فصل دوم: دینامیک و حرکت دایره‌ای

دینامیک: علمی است با در نظر گرفتن نیرو به بررسی حرکت می‌پردازد.

توصیف نیرو: عاملی است که باعث تغییر وضعیت حرکت جسم می‌شود یعنی وقتی به یک جسم نیرو وارد می‌شود سرعت و یا شکل جسم تغییر می‌کند. (برهم کنش (تاثیر) دو جسم بر یکدیگر را نیرو نامند.) (نیرو دارای اندازه و جهت است، بنابراین یک کمیت برداری است.)

قانون اول نیوتن (قانون لختی): یک جسم حالت سکون و یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند، مگر آنکه تحت تاثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود. **یا:** هرگاه بر جسمی نیرو وارد نشود (یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود) جسم اگر ساکن باشد همچنان ساکن می‌ماند و اگر دارای حرکت باشد به حرکت خود با سرعت ثابت ادامه می‌دهد.

لختی یا اینرسی: مقاومت اجسام درمقابل تغییرحرکت وسرعت را لختی یا اینرسی می‌نامند. این اصل مطابق با قانون اول نیوتن است. به همین علت قانون اول نیوتن درباره حرکت راقانون لختی نیز می‌نامند **یا:** تمایل اجسام برای حفظ حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست، را لختی می‌گوییم.

قانون دوم نیوتن: اگربه یک جسم نیروهایی وارد شود، شتابی می‌گیرد که با برایند نیروهای وارد بر جسم (نیروی خالص وارد بر جسم) نسبت مستقیم دارد و با آن هم جهت است وبا جرم جسم نسبت وارون دارد یعنی: $\vec{a}=\frac{\vec{F}_{net}}{m} \Rightarrow \vec{F}_{net}=m\vec{a}$

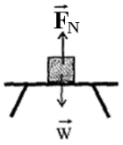
- **تکانه (اندازه حرکت):** حاصلِ ضربِ جرمِ جسم در سرعتِ آن، تکانه نام دارد و آن را با $\vec{p}$ نشان می‌دهیم، که کمّیتی برداری است. یکایِ تکانه در SI ، $N.s$ یا $\frac{kg.m}{s}$ است. $\vec{p}=m\vec{V}$
- قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی ثابت به صورت روبرو است: $\vec{F}_{net}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$
- یعنی نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانهٔ جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است. همچنین از این رابطه نتیجه می‌گیریم که تغییر تکانه برابر با حاصل ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است. $\Delta\vec{P}=\vec{F}_{net}\Delta t$
- برای بازهٔ زمانی بزرگ به جای نیروی خالص باید نیروی خالص متوسط در فاصلهٔ زمانی مورد نظر را به کار برد. یعنی: $\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$
- تغییر تکانهٔ یک جسم را می‌توان از سطح زیر نمودار نیرو زمان نیز به دست آورد. $\Delta\vec{P}=\vec{F}_{av}\Delta t$

قانون سوم نیوتن: هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو واردکند، جسم دوم هم به جسم اول نیرویی هم اندازه‌ی آن ولی درخلاف جهت وارد می‌کند. نیرویی که جسم اول وارد می‌کند (کنش) و نیرویی که جسم دوم وارد می‌کند (واکنش) نامیده می‌شوند. این دو نیرو همواره هم اندازه هم راستا و در سوی مخالف یکدیگرند و هریک برجسم دیگروارد می‌شود. **یا:** برای هر عملی, عکس العملی است مساوی با آن ولی در جهت مختلف

نیروی وزن: وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که ازطرف زمین بر جسم وارد می‌شود. $\vec{w}=m\vec{g}$

جهت وزن و در نتیجه شتاب گرانشی همواره به طرف زمین (مرکز زمین) است. جرم یک جسم در مکان های مختلف ثابت است، اما وزن آن به مقدار g در آن مکان بستگی دارد. شتاب جاذبه (g) در سطح زمین تقریباً ۹/۸N/kg است.

نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می شود که به آن نیروی **مقاومت شاره** می‌گویند. ویژگی‌ها: ۱) نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ...بستگی دارد. ۲) هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد شد. ۳)اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، نیروی مقاومت هوا می گویند.



نیروی عمودی سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه): نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است و با F_N نشان داده می‌شود. برای جسم روی سطح افقی $F_N=W$ است مگر آنکه نیروی دیگری، عمود بر سطح وجود داشته باشد.

نیروی اصطکاک: وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، با مقاومتی روبه‌رو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک گویند. این نیرو در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد می‌شود و از نیروهای الکترومغناطیسی بین اتم‌ها ناشی می‌شود. نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح دو جسم، و زبری و نرمی آنها و ..... بستگی دارد. **نیروی اصطکاک بر دو نوع است:** ۱- نیروی اصطکاک ایستایی: در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد، کشیده شده اما ساکن می‌ماند. ۲- نیروی اصطکاک جنبشی (لغزشی): در این حالت جسم نسبت به سطحی که بر آن قرار دارد در حرکت است.

- نیروی اصطکاک ایستایی دارای حداکثری است که با f_{smax} نشان می‌دهیم و به آن نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه‌ی حرکت گفته می‌شود. اگر نیروی F بزرگتر از f_{smax} باشد جسم شروع به حرکت می‌کند. اصطکاک ایستایی آستانه حرکت از رابطه روبرو به دست می آید. $f_{s,max}=\mu_s F_N$
- μ_s : ضریب اصطکاک ایستایی است و بستگی به جنس سطح تماس (زبری, صافی و ...) رطوبت محیط و ... دارد و چون یک مقدار ثابت است واحد ندارد.

نیروی اصطکاک جنبشی: وقتی جسمی روی سطحی می‌لغزد از طرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است. آزمایش نشان می دهد که اندازه نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه نیروی عمودی سطح است. $f_k=\mu_k F_N$.

که در آن F_N نیروی عمودی سطح و μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است. ضریب اصطکاک جنبشی مانند ضریب اصطکاک ایستایی به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آنها و ... بستگی دارد و بدون واحد است.

- μ_s همواره از μ_k بزرگتر است لذا نیروی اصطکاک ایستایی از جنبشی بیشتر است. ($\mu_k < \mu_s$)

نیروی کشسانی(قانون هوک): اگر فنری را تحت اثر نیروی کشش یا فشارنده‌ی F از حالت عادی خود خارج کنیم، فنر نیرویی در خلاف جهت تراکم یا کشیده شدن وارد می‌کند این نیرو را نیروی کشسانی یا نیروی بازگرداننده‌ی فنر می‌نامند. (نیروی F_e) $\Delta l=l-l_o$ $F_e=k\Delta l$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Δl تغییر طول فنر، l_o طول اولیه فنر، l طول فنر در اثر نیروی F است. k ثابت فنر و از مشخصه‌های فنر است که ضریب سختی فنر نیز نامیده می‌شود. ثابت فنر به اندازه، شکل و ساختار ماده ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد و واحد آن N/m است.

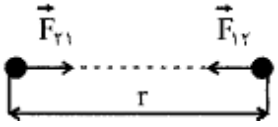
دوره(زمانِ تناوب یا پریود): مدّت زمانی است که متحرّک رویِ مسیرِ دایره‌ای، یک دورِ کامل را طی می‌کند. دوره را با T نمایش می‌دهند و یکایِ آن درSI، ثانیه است. از آنجا که در این حرکت ذره محیط دایره(۲πr) را با تندی (V) در زمان T طی می‌کند، داریم: $T = \frac{2\pi r}{V}$

شتاب مرکزگرا و قانون دوم نیوتون :در حرکت دایره ای یکنواخت، اندازهٔ سرعت ثابت است اما جهت آن دائما تغییر می کند. به همین دلیل حرکت دایره ای، حرکتی شتاب دار است. در حالتی که بازهٔ زمانی خیلی کوچک انتخاب می‌شود، جهت ΔV به طرف مرکز دایره خواهد بود. پس جهت شتاب لحظه‌ای نیز به طرف مرکز خواهد بود. به همین دلیل به آن شتاب مرکزگرا می گویند. شتاب مرکز گرا برابر است با: $a = \frac{V^2}{r}$

در حرکتِ دایره‌ایِ یکنواخت، شتابِ جسم، همواره در راستایِ شعاعِ دایره و به طرفِ مرکزِ آن می‌باشد. طبقِ قانونِ دوّمِ نیوتن، نیرو و شتاب، هم جهتِ با یکدیگر می‌باشند. در نتیجه در حرکتِ دایره‌ایِ یکنواخت، برآیندِ نیروهایِ وارد بر جسم (F_{net})، به طرفِ مرکزِ دایره است.

قانون دوم نیوتون در حرکت دایره‌ای یکنواخت: $F_{net} = ma = m\frac{V^2}{r}$

نیروی گرانشی: نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصلهٔ آنها ازیکدیگر نسبت وارون دارد.



$$F = G\frac{m_۱ m_۲}{r^۲}$$ (نیروی گرانشی بین دو ذره)

که در آن : m_1 : جرم جسم ۱ m_2 : جرم جسم ۲ r : فاصله بین دو جسم F : نیرو G : ثابت جهانی گرانش

❖ Gثابت جهانی گرانش است که مقدار آن $G = 6/67\times10^{-11}\frac{N\cdot m^2}{kg^2}$ است که مقداری بسیار کوچک می‌باشد. بنابراین نیروی گرانشی میان جسم‌های با جرم‌های کوچک قابل ملاحظه نیست.

❖ دو جرم همواره یکدیگر را می‌ربایند. به عبارت دیگر نیروی گرانشی از نوع رانشی(دافعه) نیست.

چند نکته برای حل مسائل دینامیکی:

۱- ابتدا جسم را مشخص کرده و شکل ساده‌ای برای آن رسم می‌کنیم.

۲- نیروهایی که از طرف محیط به جسم وارد می‌شود مشخص (تعیین جهت و راستا) می‌کنیم. (دیاگرام آزاد)
(نیروها عبارتند از وزن، عکس العمل تکیه‌گاه، اصطکاک، کشش نخ، نیروی موتور و غیره ....)

۳- دستگاه مختصاتی مناسب مشخص می‌کنیم. (جهت حرکت یا میل به حرکت، جهت + یکی از محورها است.)

۴- با استفاده از قانون دوم نیوتن، شتاب حرکت یا مجهول دیگر مسأله را به دست می‌آوریم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس