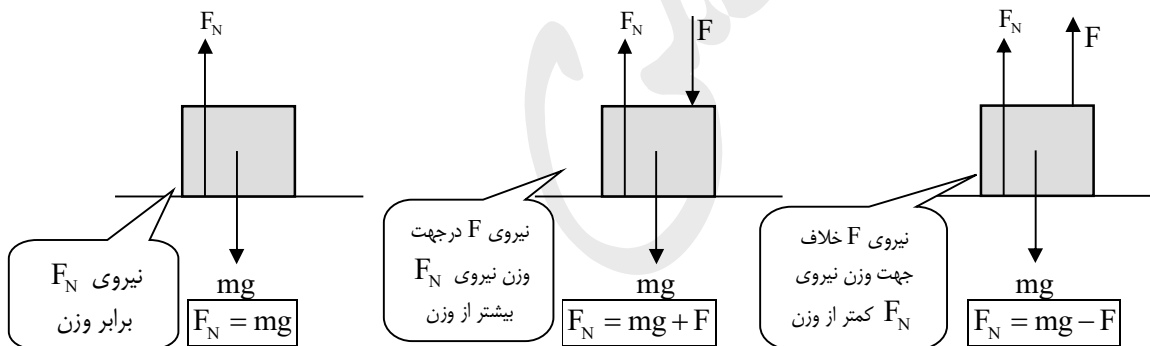
**قانون سوم نیوتن:** هر گاه جسم اول به جسم دوم نیرو وارد کند، جسم دوم نیز همان نیرو را در جهت مخالف به جسم اول وارد می‌کند. به یکی از نیروها کنش (عمل) و به دیگری واکنش (عکس العمل) می‌گویند.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad \text{بردار} \quad F_{12} = F_{21} \quad \text{مقدار}$$



- 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 هردو الکتریکی یا مغناطیسی و یا گرانشی هستند.

**نیروی عمودی سطح (تکیه‌گاه):** به نیرویی گفته می‌شود که همواره از طرف سطح به طور عمود بر جسم وارد می‌شود. در سه شکل زیر حالت‌های ساده‌ای از نیروی عمودی تکیه‌گاه، برای جسمی که روی میز است، که با استفاده از قوانین نیوتن مقدار  $F_N$  محاسبه شده است:



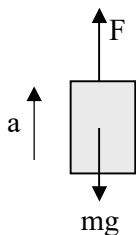
**آسانسور:** در فیزیک آسانسور الزاماً به کابینی گفته نمی‌شود که بین طبقات ساختمان حرکت می‌کند بلکه به هر جسمی می‌گویند، که در راستای قائم تحت اثر نیرویی، غیر از نیروی وزن حرکت می‌کنند.

### بررسی حرکت آسانسور به کمک قانون دوم نیوتن:

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

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

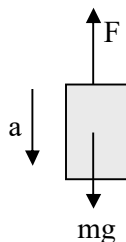
نیروی کشش طناب بیشتر از وزن.

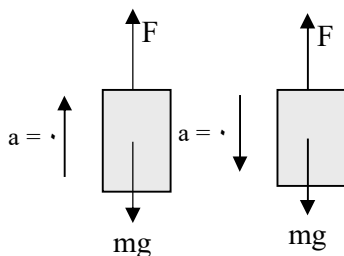


(ب) جسم با نیروی  $F$ ، با شتاب ثابت  $a$  رو به پایین حرکت می‌کند.

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

نیروی کشش طناب کمتر از وزن.





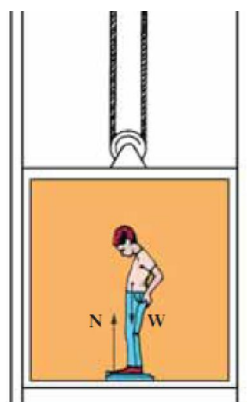
ج) جسم با نیروی  $F$ ، با سرعت ثابت رو به بالا یا پایین حرکت می کند.  
 حرکت رو به بالا  $F - mg = 0 \rightarrow F = mg$   
 حرکت رو به پایین  $mg - F = 0 \rightarrow F = mg$   
 نیروی کشش طناب برابر وزن.

مثال: جسمی به جرم  $4 \text{ Kg}$ ، تحت اثر نیروی  $30 \text{ N}$  رو به بالا قرار دارد:

الف) جسم در چه سمتی حرکت می کند؟

ب) شتاب حرکت آنرا محاسبه کنید.

**وزن ظاهری ( $F_N$ ):** اگر شخصی در آسانسور روی ترازو بایستد، وزن ظاهری او به جهت حرکت و شتاب حرکت آسانسور



دارد، که می تواند کمتر یا بیشتر یا برابر وزن واقعی باشد.

چون نیرویی که شخص را جابجا می کند از کف پا به او منتقل می شود، آنرا نیروی عمودی تکیه گاه ( $F_N$ ) در نظر می گیریم. با استفاده از قانون دوم نیوتن، سه حالتی را که برای آسانسور بیان کردیم، برای وزن ظاهری تکرار می کنیم، و نتایج زیر را بدست می آوریم:

الف) آسانسور با شتاب ثابت  $a$  رو به بالا حرکت می کند.  $F_N = m(g + a)$

ب) آسانسور با شتاب ثابت  $a$  رو به پایین حرکت می کند.  $F_N = m(g - a)$

ج) آسانسور با سرعت ثابت رو به بالا یا پایین حرکت می کند.  $F_N = mg$

مثال: اگر آسانسوری با شتاب  $0.5 \text{ m/s}^2$  رو به بالا حرکت کند، شخصی که جرم آن  $50 \text{ Kg}$  است، در داخل آسانسور چه وزنی را دارد؟

**نیروی اصطکاک:** این نیرو همواره در خلاف جهت حرکت، به اجسام وارد می شود.

در این کتاب، نیروی اصطکاک که بررسی می کنیم، نیروی اصطکاک لغزشی می باشد.

**الف) نیروی اصطکاک ایستایی:** اگر به جسمی نیروی محرک  $F$  وارد شود، و جسم حرکت نکند، نیروی اصطکاک ایستایی

$f_s$  در مقابل حرکت آن ظاهر می شود، که با افزایش نیروی محرک، آن نیز افزایش می یابد (طبق قانون اول نیوتن) و مقدار

$$f_s = F$$

ثابتی ندارد و موازی با سطح تماس است.

با افزایش نیروی محرک به حالتی می رسیم که، جسم بیشترین مقاومت را در مقابل حرکت دارد و به آستانه لغزش رسیده است

و با اندکی افزایش نیروی محرک به حرکت درمی آید. در این حالت بیشترین نیروی اصطکاک ایستایی را داریم که از رابطه

$$f_{smax} = \mu_s F_N$$

مقابل محاسبه می شود:

در رابطه فوق  $F_N$  نیروی عمودی تکیه گاه -  $f_{smax}$  نیروی اصطکاک ایستایی آستانه حرکت و  $\mu_s$  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 می یابد ، و به موازات سطح تماس از طرف

سطح به جسم وارد می شود که از رابطه مقابل محاسبه می شود .  $f_k = \mu_k F_N$

در رابطه فوق  $f_k$  نیروی اصطکاک جنبشی و  $\mu_k$  ضریب اصطکاک جنبشی است ، و همواره  $\mu_k < \mu_s$  ←  $(f_k < f_{smax})$

**سوال :** توضیح دهید که چگونه اصطکاک به شروع حرکت اتومبیل کمک می کند ؟

**مثال :** جسمی به جرم  $2\text{kg}$  روی سطح افقی با نیروی  $10\text{N}$  کشیده می شود و شتاب  $3\text{ m/s}^2$  به خود می گیرد . نیروی اصطکاک جنبشی و ضریب اصطکاک جنبشی را محاسبه کنید .

**مثال :** جسمی به جرم  $3\text{kg}$  روی سطح افقی ، با ضریب اصطکاک جنبشی  $0.2$  با نیروی افقی  $F$  کشیده می شود و پس از شروع حرکت در مدت  $3\text{S}$  سرعتش به  $6\text{ m/s}$  می رسد ، نیروی محرک  $F$  چقدر است ؟

**مثال :** جسمی به جرم  $4\text{kg}$  روی سطح افقی ، با ضریب اصطکاک جنبشی  $0.15$  و ضریب اصطکاک ایستایی  $0.2$  قرار دارد :

الف ) کمترین نیرویی که می توان ، به جسم وارد کرد تا شروع به حرکت کند چقدر است ؟

ب ) اگر نیروی محرک افقی  $6\text{N}$  ، به جسم وارد کنیم ، اصطکاک سطح چقدر است ؟

ج ) اگر نیروی محرک افقی  $12\text{N}$  ، به جسم وارد کنیم ، شتاب حرکت آن چقدر است ؟

**مثال :** جسمی به جرم  $5\text{kg}$  ، با نیروی افقی  $15\text{N}$  روی سطح افقی کشیده می شود ،  $3\text{S}$  پس از شروع حرکت ، سرعتش به  $6\text{m/s}$  می رسد . ضریب اصطکاک جنبشی سطح را حساب کنید .

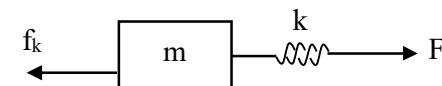
**نیروی مقاومت شاره:** وقتی جسمی در یک شاره (گاز یا مایع) قرار دارد از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند و معمولاً با نماد  $\vec{f}_D$  نشان داده می‌شود.

**نیروی کشسانی فنر (قانون هوک):** آزمایش نشان می‌دهد، هرگاه فنری با نیرویی کشیده یا فشرده شود نیروی نیروی کشسانی فنر ( $F_e$ ) بیشتر می‌شود، تغییرات طول فنر ( $x$  یا  $\Delta l$ )، متناسب با نیروی وارد بر آن است  $F_e = k\Delta l$  به ضریب تناسب، ثابت فنر یا ضریب سختی می‌گویند که به اندازه، شکل و جنس فنر بستگی دارد و با نماد  $k$  نمایش می‌دهند. واحد ثابت فنر  $\frac{N}{m}$  (نیوتن بر متر) است. بزرگ بودن  $k$ ، نشان‌دهنده آن است که فنر سختی زیاده دارد و به زحمت کشیده یا فشرده می‌شود.

🔗 حل مسایلی که شامل فنر هستند: کافی است مسئله را بدون فنر در نظر بگیرید، و در آخر بجای نیرویی که فنر آن را انتقال می‌دهد معادل  $F_e = k\Delta l$  را جایگزین کنید. در ادامه دو مورد برای مثال آورده شده است.

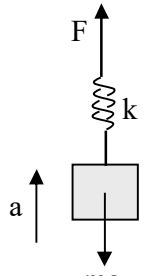
🔗  $\Delta l > 0$ : فنر کشیده شده -----  $\Delta l < 0$ : فنر فشرده شده.

🔗 جسمی که به وسیله فنر به طور افقی کشیده می‌شود.



قانون دوم  $F - f_k = ma \rightarrow \boxed{k\Delta l - f_k = ma}$

🔗 جسمی که به وسیله فنر به طور قائم کشیده می‌شود (آسانسور).



قانون دوم  $F - mg = ma \rightarrow \boxed{k\Delta l - mg = ma}$

**مثال:** جسمی به جرم  $4 \text{ Kg}$  روی سطح افقی بوسیله فنری با ثابت فنری  $600 \text{ N/m}$  کشیده می‌شود تا شتاب  $2 \text{ m/s}^2$  به خود بگیرد اگر ضریب اصطکاک جنبشی سطح  $0/1$  باشد، تغییرات طول فنر چقدر است؟

**مثال:** جسمی به جرم  $2 \text{ Kg}$  روی سطح افقی، بوسیله فنری، با نیروی افقی  $20 \text{ N}$  کشیده می‌شود اگر فنر  $2 \text{ cm}$  افزایش طول داشته باشد:

الف) ثابت فنر و شتاب حرکت جسم را محاسبه کنید.

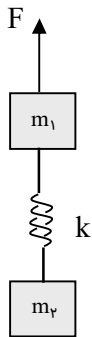
ب) اگر شتاب حرکت  $3 \text{ m/s}^2$  و طول اولیه فنر  $6 \text{ cm}$  باشد، طول ثانویه فنر را حساب کنید.

**مثال:** جسمی به جرم  $100\text{g}$  از سقف آسانسوری، با فنری آویخته شده است، ثابت فنر  $80\text{ N/m}$  است، اگر طول فنر  $20\text{ cm}$  باشد طول ثانویه فنر را در حالات زیر محاسبه کنید:

الف) آسانسور با شتاب ثابت  $2\text{ m/s}^2$  به سمت بالا حرکت می کند.

ب) آسانسور با شتاب ثابت  $1\text{ m/s}^2$  به سمت پایین حرکت می کند.

ج) آسانسور با سرعت ثابت  $3\text{ m/s}$  به سمت بالا می رود.



**مثال:** در شکل مقابل اگر نیروی  $F$  برابر  $100\text{ N}$  باشد تغییرات طول فنر چقدر است؟

$k = 500\text{ N/m}$      $m_2 = 6\text{ Kg}$      $m_1 = 2\text{ Kg}$

**اثر نیروی حذف شده (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.

$$F - f_k = ma \quad \rightarrow \quad \boxed{-f_k = ma}$$

**مثال:** جسمی با سرعت افقی  $10\text{ m/s}$  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.

**مثال:** جسمی با سرعت افقی  $12\text{ m/s}$  روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی  $0/1$  پرتاب می شود:

الف) محاسبه کنید شتاب حرکت آن چقدر است؟

ب) آیا به جسمی که در فاصله  $75\text{ m}$  آن قرار دارد برخورد می کند؟

**مثال:** نیروی ثابت و افقی  $60 \text{ N}$  بر جسمی که بر سطح بدون اصطکاک قرار دارد وارد می‌شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و در مدت ۵ ثانیه ۷۵ متر را طی می‌کند: الف) جرم جسم چند  $\text{Kg}$  است؟ ب) اگر اثر نیرو بعد از ۱۰ ثانیه قطع شود و ضریب اصطکاک جنبشی سطح  $0.1$  شود، جسم چه مسافتی را قبل از توقف طی می‌کند؟

**تکانه (اندازه حرکت):** تکانه یک جسم، کمیتی برداری است که برابر با حاصل ضرب جرم در سرعت آن می‌باشد، که با نماد  $P$  نمایش می‌دهند و واحد آن  $(\text{Kg} \cdot \text{m/s})$  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).

کتاب

مثال

نقش کیسه هوا در تصادفات رانندگی را شرح دهید.

کتاب

مثال

در مسابقات پرش با نیزه، نقش تشک پشت مانع، در جلوگیری از آسیب رسیدن به ورزشکار چیست؟

تالیفی

مثال

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

تالیفی

مثال

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.

مثال

گلوله‌ای به جرم  $2\text{Kg}$  از ارتفاع  $45\text{m}$  رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع  $20\text{m}$  بالا می‌آید، اگر مدت برخورد با زمین را  $0.2\text{s}$  در نظر بگیرید، تغییرات تکانه و نیروی متوسط وارد بر گلوله را محاسبه کنید.

تألیف

مثال

یک بادکنک پر از هوای فشرده، محتوی  $2\text{g}$  هوا است. پس از باز شدن دهانه‌ی بادکنک، هوای درون آن با سرعت  $4\text{m/s}$  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؟

۶۸/۱۰/۲۶  
۸۷/۱۰/۸۷

مثال

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

۷۸/۶/۲۸  
۸۸/۶/۳۷

مثال

شخصی به جرم  $60\text{kg}$  از یک بلندی روی یک تشک سقوط می‌کند. 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 می‌کند را محاسبه کنید. جهت این نیرو به کدام طرف است؟

۵۲/۱۰/۱۸  
۸۹/۱۰/۷۸



**نیروی گرانشی نیوتن:** نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم آنها نسبت مستقیم، و با مجذور فاصله آنها نسبت عکس دارد.

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

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{Kg}^2$  ثابت جهانی گرانش نام دارد.

**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.

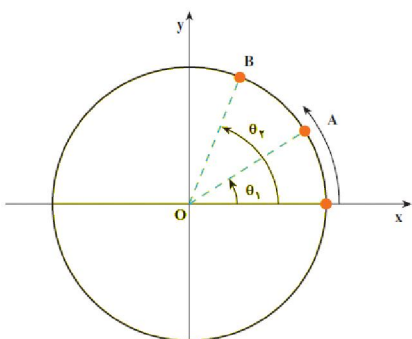
$$W = mg$$

**محاسبه شتاب گرانش زمین  $g$  با استفاده از قانون گرانش نیوتن:**

$R_e$  = شعاع کره زمین       $M_e$  = جرم کره زمین

$$W = F \rightarrow W = G \frac{mM_e}{R_e^2} \rightarrow mg = G \frac{mM_e}{R_e^2} \rightarrow g = G \frac{M_e}{R_e^2}$$

**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

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

متوسط می‌گویند. که با نماد  $\bar{\omega}$  (امگا) نشان می‌دهند.

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

**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 دورهای کامل در واحد زمان بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود که با نماد  $f$  نمایش می‌دهند و یکای آن  $\frac{1}{s}$  است

$$f = \frac{1}{T} \text{ یا } T = \frac{1}{f}$$

که  $\text{Hz}$  هرتز نامیده می‌شود. در نتیجه

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

چون ذره در هر دور کامل یعنی مدت زمان  $T$ ، زاویه‌ای برابر با  $2\pi$  را طی می‌کند، در نتیجه:

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

ف

۸۷/۱۰/۲۶

**محاسبه سرعت خطی متحرک در حرکت دایره‌ای یکنواخت:** مسافتی که متحرک در یک دوره (T) طی می‌کند برابر با

$$V = \frac{2\pi r}{T}$$

است و همچنین داریم  $V = r\omega$

بردار سرعت جسم، همواره مماس بر مسیر حرکت است.

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

تالیفی

مقال

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

۸۷/۶/۲۰

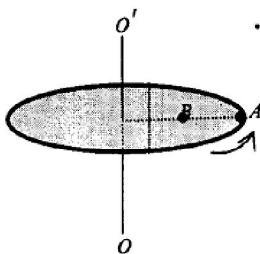
مقال

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

با استدلال برای دو نقطه  $A$  و  $B$ :

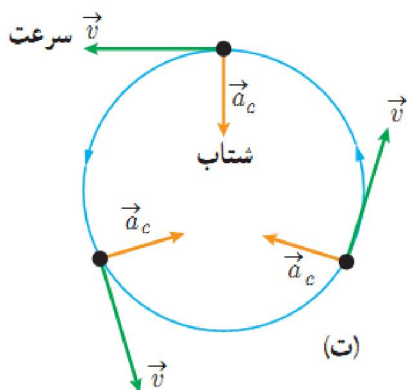
**الف)** سرعت‌های زاویه‌ای را مقایسه کنید.

**ب)** سرعت‌های خطی را مقایسه کنید.



۸۹/۱۲/۱۰

مقال



### 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. راستای این شتاب در راستای شعاع دایره و سوی آن به سمت مرکز است، به همین علت آن

$$a_c = \frac{V^2}{r} = r\omega^2$$

را شتاب مرکز گرا (جانب به مرکز) می‌نامند.

فصل

نشان دهید

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

**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 مرکزگرایی وجود دارد که به جسم شتاب

$$F = ma = m\omega^2 r = m \frac{V^2}{r} \quad \text{میدهد.}$$

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

فصل

۸۴/۱۰/۱۴

یک خودرو در یک پیچ افقی با ضریب اصطکاک ایستایی  $\mu_s = 0.8$  می‌تواند حداکثر با سرعت ۲۰ 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؟  $(g \approx 10 \frac{m}{s^2})$

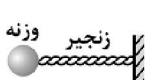
فصل

۱۷/۱۰/۱۸

خودرویی به جرم ۸۰۰ Kg پیچ جاده‌ای به شعاع ۲۰۰ m را با سرعت ثابت  $20 \frac{m}{s}$  می‌پیماید.  
**نیروی** مرکزگرای این خودرو را محاسبه کنید.

فصل

۶۷/۱۰/۲۶



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، کدام‌یک از کمیت‌های زیر ثابت است؟ توضیح دهید.

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

مشق

یک دیسک افقی در هر دقیقه ۱۲۰ دور می چرخد. جسم کوچکی روی دیسک قرار می دهیم، اگر ضریب اصطکاک ایستایی  $0/8$  باشد این جسم حداکثر در چه فاصله ای از مرکز دیسک باید قرار بگیرد تا نلغزد؟  
 $(g = 10 \frac{N}{kg} \text{ و } \pi^2 \approx 10)$

۸۸/۶/۲۷

پرسش ۶۹

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

۹۰/۶/۱۶

پرسش ۷۰

درهریک ازحالت های زیر، چه نیرویی مرکز گرا است؟  
 (آ) الکترونی که به دور هسته می چرخد.  
 (ب) حرکت ماهواره ها به دور زمین.  
 (پ) در حرکت لباس هایی که در ماشین لباس شویی می چرخند.

۹۰/۱۰/۱۲

پرسش ۷۱

جسمی به جرم  $100$  g را به نخ 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