



دانشگاه جامع علمی - کاربردی مرکز آموزش کشاورزی

فیزیک حرارت

مهندس علیرضا تورانی

مقدمه

جزوه حاضر به عنوان منبعی برای تدریس درس فیزیک حرارت تعیین شده است . در جمع آوری و بیان مطالب سعی شده ضمن حفظ هماهنگی و بیان کامل مطالب سادگی و روانی آن کاملاً محفوظ بماند و برای آن که مطلب قابل فهم تر شود سعی شده در هر مورد سوال های ساده تا سطح متوسط و مشکل آورده شود. در آخر هر فصل نیز مسائل متناسب با فصل گنجانده شده تا تمرین درس را کامل نماید.

طبیعی است که هیچ کاری خالی از اشکال نیست لذا از دانشجویان فرهیخته خواهشمندم که من را در جهت کامل نمودن کار با ارائه نظرات خویش راهنمایی فرمائید.

فصل اول

اندازه گیری و بردارها

کمیت :

هر چیز قابل اندازه گیری را کمیت می نامیم . یک کمیت وقتی به طور دقیق قابل تعریف است که برای اندازه گیری آن روشی را ارائه دهیم .

در فیزیک کمیت ها را می توان از نقطه نظری به دو دسته تقسیم بندی نمود .

الف) کمیت های اصلی و کمیت های فرعی

ب-) کمیت های نرده ای و کمیت های برداری

تقسیم بندی الف قرار دادی است در این قرار داد کمترین تعداد از کمیت های فیزیکی که بتوانیم کمیت های دیگر را بر حسب ان بیان و تعریف نمائیم انتخاب می شود کمیته استاندارد جهانی هفت کمیت را به عنوان کمیت اصلی انتخاب نموده است که عبارت اند از

طول L	زمان T
جرم M	مقدار ماده MOL
دما K	شدت جریان الکتریکی A
	شدت روشنایی I

کمیت های فرعی را نیز می توان این طور تعریف کرد : کمیت هایی هستند که بر اساس کمیت های اصلی نوشته می شوند . برای واضح تر شدن مطلب مثالی می زنیم : فرض کنید شما مسافت بین منزل و دانشگاه را در مدت زمان دو ساعت طی می کنید . در صورتی که این فاصله 6 کیلو متر باشد ، تندی متوسط در این جابجایی 3Km/m می باشد که از تقسیم مسافت 6Km به زمان 2h به دست می آید . می بینید که در این جا تندی (کمیت فرعی) بر اساس دو کمیت اصلی (مسافت و زمان) به دست می آید . از کمیت های فرعی دیگر می توان از شتاب نیرو و انرژی نام برد . بر اساس آنچه گفته شد . تعریف جدیدی را تحت عنوان دیمانسیون و یا معادله ابعادی بیان می کنیم .

دیمانسیون یا معادله ابعادی :

رابطه که بین کمیت فرعی و کمیت های اصلی وجود دارد را در دیمانسیون یا معادله ابعادی گویند در مثال زیر این ارتباط برای چند

کمیت فرعی نشان داده شده است .

$$[V] = \frac{\text{طول}}{\text{زمان}} \quad \text{یا} \quad LT^{-1}$$

$$[a] = \frac{\text{طول}}{(\text{زمان})^2} \quad \text{یا} \quad LT^{-2}$$

$$[F] = [\text{جرم}] [\text{شتاب}] = MLT^{-2}$$

یکا یا واحد :

برای اندازه گیری کمیت ها بعد از تعیین روشی برای اندازه گیری احتیاج به تعیین یکا داریم . مجموعه یکاهای کمیت های مختلف مجموعه ای به نام دستگاه اندازه گیری تشکیل می دهند از دستگاه های اندازه گیری معروف دستگاه **M.K.S** و **c-g-s** می باشد دستگاه **M.K.S** به دلیلی محاسنی که دارد به عنوان دستگاه **S.I** یا دستگاه بین المللی آحاد انتخاب شده است جدول زیر یکاهای هفت کمیت اصلی را در **S.I** نشان می دهد.

شدت روشنایی	شدت جریان الکتریکی	مقدار ماده	جرم	دما	زمان	طول
cd	A	mol	Kg	K	s	m
شمع	آمپر	مول	کیلوگرم	کلوین	ثانیه	متر

کمیت های اسکالری کمیت های برداری :

همان طور که قبلا نیز اشاره شد ، تقسیم بندی دیگری نیز برای کمیت ها وجود دارد :
اسکالری نرده ای و برداری .

کمیت های اسکالری : کمیت هایی هستند که فقط مقدار دارند مانند زمان .

کمیت های برداری : کمیت های هستند که علاوه بر مقدار جهت نیز دارند مانند سرعت .

برای روشن شدن مزب مثالی می زنیم طول قد کمیته اسکالری است برای تعیین ان از جهت استفاده نمی نماییم . اما وقتی می گوئیم شخصی 200 متر را به سمت منزل خود طی کرده کلمه به سمت معرف جهت جابجایی است . پس در جابجایی شخص باید علاوه بر مشخص کردن مقدار جابجایی جهت جابجایی را نیز مشخص نمود . به طور کلی برای مشخص کردن یک کمیت برداری باید مقدار و جهت ان را مشخص نمود .

مطلب کلیدی در این بحث آن است که بدانیم برای کار کردن با کمیت های اسکالری عملیات جبری عادی کفایت می کند، در حالی که عملیات ریاضی بردارها با آن متفاوت بوده و با در نظر گرفتن جهت انجام می گیرد . از آنجا که تعداد کمیت های برداری زیاد است بحث بردار ها و به خصوص جمع تفریق و انواع ضرب آنها را در بخش دوم می آوریم .

تبدیل یکاها (واحد) :

مطلب دیگری که در فیزیک پایه به آن پرداخته می شود و **دانشجوی مهندسی** باید با آن آشنایی خوبی داشته باشد تبدیل یکا می باشد . اهمیت این مطلب از آنجا ناشی میشود که باید در جمع و تفریق از یکاهای یکسانی استفاده نمود به عبارت دیگر نمی توان در قسمتی از حل یک مسئله برای طول متر را به کار برد و در قسمت دیگر از یکای دیگری مانند سانتیمتر استفاده نمود . برای کمیت های دیگر این مطلب را باید در نظر داشت . در عملیات ریاضی باید یکاهای کمیت ها یکسان باشد .

در انجام تبدیل یکا دقت کنید که فقط کافی است به جای یک یکا معادل آن را از یکای مورد نظر قرار دهیم . مثلا اگر بخواهیم **10M** را به سانتی متر تبدیل کنیم کافی است به جای متر، **100CM** قرار دهیم .

$$10m=(10)(100Cm)=100Cm$$

و یا اگر بخواهیم **20cm** را به متر تبدیل کنیم :

$$20cm=20(/100)=0.20m$$

مثال های دیگری از تبدیل یکا در این جا آورده می شود.:

$$2h = (2)(60\text{min}) = 120 \text{ min}$$

$$120\text{min} = 120(60\text{S}) = 720 \text{ S}$$

$$20\text{S} = 20\left(\frac{1}{3600}h\right) = \frac{1}{180}h$$

به عنوان تمرین دیگر 20Km/h را به یکاهای (m/s) و (cm/s) و (mm/min) تبدیل می کنیم .

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = (2) \left(\frac{1000 \cdot \text{m}}{3600 \cdot \text{s}} \right) = \frac{5}{9} \text{ m/s}$$

$$2 \cdot \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right) = (2) \left(\frac{10^5 \text{ cm}}{3600 \cdot \text{s}} \right) = \frac{5000}{9} \text{ cm/s}$$

$$2 \cdot \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right) = (2) \left(\frac{10^6 \text{ mm}}{60 \cdot \text{min}} \right) = \frac{10^6}{30} \text{ mm/min}$$

توجه کنید که از بین این یکاها که همگی از تقسیم یکای طول بر یکای زمان به دست می آید دو یکای m/s و cm/s معروف ترند و بقیه مصارف خاصی دارند.

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = (2) \cdot \frac{(1000 \cdot \text{m})}{\text{h}} = 2 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

مثال :

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = (2) \cdot \frac{(10^5 \text{ m})}{\text{h}} = 2 \times 10^5 \frac{\text{cm}}{\text{h}}$$

20km/h را به یکاهای $\frac{m}{h}$, $\frac{cm}{h}$, $\frac{cm}{\text{min}}$, $\frac{mm}{h}$ تبدیل کنید.

حل :

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = (2) \cdot \frac{(10^5 \text{ cm})}{(60 \cdot \text{min})} = \frac{1}{3} \times 10^5 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = (2) \cdot \frac{(10^6 \text{ mm})}{\text{h}} = 2 \times 10^6 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

مثال :

30 $\frac{\text{km}}{\text{min}^2}$ را که یکای شتاب می باشد به یکاهای $\frac{cm}{s^2}$, $\frac{m}{s^2}$ تبدیل نمایید.

حل :

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{min}^2} = \frac{(2) \cdot (1000 \cdot \text{m})}{(60 \cdot \text{s})^2} = \frac{1}{180} \text{ m/s}^2$$

$$2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{min}^2} = 2 \cdot \frac{(10^5 \text{ cm})}{(60 \cdot \text{s})^2} = \frac{10^5}{1800} \text{ cm/s}^2$$

مثال :

50 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ را بر حسب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$:

حل :

$$50 \cdot \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 50 \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 5 \times 10^7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

تصویر یک بردار :

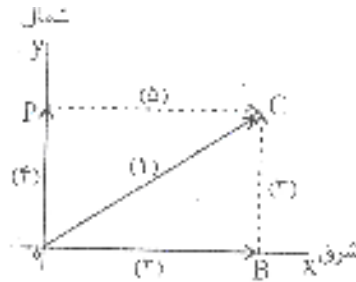
همان طور که اشاره شد ، برای کار با کمیت های برداری مثل جابجایی و سرعت نیاز به آشنایی با جمع و تفریق و روش آنالیز بردار داریم. مقدماتی ترین بحث در این مورد آشنایی با مفهوم بردار و تجزیه آن می باشد .

فرض کنید می خواهیم از تهران به شهری مانند شیراز برویم . برای این مسافرت همان طور که در شکل بیان شده است چند راه وجود دارد می توان این مسیر را مستقیم با هواپیما طی کرد. (مسیر 1) یا آن که ابتدا مسیری را به سمت شرق حرکت کرده و سپس به

سمت شمال رفت (مسیر 2 و 3) و یا نه ابتدا به سمت شمال رفته و سپس به سمت شرق حرکت کرد. (مسیر 4 و 5) جایجایی در هر سه مسیر یکی می باشد.

$$\vec{OC} = \vec{OB} + \vec{BC} = \vec{OD} + \vec{DC}$$

علامت پیکان علامت بردار است بردار را در حالت کلی با این علامت می شناسند.



بردار یکه :

بردار یکه است که طول آن واحد یک است و جهت خاصی را نشان می دهد و آن را با علامت \hat{i} به جای پیکان در بالای حرف نشان می دهند. بر طبق قرارداد \hat{i} بردار یکه در جهت مثبت محور X و \hat{j} بردار یکه در جهت محور Y و \hat{k} بردار یکه در جهت محور Z ها می باشد. با کمک بردارهای یکه می توان بردارها را نمایش داد.

$$\vec{OB} = OB \hat{i}, \quad \vec{OD} = OD \hat{j}$$

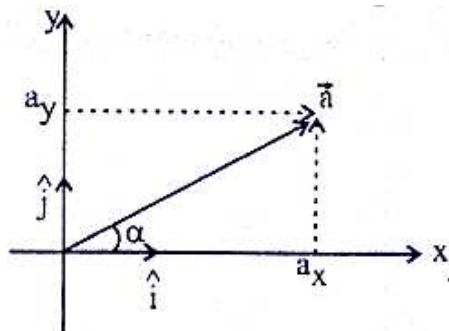
و بردار \vec{OC} را می توان نوشت :

$$\vec{OC} = OD \hat{i} + OB \hat{j}$$

OD را گاه مولفه OC در امتداد محور Y و OB را مولفه \vec{OC} در امتداد محور X می گویند. برای درک بهتر بحث تصویر سازی بردارها به مثال زیر توجه نمایید:

فرض کنید آینه ای روی محور X ها و آینه دیگری روی محور Y ها قرار دارد و نیز فرض کنید OC میله ای باشد که یک سر آن در مبدا نقطه O و سر دیگر آن در نقطه C واقع باشد. در این جا آنچه درون هر یک از آینه ها دیده می شود تصویر یا مولفه OC میباشد.

می خواهیم این مطلب را با روابط ریاضی بیان کنیم.



شکل (۲-۱)

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

$$a_x = a \cos \alpha$$

$$a_y = a \sin \alpha$$