دینامیک

نیرو : نیرو از مفاهیم بنیادی و بدیهی فیزیک می‌باشدکه کمیّتی برداری است و تعریف خاصی برای آن وجود ندارد ، ولی می‌توانیم بگوییم ، نیروعاملی است‌که باعث حرکت اجسام ، یا باعث توقف‌آنها و یا تغییر شکل اجسام ویا برهم کنش متقابل آنها و . . . می‌شود.

(روش ما دراین 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 : هرجسمی 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 برجسم صفر باشد ، از قانون اول نیوتن استفاده می‌شود . $\boxed{\Sigma\vec{F}=0}$ (Σنماد 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.

لَختی (اینرسی یا ماند) : تمایل اجسام به حفظ حالت سکون ، یا حرکت یکنواخت روی خط راست را لَختی 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 برایند نیروهای وارد برجسم ، نسبت مستقیم دارد و با آن هم جهت است و با جرم جسم نسبت عکس دارد . $\boxed{\Sigma\vec{F}=ma}$

🔔 : 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 .

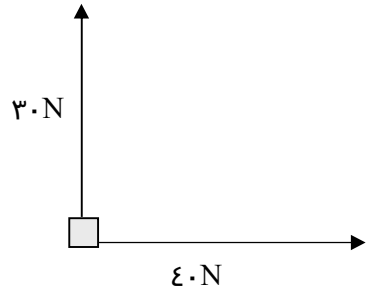
$$۱\,(N) = ۱(Kg)\times ۱(m/s^۲)$$

قانون دوم نیوتن به صورت کاربردی :

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

ma = (نیروهای مخالف جهت حرکت) – (نیروهای در جهت حرکت)

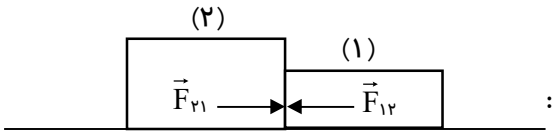
مثال : در شکل مقابل دو نیروی عمود بر هم به جرم ۱۰ kg وارد می‌شوند ، شتاب حرکت آن را محاسبه کنید .



مثال : 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 ؟

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 $F_{12} = F_{21}$



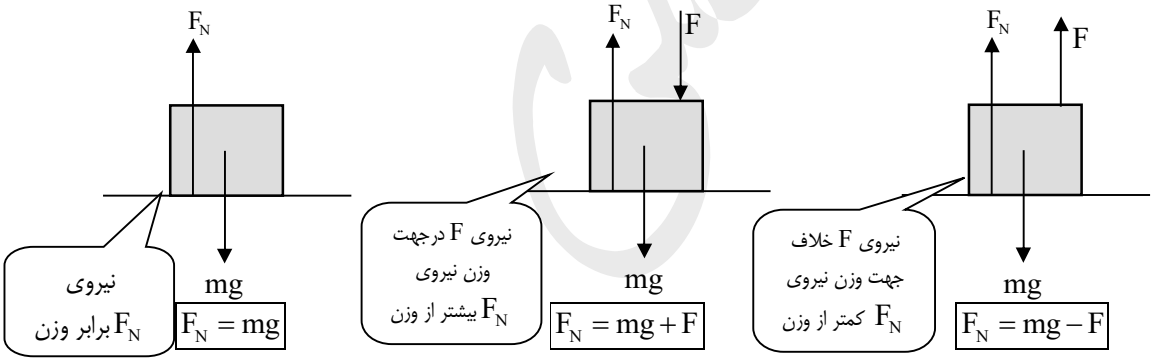
روش‌های شناخت نیروهای عمل و عکس العمل (کنش و واکنش) :

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 برایند 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 تکیه گاه ، برای جسمی که روی میز است ، که با استفاده از قوانین نیوتن مقدار N محاسبه شده است :



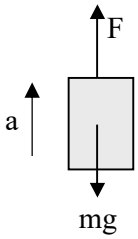
آسانسور : درفیزیک آسانسور الزاماً به کابینی گفته نمی‌شود که بین طبقات ساختمان حرکت می‌کند بلکه به هر جسمی می‌گویند، که در راستای قائم تحت اثر نیرویی ، غیر از نیروی وزن حرکت می‌کنند .

بررسی حرکت آسانسور به کمک قانون دوم نیوتن :

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

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

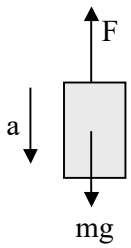
: نیروی کشش طناب بیشتراز وزن .



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

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

: نیروی کشش طناب کمتراز وزن .

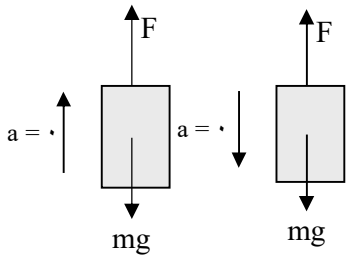


ج) جسم با نیروی F ، باسرعت ثابت رو به بالایا پایین حرکت می‌کند .

حرکت رو به بالا $\boxed{F = mg}$ ← $F - mg = ۰$ قانون دوم

حرکت رو به پایین $\boxed{F = mg}$ ← $mg - F = ۰$ قانون دوم

🔔 : نیروی کشش طناب برابر وزن .

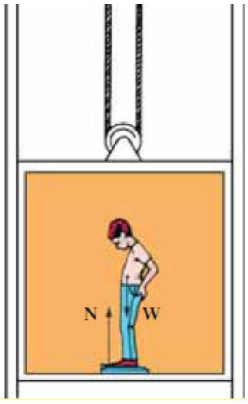


مثال : جسمی به جرم $۴\ Kg$ ، تحت اثر نیروی $۳۰\ N$ رو به بالا قراردارد :

الف) جسم در چه سمتی حرکت می‌کند ؟

ب) شتاب حرکت آنرا محاسبه کنید .

وزن ظاهری (N): اگر شخصی در آسانسور روی ترازو بایستد ، وزن ظاهری او به جهت حرکت و شتاب حرکت آسانسور دارد ،که می‌تواند کمتر یا بیشتر یا برابر وزن واقعی باشد .



چون نیرویی که شخص را جابجا می‌کند از کف پا به او منتقل می‌شود ،آنرا نیروی عمودی تکیه گاه (N) در نظر می‌گیریم . با استفاده از قانون دوم نیوتن ، سه حالتی را که برای آسانسور بیان کردیم ، برای وزن ظاهری تکرار می‌کنیم ،و نتایج زیر را بدست می‌آوریم :

الف) آسانسور باشتاب ثابت a رو به بالا حرکت می‌کند . $\boxed{F_N = m(g + a)}$

ب) آسانسور باشتاب ثابت a رو به پایین حرکت می‌کند . $\boxed{F_N = m(g - a)}$

ج) آسانسور باسرعت ثابت رو به بالا یا پایین حرکت می‌کند . $\boxed{F_N = mg}$

مثال : اگر آسانسوری با شتاب $۰/۵ m/s^۲$ رو به بالا حرکت کند ، شخصی که جرم آن $۵۰\ Kg$ است ، در داخل آسانسور چه وزنی را دارد ؟

نیروی اصطکاک: این نیرو همواره درخلاف جهت حرکت ، به اجسام وارد می‌شود .

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

الف) نیروی اصطکاک ایستایی : اگر به جسمی نیروی محرک F وارد شود ، و جسم حرکت نکند ، نیروی اصطکاک ایستایی f_s درمقابل 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 . $\boxed{f_s = F}$

با افزایش نیروی محرک به حالتی می‌رسیم که ، جسم بیشترین مقاومت را در مقابل حرکت دارد و به آستانه لغزش رسیده است وبا اندکی افزایش نیروی محرک به حرکت درمی‌آید . در این حالت بیشترین نیروی اصطکاک ایستایی را داریم که ازرابطه مقابل محاسبه می‌شود : $\boxed{f_{smax} = \mu_s F_N}$

در رابطه فوق F_N نیروی عمودی تکیه گاه – f_{smax} 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 طرف سطح به جسم وارد می‌شود که از رابطه مقابل محاسبه می‌شود . $\boxed{f_k = \mu_k F_N}$

در رابطه فوق f_k نیروی اصطکاک جنبشی و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است ، و همواره $\mu_k < \mu_s \leftarrow (f_k < f_{s\,max})$

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

مثال : جسمی به جرم $2kg$ روی سطح افقی با نیروی $10N$ کشیده می‌شود و شتاب $3\,m/s^2$ به خود می‌گیرد . نیروی اصطکاک جنبشی و ضریب اصطکاک جنبشی را محاسبه کنید .

مثال : جسمی به جرم $3kg$ روی سطح افقی، با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ با نیروی افقی Fکشیده می‌شود وپس از شروع حرکت در مدت $3s$ سرعتش به $6\,m/s$ می‌رسد ، نیروی محرک F چقدر است ؟

مثال : جسمی به جرم $4kg$ روی سطح افقی، با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۱۵ و ضریب اصطکاک ایستایی ۰/۲ قرار دارد :
الف) کمترین نیرویی که می‌توان ، به جسم واردکرد 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 ؟

مثال : جسمی به جرم $5kg$ ، با نیروی افقی $15N$ روی سطح افقی کشیده می‌شود ، $3s$ پس از شروع حرکت ، سرعتش به $6m/s$ می‌رسد . ضریب اصطکاک جنبشی سطح را حساب کنید .

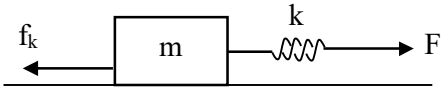
نیروی مقاومت شاره : وقتی جسمی در یک شاره (گاز یا مایع) قرار دارد از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم ، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند و معمولاً با نماد $\vec{f}_D$ نشان داده می‌شود .

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 Δl) ، متناسب با نیروی وارد بر آن است $\boxed{F_e = k\Delta l}$
به ضریب تناسب ، ثابت فنر یا ضریب سختی می‌گویندکه به اندازه ، شکل وجنس 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 زیادر دارد و به زحمت کشیده یا فشرده می‌شود .

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

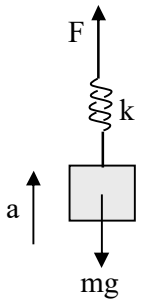
🔔 : $\Delta l > 0$ فنر کشیده شده ----- $\Delta l < 0$ فنرفشرده شده .

🔔 : جسمی که به وسیله فنر به طور افقی کشیده می‌شود .



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

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



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

مثال : جسمی به جرم $4\ Kg$ روی سطح افقی بوسیله فنری با ثابت فنی $600\ N/m$ کشیده می‌شود تا شتاب $2m/s^2$ به خود بگیرد اگر ضریب اصطکاک جنبشی سطح ۰/۱ باشد ،تغییرات طول فنر چقدر است ؟

مثال : جسمی به جرم $2\ Kg$ روی سطح افقی ، بوسیله فنری ، با نیروی افقی $20N$ کشیده می‌شود اگر فنر $2cm$ افزایش طول داشته باشد :
الف) ثابت فنر و شتاب حرکت جسم را محاسبه کنید .
ب) اگر شتاب حرکت $3m/s^2$ و طول اولیه فنر $6cm$ باشد ، طول ثانویه فنر را حساب کنید .

مثال : جسمی به جرم ۱۰۰g از سقف آسانسوری ، با فنری آویخته شده است ، ثابت فنر ۸۰ N/m است ، اگر طول فنر ۲۰cm باشد طول ثانویه فنر را در حالات زیر محاسبه کنید :

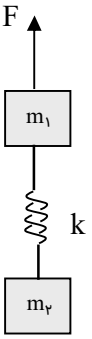
الف) آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ به سمت بالا حرکت می‌کند .

ب) آسانسور با شتاب ثابت $۱m/s^۲$ به سمت پایین حرکت می‌کند .

ج)آسانسور با سرعت ثابت ۳m/s به سمت بالا می‌رود .

مثال : در شکل مقابل اگر نیروی F برابر ۱۰۰N باشد تغییرات طول فنر چقدر است ؟

$k = ۵۰۰N/m \qquad m_۲ = ۶Kg \qquad m_۱ = ۲Kg$



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 نیرو ی حذف شده صفر قراردهیم . مانند حالتی که با نیروی F جسمی را روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم که به محض جدا شدن جسم از دست ، اثر نیرو وجود دارد ولی ، خود نیرو دیگر اثرگذار نیست . یا مانند اتومبیلی که ترمز می‌کند و دیگر نیروی محرک اتومبیل وجود ندارد .

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

مثال : جسمی با سرعت افقی ۱۰m/s روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ پرتاب می‌شود ، محاسبه کنید پس از چند متر و پس از چند ثانیه متوقف می‌شود .

مثال : جسمی با سرعت افقی ۱۲m/s روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۱ پرتاب می‌شود :

الف) محاسبه کنید شتاب حرکت آن چقدر است ؟

ب) آیا به جسمی که در فاصله ۷۵m آن قرار دارد برخورد می‌کند ؟

مثال : نیروی ثابت و افقی $60\ N$ بر جسمی که بر سطح بدون اصطکاک قرار دارد وارد می‌شود و جسم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند ودر مدت ۵ ثانیه ۷۵ متر را طی می‌کند : الف) جرم جسم چند Kg است ؟
ب) اگر اثر نیرو بعد از ۱۰ ثانیه قطع شود و ضریب اصطکاک جنبشی سطح ۰/۱ 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 $(Kg\ .\ m/s)$ است . $\vec{P} = m.\vec{V}$

<u>رابطه بین نیرو و تکانه</u> : آهنگ‌تغییر 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 .)

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 ؟ | کتاب

مثال | نیروهای ثابت و مساوی در مدتهای مساوی بر دو جسم متفاوت اثر می‌کنند در پایان این مدت کدام کمیت برای دوجسم یکسان خواهد بود ؟
الف) سرعت ب) شتاب ج) اندازه حرکت د) تغییرات انداره حرکت | تألیفی

مثال | گلوله‌ای به جرم m با سرعت V به دیواری برخورد کرده و با سرعت $\frac{3}{4}V$ در خلاف جهت اولیه برمی گردد ، تغییرات تکانه گلوله را محاسبه کنید . | تألیفی

مثال

گلوله‌ای به جرم ۲Kg از ارتفاع ۴۵m رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰m بالا می‌آید ، اگر مدت برخورد با زمین را ۰/۲s در نظر بگیرید ، تغییرات تکانه و نیروی متوسط وارد بر گلوله را محاسبه کنید .

تألیفی

مثال

یک بادکنک پر از هوای فشرده، محتوی ۲g هوا است. پس از باز شدن دهانه‌ی بادکنک، هوای درون آن با سرعت ۴m / s در مدت ۲/۵ ثانیه به طور کامل خارج می‌شود. بزرگی نیروی متوسطی که در این مدت در اثر خروج هوا بر بادکنک وارد می‌شود، چه‌قدر است؟

۸۷/۱۰/۲۶

مثال

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 .

۸۸/۶/۲۸

مثال

شخصی به جرم ۶۰kg از یک بلندی روی یک تشک سقوط می کند. اگر سرعت او هنگام رسیدن به تشک ۱۰ $\frac{m}{s}$ باشد و ۰/۲ ثانیه بعد متوقف شود، نیروی متوسطی که تشک بر شخص وارد می کند را محاسبه کنید. جهت این نیرو به کدام طرف است؟

۸۹/۱۰/۱۵

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

$G = ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱}\ N.m^۲/Kg^۲$ ثابت جهانی گرانش نام دارد .

$$\boxed{F = G\frac{m_۱ m_۲}{r^۲}}$$

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 به‌آن وزن می‌گویند و با نماد W نشان میدهند . $\boxed{W = mg}$

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

R_e = شعاع کره زمین M_e = جرم کره زمین

$$W = F \rightarrow W = G\frac{mM_e}{R_e^{\ ۲}} \rightarrow mg = G\frac{mM_e}{R_e^{\ ۲}} \rightarrow \boxed{g = G\frac{M_e}{R_e^{\ ۲}}}$$