مقدمه

این کتاب شامل دو بخش اصلی استاتیک و مقاومت مصالح است که در آن نخست مفاهیم و مسایل استاتیک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و سپس به مفاهیم و مسایل مقاومت مصالح پرداخته می‌شود.

در ابتدای هر فصل کتاب هدف‌های رفتاری تنظیم شده‌اند تا معلم، متناسب با آن‌ها، بر مباحث با اهمیت‌تر تأکید بیش‌تری بنماید.

مطالب این کتاب کاربردی است و مؤلف تلاش کرده است تا مطالب را به زبانی ساده بیان کند به‌طوری‌که هنرجویان عزیز با خواندن آن‌ها مفاهیم اساسی را به راحتی، فرا گیرند.

از این‌رو می‌توان اذعان کرد که این کتاب یکی از روان‌ترین و ساده‌ترین کتب ایستایی است.

در این کتاب بعضی از مسایل با چند روش حل شده‌اند که این امر برای تسلط هرچه‌بیش‌تر هنرجویان بر روش‌های تحلیلی می‌باشد و تأکید می‌شود روند و ترتیب مسایل با دقت پیگیری شود تا یادگیری تسهیل گردد.

در این کتاب از سیستم بین‌المللی آحاد (SI) استفاده شده است، تا بدین‌وسیله هنرجویان آمادگی کافی به منظور استفاده از این سیستم را پیدا کنند، زیرا اغلب آیین‌نامه‌های ساختمانی در حال تبدیل از واحد MKS به واحد SI هستند.

در مکانیک نیوتنی سه بُعد برای تعریف تمام واحدها ضروری است که در تمام دستگاه‌های آحاد، طول و زمان به عنوان ابعاد پایه پذیرفته شده‌اند، اما برای بُعد سوم بین انتخاب جرم و یا نیرو اختلاف‌نظر وجود دارد. اگر جرم به‌عنوان بُعد سوم انتخاب شود با استفاده از قانون دوم نیوتن، ابعاد نیرو به‌دست می‌آید.

به دستگاهی که در آن، طول، زمان و جرم به عنوان ابعاد پایه انتخاب شده‌اند «دستگاه مطلق»[1] گویند، و اگر نیرو به‌عنوان بُعد سوم انتخاب شود یک «دستگاه ثقلی»[2] پدید می‌آید که ابعاد پایه‌ی آن، طول، زمان و نیرو می‌باشد.

دستگاه بین‌المللی آحاد (SI) یک دستگاه مطلق بوده و در آن واحد جرم، کیلوگرم (kg)، واحد طول، متر (m)، و واحد زمان، ثانیه (s) می‌باشد برای تعیین واحد نیرو در دستگاه SI از قانون دوم نیوتن استفاده می‌شود.

---

۱ ــ absolute system ۲ ــ gravitional system

هدف کلی

شناخت قوانین نیوتن و به‌کارگیری آن‌ها به منظور بررسی تعادل اجسام صلب، تعیین و استخراج تنش‌های مجاز و موجود، کنترل تغییر شکل‌ها در حد مجاز و تعیین تنش مجاز دیوارها با مصالح بنایی.

توصیه به همکاران محترم

۱ــ در بخش‌هایی از کتاب مطالبی با زمینه‌ی آبی آمده است که به‌عنوان مطالعه‌ی آزاد می‌باشد و ارزشیابی از آن به عمل نخواهد آمد ولی تدوین آن‌ها ضرورت دارد.

۲ــ استفاده از ماشین‌حساب غیر برنامه‌پذیر برای دانش‌آموزان آزاد است.

۳ــ انتخاب روش حل مسایل توسط دانش‌آموز آزاد است و در امتحانات اگر کلید با روش حل دانش‌آموز مطابقت نداشته باشد همکاران محترم می‌توانند در صورت صحت روش حل، نمره را متناسب با کلید اعمال کنند، مگر در ساقه‌ی سؤال به روش حل اشاره شده باشد که آنگاه دانش‌آموز ملزم است فقط از طریق روش حل مشخص شده پاسخ دهد که در غیر این‌صورت نمره‌ای به وی تعلق نخواهد گرفت.

۴ــ در پاسخگویی به سؤالات اگر دانش‌آموز از روش ترسیمی استفاده کرده باشد، مصحح گرامی می‌تواند ۵۰ درصد نمره را برای وی منظور نماید.

۵ــ همکاران محترم برای راهنمایی هرچه بیشتر به کتاب راهنمای معلم مراجعه نمایند.

۶ــ یک واحد این درس به‌عنوان عملی تعریف شده است. هدف از کار عملی ساخت ماکت‌های سازه‌ای در راستای اهداف آموزشی درس می‌باشد و به همکاران محترم توصیه می‌شود که ماکت اشکال یا تمریناتی که بناست در جلسه‌ی آینده مورد بحث قرار گیرند به دانش‌آموزان سفارش داده شود تا آماده شود و در حین تدریس از آن‌ها به‌عنوان وسایل کمک‌آموزشی و برای درک بهتر دانش‌آموزان استفاده گردد.

۷ــ همکاران محترم در ضمن سال تحصیلی می‌توانند جلساتی را به ساخت ماکت اختصاص دهند تا بدین‌ترتیب استعداد و خلاقیت دانش‌آموزان در زمینه‌های اجرایی شناسایی شود و در پایان یا شروع سال تحصیلی نمایشگاهی از دست‌آوردهای آن‌ها دایر نمود تا ان‌شاالله در آینده شاهد حضور دانش‌آموزان این شاخه در مجامع علمی و جشنواره‌های بین‌المللی باشیم.

۸ــ در فصول اول تا پنجم، خلاصه‌ی فصل و روابط مهم تدوین نشده است که به‌دلیل اهمیت این فصول موارد فوق به‌عنوان فعالیت کلاسی به دانش‌آموزان واگذار شده است که لازم است دانش‌آموزان به‌صورت جدی نسبت به انجام آن‌ها اهتمام ورزند.

۹ــ دانش‌آموزان جهت ارائه فعالیت‌های تحقیقی نسبت به جمع‌آوری تاریخ فنی ساختمان‌ها یا کشفیات مرتبط با فصول کتاب (به‌خصوص در ایران) از منابع مختلف کمک گرفته و آن‌ها را در قالب یک پروژه تحقیقی به‌عنوان تکلیف درس تحویل نمایند.

فصل اوّل

مقدمه‌ای بر استاتیک

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، هنرجو باید بتواند :

۱ــ علم مکانیک را تعریف کند.

۲ــ شاخه‌های اصلی علم مکانیک را بشناسد.

۳ــ مفاهیم پایه‌ی استاتیک را توضیح دهد.

۴ــ فرضیات علم مکانیک را تعریف کند.

۵ــ قوانین نیوتن را توضیح دهد و روابط مربوط به آن‌ها را به‌کار گیرد.

۶ــ واحدهای اندازه‌گیری در سیستم «SI» و «FPS» را شرح دهد.

۷ــ پیشوندها را در سیستم بین‌المللی واحدها، در حل مسایل، به‌کار ببرد.

۸ــ قواعد نوشتن واحدها را به‌کار ببرد.

۹ــ دستورات ده‌گانه‌ی حل مسایل را در عملیات به‌کار گیرد.

۱ــ۱ــ مکانیک

مکانیک شاخه‌ای از علم فیزیک است که در مورد شرایط سکون و یا حرکت اجسام به بحث و بررسی می‌پردازد.

در یک تقسیم‌بندی کلی، مکانیک را به سه شاخه‌ی اصلی به شرح زیر تقسیم می‌کنند :

۱ــ مکانیک اجسام صُلب

۲ــ مکانیک اجسام تغییر شکل‌پذیر

۳ــ مکانیک سیالات

مکانیک اجسام صلب دارای اصول ساده‌ای است، به‌طوری که می‌توان گفت انسان اولیه نیز با این اصول آشنا بوده و همین امر موجب تکامل تاریخ بشر شده است. به همین دلیل است که ما در این کتاب نخست به بررسی بخشی از مکانیک اجسام صلب می‌پردازیم که این بررسی پیش زمینه‌ای

برای ورود به مبحث مکانیک اجسام تغییر شکل‌پذیر و سپس مکانیک سیالات است.

مکانیک اجسام تغییر شکل‌پذیر در خصوص نیروهای داخلی و تغییر شکل جسم و مکانیک سیالات در خصوص نیروهای ناشی از حرکت و سکون مایعات بحث می‌کند.

باید دانست که مکانیک اجسام صلب، به طور کلی، در خصوص اجسام صلب، چه ساکن و چه متحرک، به بحث و بررسی می‌پردازد، با این وجود خود به دو شاخه تقسیم می‌شود ؛ بدین معنی که به‌علمی که در خصوص اجسام صلب ساکن به بحث می‌پردازد **استاتیک** و به علمی که در خصوص اجسام صلب متحرک بحث می‌کند **دینامیک** گویند.

در علم دینامیک اندازه‌گیری دقیق زمان از اهمیت بسزایی برخوردار است به همین دلیل به‌علت نبود ابزارهای دقیق زمان‌سنجی در گذشته، آهنگ پیشرفت دینامیک کُندتر از استاتیک بوده است. برای مثال، چنان‌که می‌دانید مطالعات ارشمیدس در مورد اصول اهرم‌ها (استاتیک) به سال‌های ۲۱۲ تا ۲۸۷ قبل از میلاد می‌رسد در حالی که مطالعات گالیله در خصوص پاندول و سقوط آزاد اجسام (دینامیک) به قرن‌ها بعد یعنی به سال‌های ۱۵۶۴ تا ۱۶۴۲ بعد از میلاد می‌رسد و مطالعه‌ی جدّی‌تر در علم دینامیک توسط اسحٰق نیوتن به سال‌های ۱۶۴۲ تا ۱۷۲۷ بعد از میلاد می‌رسد که به فرمول بندی قوانین حرکت و جاذبه‌ی عمومی منجر شد.

۲ــ۱ــ مفاهیم پایه

در مطالعه‌ی مکانیک اجسام صلب ما با چهار کمیت طول، زمان، جرم و نیرو سروکار داریم.

۱ــ۲ــ۱ــ طول: طول برای تعیین موقعیت یک نقطه در فضا و مشخص کردن اندازه‌ی یک سیستم فیزیکی به‌کار می‌رود.

۲ــ۲ــ۱ــ زمان: دانستن مکان یک حادثه کافی نیست بلکه زمان آن هم اهمیت دارد البته در استاتیک مسایل وابسته به زمان نیستند ولی در دینامیک کمیّت زمان نقش مهمی ایفا می‌کند.

۳ــ۲ــ۱ــ جرم: به مقدار ماده‌ی موجود در یک جسم جرم آن جسم گویند. جرم معیاری است برای مقاومت در برابر شتاب.

۴ــ۲ــ۱ــ نیرو: نیرو نشان دهنده‌ی اثر یک جسم بر جسم دیگر است. این اثر می‌تواند ضمن تماس دو جسم با یکدیگر و یا عدم تماس آن‌ها باشد.

۳ــ۱ــ فرضیات

در مکانیک، برای ساده‌سازی مسایل، بعضی از تعریف‌ها مفروض گرفته می‌شوند که

عبارت‌اند از :

۱ــ۳ــ۱ــ ذرّه: ذرّه جسمی است بی‌بعد اما دارای جرم. در محاسبات برای ساده‌سازی می‌توان یک کامیون را با یک «نقطه[۱]» نمایش داد.

۲ــ۳ــ۱ــ جسم صلب: جسم صلب جسمی است که جابه‌جایی نسبی ذرّات تشکیل دهنده‌ی آن قبل و بعد از بارگذاری صفر باشد. می‌دانیم که در عمل چنین جسمی وجود ندارد امّا با مفروض گرفتن جسم صلب خیلی از مسایل استاتیک را می‌توان با دقت قابل قبولی حل کرد.

۳ــ۳ــ۱ــ بار متمرکز: اگر سطح بارگذاری نسبت به سطح جسم کوچک باشد می‌توان فرض کرد که بار فقط به یک نقطه وارد می‌شود که در این صورت آن را بار متمرکز می‌نامیم. این فرض باعث سادگی در محاسبات مسایل استاتیکی می‌شود.

۴ــ۳ــ۱ــ وزن: وزن مقدار نیروی جاذبه‌ای است که از طرف زمین به یک جسم وارد می‌شود.

۴ــ۱ــ قوانین حرکت (نیوتن)

مکانیک اجسام صلب را می‌توان براساس سه قانون بنیادی حرکت نیوتن بیان کرد. این سه قانون عبارت‌اند از :

۱ــ۴ــ۱ــ قانون اول نیوتن: هرگاه برآیند نیروهای وارد بر ذره‌ای مساوی صفر شود اگر آن ذره در حالت سکون باشد همواره در حالت سکون خواهد ماند و اگر در حال حرکت باشد همواره به حرکت یک‌نواخت مستقیم‌الخط خود ادامه خواهد داد.

۲ــ۴ــ۱ــ قانون دوم نیوتن: شتاب یک ذره متناسب است با برآیند نیروهایی که بر روی آن اثر می‌کنند و جهت آن در امتداد این برآیند قرار دارد. قانون دوم نیوتن به‌صورت زیر بیان می‌شود :

$$\vec{F} \propto \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m\,\vec{a}$$
$$\vec{F} = m.\vec{a} \qquad (۱ــ۱)$$

که در آن :

$\vec{F}$ برآیند نیروهای وارده، m جرم ذره، $\vec{a}$ شتاب ذره و $\propto$ علامت متناسب.

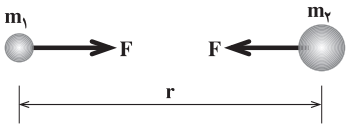
۳ــ۴ــ۱ــ قانون سوم نیوتن: نیروهای عمل و عکس‌العمل بین دو جسم از نظر مقدار برابرند و در خلاف جهت یکدیگر عمل می‌کنند و بر روی یک راستا واقع شده‌اند.

۱ــ منظور از نقطه، نقطه مادی است.

نیوتن قوانین و اصول دیگری نیز دارد که در استاتیک کاربرد فراوانی دارند که در زیر به آن‌ها اشاره می‌کنیم :

۴ــ۴ــ۱ ــ قانون جاذبه‌ی عمومی: دو ذره به جرم‌های m_1 و m_2 یکدیگر را، با نیرویی مساوی و در جهت مخالف، جذب می‌کنند. مقدار این نیرو برابر است با :

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad (۱ــ۲)$$

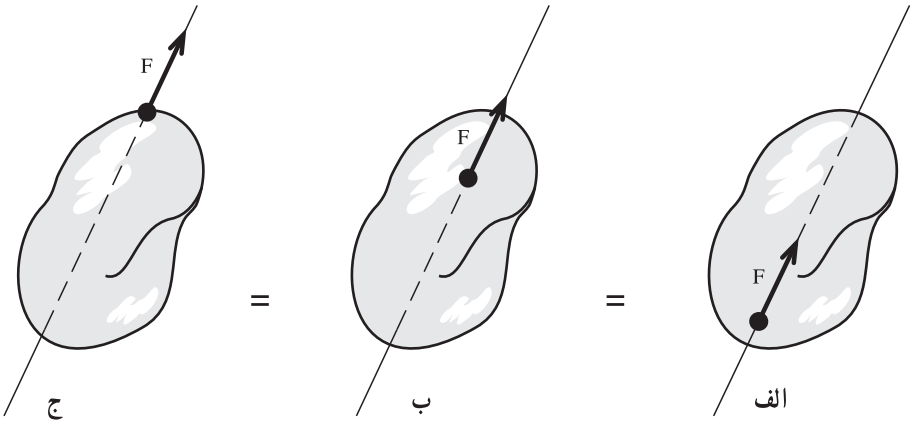


شکل ۱ــ۱

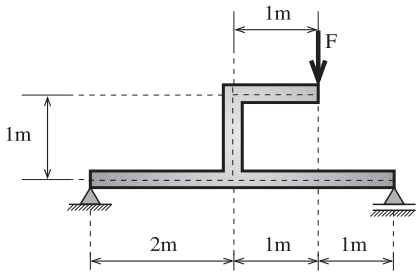
که در آن :

F، نیروی جاذبه‌ی بین دو ذرّه، G، ثابتی عمومی که موسوم به ثابت جاذبه‌ی جهانی است و مقدار آن برابر است با $G = ۶/۶۷۳ \times ۱۰^{-۱۱}\ m^3/(kg.s^2)$ ، m_1 و m_2 ، جرم‌های دو ذرّه و r، فاصله‌ی بین دو ذرّه است.

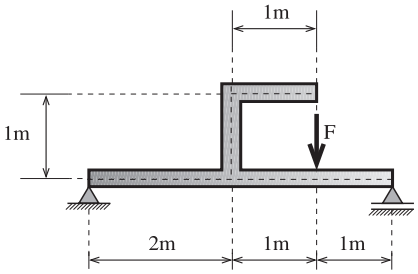
۵ــ۴ــ ۱ــ اصل قابلیت انتقال: بنا به این اصل اگر نیرویی بر یک جسم صلب (شکل ۲ــ۱ــ الف) اثر کند در صورتی‌که این نیرو در راستای خود جابه‌جا شود وضعیت تعادل و یا حرکت جسم تغییر نخواهد کرد (شکل ۲ــ۱ــ ب و ج).



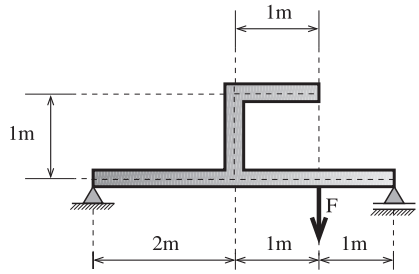
شکل ۲ــ۱



الف

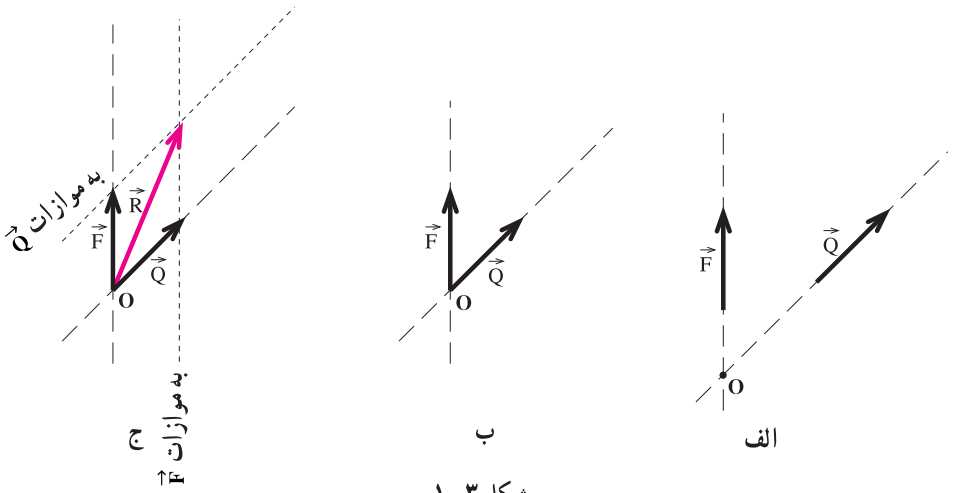


ب



ج

۶ــ۴ــ ۱ــ قانون متوازی‌الاضلاع: برآیند دو نیرو که راستای یک‌دیگر را قطع می‌کنند، از نظر استاتیکی، معادل نیرویی است که نقطه‌ی اثر آن محل تلاقی دو نیرو و اندازه و جهت آن قطر متوازی‌الاضلاعی است که دو نیروی متلاقی آن را تشکیل می‌دهند. این نیرو را نیروی برآیند گویند. توجه داشته باشید که برای تعیین برآیند از اصل قابلیت انتقال استفاده شده است (شکل ۳ــ۱).



ج ب الف

شکل ۳ــ۱

۵ــ۱ــ واحدهای اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری چهار کمیت طول، جرم، زمان و نیرو نیاز به واحد (یکا)هایی داریم.

از این چهار کمیت، سه کمیت ِطول، جرم و زمان کمیت‌های اصلی هستند و برای آن‌ها می‌توان واحدهای دلخواهی اختیار کرد ؛ اما کمیّت چهارم (نیرو) کمیّت فرعی است که براساس قانون دوم نیوتن ($F = ma$) تعریف می‌شود.

ما در این کتاب از دستگاه بین‌المللی واحدها که به اختصار SI[1] نامیده می‌شود و به‌طور رسمی در همه‌ی کشورها پذیرفته شده است، استفاده می‌کنیم.

در دستگاه SI واحدها عبارت‌اند از :

طول ؛ متر (m)

جرم ؛ کیلوگرم (kg)

زمان ؛ ثانیه (s)

نیرو ؛ نیوتن (N)

همان‌طور که بیان شد واحد نیوتن براساس قانون دوم نیوتن تعریف می‌شود براساس این قانون برای‌این‌که نیرویی برابر یک نیوتن داشته باشیم بایستی مقادیر جرم (m) و شتاب (a) برابر واحد اختیار شوند، در این صورت داریم :

$$F = ma$$

$$(1N) = (1kg)(1m/s^2) \Rightarrow N = kg.m/s^2$$

بنابراین، «یک نیوتن عبارت است از نیرویی که به جرم یک کیلوگرم شتابی برابر با یک متر بر مجذور ثانیه ایجاد کند».

قانون دوم نیوتن درباره‌ی وزن نیز صادق است. وزن جسمی به جرم m که روی سطح زمین قرار دارد از رابطه‌ی $W = mg$ به‌دست می‌آید که در آن g شتاب ثقل است و مقدار آن در سطح دریاهای آزاد[2] $g = 9/80665 m/s^2$ می‌باشد که برای سادگی در محاسبات مقدار $g = 9/81 m/s^2$ به‌کار می‌بریم.

۱ــ SI مخفف عبارت فرانسوی «systéme International a'unités» است.

۲ــ مقدار استاندارد شتاب گرانشی g در سطح دریای آزاد و در عرض جغرافیایی 45° است. که مقدار آن در دو دستگاه عبارت است از :

الف ــ دستگاه SI $g = 9/80665 \ m/s^2$

ب ــ دستگاه FPS $g = 32/1740 \ Ft/s^2$

بنابراین جسمی به جرم ۱ کیلوگرم دارای وزن ۹/۸۱ نیوتن است و همچنین وزن دانش‌آموزی به جرم ۴۲ کیلوگرم در حدود ۴۱۲ نیوتن است.

دستگاه FPS: دستگاه واحدها که در کشورهای انگلیسی زبان و امریکا معمول است دستگاه FPS می‌باشد که سه کمیت طول، نیرو و زمان اصلی هستند و کمیت چهارم (جرم)، کمیت فرعی است که براساس قانون دوم نیوتن تعریف می‌شود. در دستگاه FPS واحدها عبارت‌اند از :

طول، فوت (Ft)

نیرو، پاوند (lb)

زمان، ثانیه (s)

جرم، اسلاگ (slug)

یک اسلاگ عبارت است از مقدار ماده‌ای که هنگام تأثیر نیروی یک پاوندی شتابی برابر یک فوت بر مجذور ثانیه پیدا کند[۱].

در جدول ۱ــ۱ دو دستگاه SI و FPS با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

جدول ۱ــ۱ــ مقایسه دستگاه‌های آحاد SI و FPS

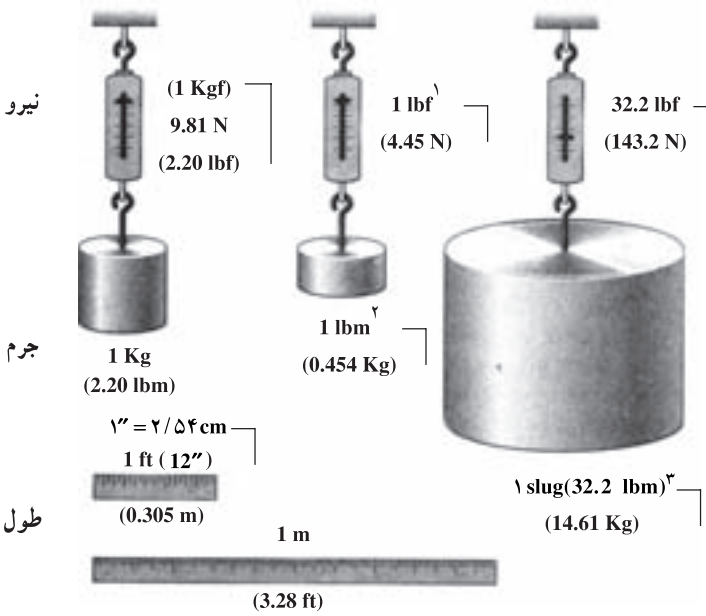
کمیت	نماد ابعادی	دستگاه SI			دستگاه FPS		
		واحد		نماد	واحد		نماد
جرم	M	کیلوگرم	واحدهای پایه	kg	اسلاگ[۲]		ــ
طول	L	متر		m	فوت	واحدهای پایه	ft
زمان	T	ثانیه		s	ثانیه		s
نیرو	F	نیوتن		N	پوند		lb

برای تبدیل واحدهای دو دستگاه SI و FPS می‌توان از تصاویر شکل ۴ــ۱ استفاده کرد.

۱ــ برای بررسی بیش‌تر می‌توان از قانون دوم نیوتن (F = ma) بهره جست :

$$F = ma \quad m = \frac{F}{a} \quad m = slug = \frac{F}{a} \quad 1(slug) = \frac{1(lb)}{1(ft/s^2)} = \frac{lb.s^2}{ft}$$

۲ ــ Slug



شکل ۴ــ۱

۶ــ۱ــ پیشوندها در سیستم بین‌المللی واحدها

هنگامی که یک کمیت عددی بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک باشد با استفاده از یک پیشوند مناسب ضمن کاهش مقدار ارقام آن، واحد به‌کار رفته اصلاح می‌شود. پیشوندها به‌صورت ضرایب کوچک‌تر از واحد و یا بزرگ‌تر از واحد در مبنای دهدهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعدادی از پیشوندهای مورد استفاده در استاتیک در جدول ۲ــ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۲ــ۱ــ پیشوندهای سیستم SI

ضریب	شکل توانی	پیشوند	علامت در SI
۱۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	10^{9}	جیگا (گیگا)	G
۱۰۰۰ ۰۰۰	10^{6}	مگا	M
۱۰۰۰	10^{3}	کیلو	K
۰/۰۰۱	10^{-3}	میلی	m
۰/۰۰۰ ۰۰۱	10^{-6}	میکرو	μ
۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	10^{-9}	نانو	n

۱ــ نیرو ← گرم نیرو (gf)، کیلوگرم نیرو (kgf)، پوند نیرو (lbf)

۲ــ جرم ← گرم (g)، کیلوگرم (kg)، پوند جرم (lbm)

۳ــ یک اسلاگ یا ۳۲/۲ پوند جرم یا ۱۴/۶۱ کیلوگرم جرم

در زیر چند مثال به منظور آشنایی با نحوه‌ی تبدیل واحدها طرح شده است.

مثال ۱: $۳۰۰۰۰۰۰N = ۳۰۰۰kN = ۳MN$

(سه میلیون نیوتن یا سه هزار کیلو نیوتن یا سه مگا نیوتن)

توجه: در ساده‌سازی کمیت‌ها سعی می‌شود پیشوندی انتخاب شود که حداقل یک رقم از کمیت به‌صورت عدد صحیح باشد.

مثال ۲: $۰/۰۰۰۰۳N = ۰/۰۳mN = ۳۰\mu N$

(۰/۰۰۰۰۳ نیوتن یا ۰/۰۳ میلی نیوتن یا ۳۰ میکرونیوتن)

مثال ۳: $۵۰۰۰۰m = ۵۰km$

(۵۰۰۰۰ متر یا ۵۰ کیلومتر)

واحدهایی که دارای یکی از پیشوندهای گفته شده‌اند خود واحدهای جدیدی هستند که اگر به‌توان برسند با واحد اولیه تفاوت دارند. در مثال زیر این موضوع روشن شده است.

مثال ۴: $۳۰۰۰m = ۳km \Rightarrow (۳km)^۲ = (۳)^۲ \times (km)^۲ = ۹(km)^۲ = ۹km^۲$

بنابراین $۹km^۲$ را باید بخوانید (۹ کیلومتر مربع) و نوشتن آن به صورت $۹k(m^۲)$ اشتباه است زیرا در حالت اخیر منظور $۹۰۰۰(m^۲)$ است.

مثال ۵: مساحت زمینی مستطیل شکل به ابعاد ۲۰۰۰m و ۳۰۰۰m را برحسب متر مربع و کیلومتر مربع به‌دست آورید.

برحسب متر مربع $A = ۲۰۰۰m \times ۳۰۰۰m = ۶۰۰۰۰۰۰\ m^۲$

برحسب کیلومتر مربع $A = ۲km \times ۳km = ۶\ km^۲$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود $۶km^۲$ (۶ کیلومتر مربع) با $۶k(m^۲) = ۶۰۰۰(m^۲) = ۶۰۰۰m^۲$ تفاوت دارد و لذا در توان‌رسانی و یا عملیات مشابه فقط واحد اصلی در واحد جدید به‌توان نمی‌رسد بلکه کل واحد جدید به‌توان می‌رسد و منظور از $۶km^۲$ عبارت $۶(km)^۲$ است.

۷ــ۱ــ قواعدی برای نوشتن واحدها

۱ــ۷ــ۱ــ علامت واحدها به جز در مورد سه واحد G (جیگا) و M (مگا) و N (نیوتن) کوچک نوشته می‌شوند.

۲ــ۷ــ۱ــ در مورد کمیت‌هایی که علامت اختصاری آن‌ها از حاصل‌ضرب چند علامت تشکیل شده است بین علامت‌ها نقطه (۰) گذاشته می‌شود. مانند :

$m.s =$ متر ــ ثانیه

$ms =$ میلی ثانیه

$mm =$ میلی‌متر

$mm.s =$ میلی‌متر ــ ثانیه

$m.m = m^{۲} =$ متر در متر = متر مربع

۳ــ۷ــ۱ــ در نمایش اعداد بزرگ و کوچک بیش از چهار رقمی، اعداد، از راست به چپ، سه رقم، سه رقم با فاصله‌ای کوتاه از هم جدا می‌شوند و از کاما بین آن‌ها استفاده نمی‌شود. این شیوه، نوشتن و خواندن اعداد را آسان‌تر می‌کند. مثال :

$۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ = ۱۰۰۰\ ۰۰۰\ ۰۰۰$

$۷۸۹۱۲۳۰۰۰ = ۷۸۹\ \ ۱۲۳\ \ ۰۰۰$

$۰/۰۰۰۰۰۰۰۱ = ۰/۰۰۰\ ۰۰۰\ ۰۰۱$

$۰/۱۲۳۴۵۶ = ۰/۱۲۳\ \ ۴۵۶$

۴ــ۷ــ۱ــ در نوشتن اعداد به جای کسر متعارفی از اعداد اعشاری استفاده می‌شود. مثلاً به جای $۶\frac{۳}{۴}$ و $۲\frac{۱}{۴}$ به ترتیب نوشته می‌شود : ۶/۷۵ و ۲/۲۵.

۵ــ۷ــ۱ــ در ضمن محاسبات واحدهای جدید را که دارای پیشوند هستند ترجیحاً به‌واحدهای اصلی تبدیل کرده سپس عملیات چهار عمل اصلی روی آن‌ها انجام می‌گیرد : مانند :

$$(۵۰۰mm)\times(۱۰۰۰km)=\left[۵۰۰\times(۱۰^{-۳})m\right]\times\left[۱۰۰۰\times(۱۰)^{۳}m\right]=۵۰۰\ ۰۰۰m^{۲}$$

۶ــ۷ــ۱ــ ترکیب دو و یا چند پیشوند به‌کار گرفته نمی‌شود. مثال :

$۷mkm = ۷(۱۰^{-۳})(۱۰^{۳})m = ۷m$ (۷ میلی کیلومتر)

۷ــ۷ــ۱ــ برای واحدهای واقع در مخرج کسر از پیشوند استفاده نمی‌شود و در صورت وجود پیشوند باید آن را به واحد اصلی تبدیل کرد برای مثال $۱۰۰N/mm$ (۱۰۰ نیوتن بر میلی‌متر) مناسب نیست بلکه به جای آن مخرج را باید بر حسب m بیان نمود.

$$۱۰۰N/mm=\frac{۱۰۰N}{(۱۰^{-۳})m}=۱۰۰\times۱۰^{۳}N/m=۱۰۰\ ۰۰۰N/m=۱۰۰kN/m$$

۸ــ۷ــ۱ــ تا آنجا که ممکن است برای زوایا از واحد رادیان استفاده می‌شود ؛ در مواردی هم که استفاده از درجه ترجیح دارد بهتر است درجه به‌صورت اعشاری به‌کار رود نه به صورت درجه، دقیقه و ثانیه ؛ برای مثال، به جای (″۲۰ و ′۳۵ و °۱۲) نوشته می‌شود : $۱۲/۵۸۸۹^{\circ}$.

۹ــ۷ــ۱ــ در محاسبه‌ی نیروها دقت تا دو رقم بعد از اعشار (در این کتاب) کفایت می‌کند، اما برای نسبت‌های مثلثاتی و زوایا این دقت باید تا سه رقم بعد از اعشار باشد و اعداد با بیش از سه

رقم اعشار گرد شوند.

۸ــ۱ــ روش حل مسایل (ده دستور مفید برای حل و به‌خاطرسپاری ایستایی)

بهترین روش برای یادگیری ایستایی حل مسئله است که باید روندی از ساده به مشکل داشته باشد عوامل دیگری چون نظم، دسته‌بندی، توجیه، تمیز نوشتن و تفکر نیز مؤثرند.

در این‌جا ده دستور مفید برای حل مسایل ایستایی ذکر می‌کنیم :

۱ــ۸ــ۱ــ صورت مسئله با دقت خوانده و معلومات و مجهولات آن مشخص شود.

۲ــ۸ــ۱ــ معلومات و مجهولات مسئله با گذاشتن علامت سؤال در مقابل مجهولات از یک‌دیگر تفکیک شوند.

۳ــ۸ــ۱ــ در صورت امکان مسئله با شرایط فیزیکی آن و یا مشابه به‌صورت ذهنی مقایسه شود.

۴ــ۸ــ۱ــ شکل‌ها یا نمودارهای لازم رسم شوند.

۵ــ۸ــ۱ــ اصول و روابط مربوط به موضوع مسئله نوشته شود.

۶ــ۸ــ۱ــ واحدهای به‌کار رفته به واحدهای اصلی و یا واحدهای یکسان تبدیل شوند.

۷ــ۸ــ۱ــ مسئله با شرایط منطقی به‌طریق ریاضی تحلیل شود.

۸ــ۸ــ۱ــ پاسخ‌های به‌دست آمده از دیدگاه فنی ارزیابی و از منطقی بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود.

۹ــ۸ــ۱ــ پس از حل مسئله یک‌بار با دقت تمام مراحل عملیاتی مرور شود.

۱۰ــ۸ــ۱ــ شکل مسئله و راه حل آن با بهترین روش پاکنویس شود.

تمرین

۱ــ وزن جسمی را که جرم آن

الف) ۱۰۰ کیلوگرم

ب) ۵ گرم

ج) ۱۰ تن

است برحسب نیوتن به‌دست آورید.

۲ــ چگالی جسمی برابر است با $۴/۷\ slug/Ft^۳$ ، چگالی آن را بر حسب واحدهای SI بیان کنید.

۳ــ هر یک از واحدهای مرکب زیر را به دستگاه SI (متریک) تبدیل کنید.

الف) $GN.\mu m$

ب) $kg/\mu m$

ج) N/ks^2

د) $kN/\mu s$

۴ــ یک اینچ مکعب چند میلی‌متر مکعب است؟

۵ــ قطر یک دیسک فولادی ۵۰۰ میلی‌متر، ضخامت آن ۷۰ میلی‌متر و جرم مخصوص فولاد ۷۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. وزن این دیسک را بر حسب پوند محاسبه کنید.

۶ــ جرم جسمی ۴۰ اسلاگ است. جرم آن را بر حسب کیلوگرم تعیین کنید.

۷ــ دو کره‌ی مشابه با شعاع ۲۷۵ میلی‌متر و جرم ۱۵۰ کیلوگرم با یکدیگر مماس‌اند نیروی جاذبه‌ای را که این دو کره بر هم وارد می‌کنند حساب کنید.

۸ــ دو ذره به جرم‌های ۸ و ۱۲ کیلوگرم به فاصله‌ی ۸۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند نیروی جاذبه‌ای را که این دو ذره بر هم وارد می‌کنند حساب کرده و نتیجه را با وزن هر یک از ذرّات مقایسه کنید.

۹ــ وزن مردی ۱۵۵ پوند نیرو است مطلوب است محاسبه‌ی :

الف) جرم او بر حسب اسلاگ ؛

ب) جرم او بر حسب کیلوگرم ؛

ج) وزن او بر حسب نیوتن.

۱۰ــ اگر وزن مردی بر روی کره‌ی زمین ۱۵۵ پوند نیرو باشد وزن او را در کره‌ی ماه، که شتاب ثقل در سطح آن ۵/۳۰ فوت بر مجذور ثانیه است، برحسب پوند نیرو و کیلوگرم حساب کنید.