

یکها و کمیت‌های فیزیکی

اولین قدم در علم فیزیک اندازه‌گیری می‌باشد و اندازه‌گیری رکن اساسی پیدا نمودن قوانین حاکم بر تمامی علومی است با ماده سر و کار دارند.

۱-۱- اندازه‌گیری:

مقایسه بین کمیت اندازه‌گرفتنی با واحد و یکای مربوط به آن را اندازه‌گیری می‌گوئیم. اما در هر اندازه‌گیری همواره یکسری اشکالات یا به عبارتی خطا وجود دارد.

خطای اندازه‌گیری:

هر اندازه‌گیری به سبب عوامل مختلف همراه با خطاست. یعنی نتیجه هر اندازه‌گیری با مقدار واقعی کمیت تفاوت دارد. این اختلاف را خطای اندازه‌گیری می‌نامیم.

خطاهای اندازه‌گیری به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- خطاهای سیستماتیک
- ۲- خطاهای اتفاقی

۱- خطاهای سیستماتیک:

این خطاها مربوط به وسیله آزمایشگاهی است که معمولاً به طور منظم و در یک جهت اتفاق می‌افتد.

۲- خطاهای اتفاقی:

این خطاها به طور نامنظم و تصادفی و توسط عوامل متغیر خارجی به وجود می‌آیند و به شخص آزمایشگر نیز مربوط می‌شود.

دقت وسیله اندازه‌گیری:

دقت هر دستگاه اندازه‌گیری برابر کوچکترین درجه‌ای است که با آن می‌توان اندازه‌گیری کرد. به طور مثال: با یک متر بزاز می‌توان ضخامت موی سر را اندازه‌گیری کرد. و...

۲ - ۱ - واحد یا یکا:

پایه علم فیزیک یک رشته کمیت‌هایی است که ما برای بیان قوانین فیزیک بکار می‌بریم. که هر کمیت با یک معیار اندازه‌گیری مقایسه می‌شود که به آن واحد اندازه‌گیری می‌گوئیم. طول، جرم، زمان، نیرو، سرعت، چگالی، مقاومت ویژه و...

در جوامع بشری هر منطقه واحد مختص به خود را داشت و در داد و ستد خود از آن به عنوان معیار استفاده می نمود. در جامعه کنونی که ارتباط حرف اول را می زند لزوم یک دستگاه واحد معیار و یکپارچه و مرجع امری بدیهی بود که در توافقی بین المللی یکای SI بعنوان واحد جهان شمول انتخاب نمودند.

الف: واحدهای اصلی
 ب: واحدهای فرعی

یکای هر دستگاه واحد به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) واحدهای اصلی :

واحدی که به واحدهای دیگر وابستگی نداشته باشد کاملاً قراردادی می باشد را واحد اصلی می نامند. مانند: طول ، جرم، زمان و...

ب) واحدهای فرعی:

واحدی که ترکیبی از یک یا چند واحد اصلی باشد را واحد فرعی می نامند. مانند: سرعت ، نیرو و...

جدول ۱.۱ یکاهای اصلی SI

| دیمانسیون | نماد | نام | کمیت |
|-----------|------|---------|--------------------|
| L | m | متر | طول |
| M | kg | کیلوگرم | جرم |
| T | s | ثانیه | زمان |
| A | A | آمپر | شدت جریان الکتریکی |
| K | k | کلوین | دمای ترمودینامیکی |
| mol | - | مول | مقدار ماده |
| Cd | - | شمع | شدت روشنایی |

۱-۲- دستگاه های بین المللی یکاها :

در سال ۱۹۷۱ چهاردهمین مجمع عمومی اوزان و مقادیر تشکیل شد و هفت کمیت به عنوان یکاهای اصلی انتخاب کردند و به عنوان دستگاه بین المللی یکاها *International System of Units* معرفی نمود که به **SI** معروف است. در این دستگاه هفت کمیت به عنوان کمیت های اصلی معرفی شدند؛ که عبارتند از:

برای بعضی از کمیت‌های فیزیکی، چون بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک هستند، برای قابل درک بودن و جلوگیری از طولانی شدن اعداد از پیشوندهای نمایی استفاده می‌شود. که به تعدادی از آنها در زیر اشاره می‌کنیم:

| عامل | پیشوند | علامت | عامل | پیشوند | علامت |
|-------|--------|------------|------|--------|-----------|
| d | دسی | 10^{-1} | da | دکا | 10^1 |
| c | سانتی | 10^{-2} | h | هکتو | 10^2 |
| m | میلی | 10^{-3} | K | کیلو | 10^3 |
| μ | میکرو | 10^{-6} | M | مگا | 10^6 |
| n | نانو | 10^{-9} | G | گیگا | 10^9 |
| p | پیکو | 10^{-12} | T | ترا | 10^{12} |
| f | فمتو | 10^{-15} | P | پتا | 10^{15} |
| a | آتو | 10^{-18} | E | اگزا | 10^{18} |

۱-۴- ارقام با معنی:

تمام رقم‌هایی که از اندازه‌گیری به دست می‌آیند و در حد دقت وسیله اندازه‌گیری می‌باشند رقم‌های با معنی هستند. به عنوان مثال: در اندازه‌گیری طول به وسیله خط کش میلی متری عدد 254 mm دارای ۳ رقم با معنی است، ولی اگر به وسیله این خط کش عدد $254/3 \text{ mm}$ گزارش شود عدد ۳ بی معنی است؛ چون این خط کش نمی‌تواند کمتر از میلی متر را اندازه‌گیری کند. برای مشخص کردن تعداد ارقام با معنی، تعداد اعداد را از سمت راست می‌شماریم. به عنوان مثال: اعداد $0/4272$ ، $5/02$ و $2/0001$ به ترتیب ۳، ۴ و ۵ رقم با معنی دارند. تعداد صفرهایی که از سمت چپ به همراه ممیز قبل از اولین عدد نوشته می‌شوند، جزء رقم‌های با معنی نیستند. به طور مثال: $0/000021$ دارای دو رقم با معنی و $2/000021$ دارای ۷ رقم با معنی است.

محاسبات عددی در جمع و تفریق:

وقتی دو یا چند عدد با هم جمع و یا تفریق می‌شوند، دقت حاصل جمع و یا تفریق نمی‌تواند از دقت عوامل جمع و یا تفریق بیشتر باشد. بنا بر این دقت حاصل جمع و یا تفریق برابر کمترین دقت عوامل جمع و یا تفریق خواهد بود.

به عنوان مثال: اگر سه عدد $24/95 \text{ cm}$ ، $2/3 \text{ cm}$ و $32/571 \text{ cm}$ را با هم جمع کنیم حاصل جمع

$$32/571 + 2/3 + 24/95 = 59/821$$

برابر خواهد بود با:

ولی بهتر است حاصل را به صورت $59/8 \text{ cm}$ بنویسیم، زیرا دقت عدد $2/3$ تا دهم سانتی متر است و حاصل جمع نیز باید تا دهم سانتی متر دقت داشته باشد.

۵-۱- تبدیل یگاها:

از آنجایی که دستگاهی مختلفی وجود دارد و متون علمی قدیمی یا حتی کنونی در دستگاه های مختلف نوشته شده است لذا دانستن تبدیل واحد تقریباً برای دانشجویان رشته های مهندسی الزامی می باشد که تغییر یک واحد از یک دستگاه استاندارد به دستگاهی دیگر است.

یگاها نیز مانند علامت های جبری جمع و ضرب می شوند. رمز کار در این است که می توان یک کمیت فیزیکی را با دو یکای متفاوت در یک تساوی قرار داد. به طور مثال:

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s} \quad \text{در نیجه نسبت } 1 = \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \quad \text{یا} \quad 1 = \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

مثال ۴: 3 min چند ثانیه است؟

کافیت 3 min را در نسبت $\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$ ضرب کنیم خواهیم داشت:

$$3 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 180 \text{ s}$$

نکته: انتخاب نسبت می بایست در جهت حذف یکای نا خواسته باشد.

نکته: در بعضی از تبدیلات می بایست بر اساس حاصل ضرب زنجیره وار چند نسبت عمل کرد.

مثال ۵: با استفاده از واحد های داده شده بگوئید 20 مایل چند کیلو متر است؟

$$1 \text{ inch} = 2 / 54 \text{ cm} \quad 1 \text{ yard} = 0.9144 \text{ m}$$

$$1 \text{ mile} = 5280 \text{ foot} \quad 1 \text{ foot} = 12 \text{ inch}$$

مشاهده می شود که در معلومات مسأله مایل با فوت، فوت با اینچ و اینچ با سانتی متر در ارتباط است و همچنین می دانیم که سانتی متر هم متعاقباً با کیلو متر متناسب است؛ لذا در این تبدیلات نیازی به واحد یارد نیست. لذا تبدیل را مطابق زیر به صورت زنجیر وار از آخر به اول انجام می دهیم.

$$20 \text{ mile} \times \frac{2/45 \text{ cm}}{1 \text{ inch}} \times \frac{12 \text{ inch}}{1 \text{ foot}} \times \frac{5280 \text{ foot}}{1 \text{ mile}} \times \frac{\text{m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{\text{km}}{1000 \text{ m}} \approx 32/19 \text{ km}$$

همچنین با توجه به تبدیل فوق میتوان گفت:

$$1 \text{ mile} \cong 1609 \text{ m}$$

مثال ۶: با استفاده از تبدیلات زیر بگوئید 50 تن چند کیلو گرم است؟

$$\begin{aligned}
 1 \text{ slug} &= 14/59 \text{ kg} & & = 1000 \text{ gr} & 1 \text{ kg} & & 1 \text{ u} = 1/66 \times 10^{-27} \text{ kg} \\
 1 \text{ Lb} &= 16 \text{ oz} & & 1 \text{ oz} &= 28/35 \text{ gr} & & 1 \text{ ton} &= 2000 \text{ Lb} \\
 \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} &\times \frac{28/35 \text{ gr}}{1 \text{ oz}} &\times \frac{16 \text{ oz}}{1 \text{ Lb}} &\times \frac{2000 \text{ Lb}}{1 \text{ ton}} &\times 5 \text{ ton} &\cong & 4536 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

تمرین ۱. موشکی به فاصله 200 m از زمین رسیده است این فاصله بر حسب مایل چه قدر است؟

تمرین ۲. رابطه اینچ مربع و سانتی متر مربع را بدست آورید.

تمرین ۳. الف - ۱۰۰ متر بیشتر است یا ۱۰۰ یارد؟ ب - این دو چند متر؟ و چند یارد با هم متفاوت هستند؟

تمرین ۴. سرعت نور یعنی $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ را بر حسب یکاهای زیر بیان کنید.

الف - فوت بر نانو ثانیه
ب - میلی متر بر پیکو ثانیه

تمرین ۵. تندی یک سفینه فضایی برابر 18600 mile/h است. تندی این سفینه بر حسب سال نوری در

قرن چقدر است؟ سال نوری مسافتی است که نور با تندی 186000 mile/s در مدت یک سال طی می کند.

تمرین ۶. اگر $1 \text{ Lb} = 4/5 \text{ N}$ ، $1 \text{ Lbm} = 0/45 \text{ kg}$ ، $1 \text{ in} = 2/5 \text{ cm}$ و $1 \text{ foot} = 12 \text{ in}$ باشد تبدیلات

زیر را انجام دهید:

$$\text{الف. } \frac{62/5 \text{ Lb}}{\text{in}^2} = ? \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \text{ب. } 5 \text{ m/s} = ? \text{ km/hr} = ? \text{ ft/min}$$

ج. اگر جرم حجمی نوعی سنگ $4/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد، این مقدار را بر حسب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $\frac{\text{Lbm}}{\text{ft}^3}$ بدست

آورید.

تمرین ۷: اگر $1 \text{ in} = 2/5 \text{ cm}$ و $1 \text{ foot} = 12 \text{ in}$ باشد، مقدار 20 m/s چند foot/h است؟