

جزوه شماره ۳ استاتیک: تعادل

چکیده

مفهوم واژه «تعادل» در میان عامه مردم با آنچه که در فیزیک مرسوم است، بی ارتباط نیست. در میان عامه مردم موقعیت هر چیز یا شیئی را که پایدار باشد، حالت تعادل گفته می‌شود. حتی در مورد رفتارهای انسان نیز این واژه استعمال می‌شود. مثلاً زمانی فردی عصبانی و خشمگین می‌شود، اصطلاحاً می‌گویند که فرد تعادل روحی خود را از دست داده است. در فیزیک نیز تقریباً تعادل به همین معنی اطلاق می‌شود، اما تعادل فیزیکی با شرایط خاصی احراز می‌شود. در این جزوه مفهوم تعادل و شرایطی که در آن یک ذره یا جسم صلب تعادل دارد ارائه می‌شود.

تعادل

مفهوم تعادل به طور خلاصه چنین است:

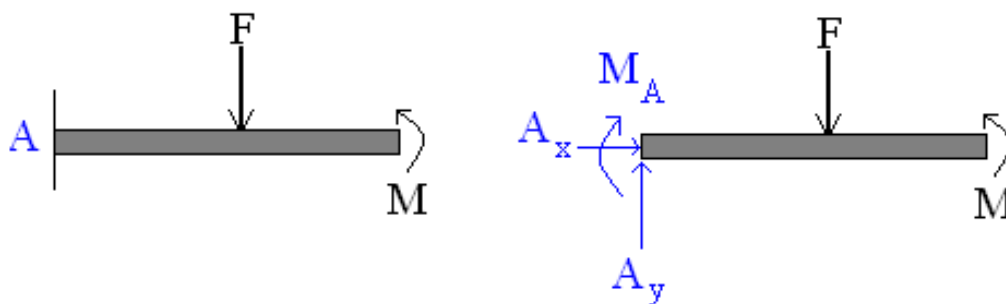
۱- وقتی برآیند نیروهای وارد بر یک جسم صفر است ($\sum F = 0$)، جسم دارای تعادل انتقالی است. در این حالت مرکز جرم جسم ساکن است یا با سرعت ثابت در امتداد یک خط راست حرکت می‌کند. به هر حال طبیعی است که اگر جسمی می‌خواهد حرکت نکند، یا باید نیرویی به آن وارد نشود و یا نیروهایی که به آن وارد می‌شود یکدیگر را خنثی کنند (یعنی مجموع آنها برابر صفر باشد).

۲- اگر برآیند کوپل‌های وارد بر یک جسم صفر باشد ($\sum M = 0$)، آن جسم در تعادل دورانی خواهد بود. در این حالت، جسم نمی‌چرخد یا با سرعت زاویه‌ای ثابت می‌چرخد.

۳- اگر $\sum F = 0$ و $\sum M = 0$ ، جسم در تعادل کامل خواهد بود. به عبارت دیگر اگر جسمی هم تعادل دورانی و هم تعادل انتقالی داشته باشد، می‌توان گفت که آن جسم تعادل کامل دارد.

روند حل مسائل تعادل:

قبل از کاربرد معادله‌های تعادل ارائه شده در بالا، سیستم مکانیکی را مشخص کرده و تمام نیروهای وارد بر آن را نشان می‌دهیم. سیستم مکانیکی عبارت است از یک جسم (یا گروهی از اجسام) که می‌توان آن را از سایر اجسام به طور ذهنی مجزا کرد. پس از مشخص کردن سیستم مکانیکی و مجزا کردن آن از سایر اجسام، نمودار جسم آزاد آن را رسم می‌کنیم. در این نمودار، تمام نیروهای خارجی وارد بر سیستم مکانیکی را نشان می‌دهیم. سپس معادله‌های تعادل را برای نمودار جسم آزاد می‌نویسیم و آنها را حل می‌کنیم. نیروهای خارجی وارد بر جسم آزاد می‌تواند ناشی از حذف تکیه گاه و جایگزینی آن با یک نیروی خارجی نیز باشد که جهت و مولفه‌های آن بسته به نوع تکیه گاه متفاوت است. نمودار جسم آزاد تیر نشان داده شده در شکل زیر - سمت چپ، در شکل سمت راست نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که به جای تکیه گاه A عکس العمل‌های آن روی تیر قرار داده شده است. جهت عکس العمل‌های تکیه گاهی در ابتدای کار به صورت دلخواه در نظر گرفته می‌شود، در ادامه بعد از حل معادلات تعادل اگر علامت آنها مثبت بدست آمد می‌فهمیم که جهت آنها را از ابتدا درست در نظر گرفته‌ایم. در غیر اینصورت جهت آنها باید عوض شود.



شکل ۱: نحوه رسم نمودار جسم آزاد

حین حل مسائل تعادل ممکن است حالت‌های خاصی پیش بیاید که با توجه به آنها حل مسئله تعادل راحت‌تر خواهد بود. از جمله این حالت‌های خاص می‌توان به جسم دو نیرویی و جسم سه نیرویی، که در ادامه توضیح داده شده‌اند، اشاره کرد.

عضو دو نیرویی، جسمی است که تحت دو نیرو در تعادل است. یک عضو دو نیرویی وقتی در حالت تعادل قرار دارد که نیروها دارای اندازه برابر، در خلاف جهت هم و هم امتداد باشند.

عضو سه نیرویی، جسمی است که تحت سه نیرو در تعادل است. یک عضو سه نیرویی وقتی در حالت تعادل قرار دارد که خطوط اثر سه نیروی وارده متقاطع باشند.

سازه‌ها

سازه، یک مجموعه از اجسام متصل به هم است که نیروها را انتقال می‌دهد و بارهای وارده را تحمل می‌کند. خرپاها، قاب‌ها و ماشین‌ها، از انواع سازه‌ها هستند. سازه‌ها با توجه به نوع و تعداد تکیه گاه‌هایشان می‌توانند معین و یا نامعین استاتیکی باشند.

سازه نامعین استاتیکی، سازه‌ای است که تعداد قیده‌های آن بیشتر از تعداد قیده‌های موردنیاز برای حفظ تعادل سازه است. تکیه‌گاه زاید در این سازه‌ها، تکیه‌گاهی است که با حذف آن، تعادل سازه بر هم نمی‌خورد. **درجه نامعینی استاتیکی** را در سازه‌های نامعین از رابطه زیر می‌توان بدست آورد:

تعداد معادله‌های مستقل تعادل - تعداد کل نیروهای خارجی مجهول = درجه نامعینی استاتیکی

سازه معین استاتیکی، سازه‌ای است که کمترین تعداد قید مورد نیاز برای حفظ تعادل را دارد. در این سازه نیروهای خارجی مجهول را توسط معادله‌های تعادل، می‌توان بدست آورد.

توجه: برای دانلود کردن جزوات دیگر دکتر محمدی به وب سایت www.iranModares.com مراجعه نمایید.