

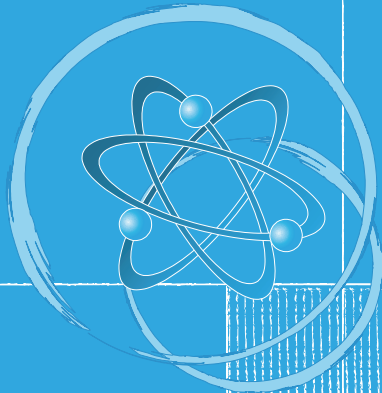


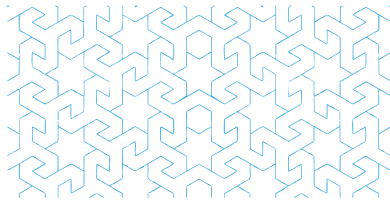
جمع بندی فیزیک دهم و یازدهم محرک

(رشته ریاضی فیزیک)

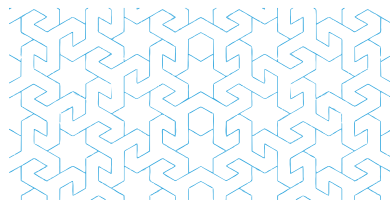
محمد گلزاری
ابراهیم دانشمند مهربانی
پریسا حاجی سیدجوادی
منیرسادات موسوی

تو گر عمرت هدر دادی همه را گر تو پر دادی
مده بر باد باقی را که حکمی چون گهر دارد
تو را باید محرک باشد به راهت آن کمک باشد
وگرنه سسکه جعلی تو پنداری که زر دارد





UNIVERSITY
OF
MUSCAT
AND
SULTAN QAIYUM
COLLEGE
OF
TECHNOLOGY



به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه برنگذرد

دانش‌آموزان پایه دوازدهم که مایل به ادامه تحصیل در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور هستند، از یک سو باید مطالب کلاس دوازدهم را دقیق و خیلی عمیق فراگیرند و از سوی دیگر کتاب‌های پایه‌ای قبلی خود را مرور نمایند.

کتاب‌های جمع‌بندی دهم و یازدهم محک (مرور حرفه‌ای کنکور) برای این‌گونه دانش‌آموزان کمک بزرگی است. دانش‌آموزان می‌توانند برای مرور مطالب پایه‌های قبلی، در تابستان و قبل از شروع سال تحصیلی جدید، از این کتاب استفاده کنند.

ما در انتشارات مبتکران برای شما که هدف‌تان قبولی در دانشگاه‌های ممتاز و معتبر کشور است، مجموعه کتاب‌های جمع‌بندی را به کمک مؤلفان و مدرسان برگزیده تألیف کرده‌ایم. کتابی که پیش‌رو دارید «کتاب جمع‌بندی فیزیک دهم و یازدهم محک» با ویژگی‌های زیر تألیف شده است:

۱. ارائه درس‌نامه خلاصه به همراه نکته‌های مهم تستی و کنکوری برای مرور مطالب پایه‌های دهم و یازدهم.

۲. بررسی پرسش‌های کنکورهای سراسری

۳. ارائه مثال‌های تشریحی در متن درس‌نامه

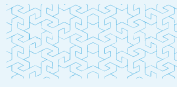
۴. ارائه پاسخ‌نامه تشریحی کامل به همراه نکته‌های تستی

با مطالعه این کتاب دانش‌آموزان عزیز می‌توانند در فرصت تابستان، مطالب فیزیک دهم و یازدهم را مرور کرده و خود را برای آزمون‌های آزمایشی و سال دوازدهم آماده کنند.

در پایان وظیفه خود می‌دانیم از مؤلفان محترم کتاب، محمد گلزاری، ابراهیم دانشمند مهربانی، پریسا حاجی سیدجوادی، منیرسادات موسوی و از دبیر محترم مجموعه تشکر کنیم.

همچنین از خانم‌ها محبوبه شریفی (حروف‌چین و صفحه‌آرا)، سارا لطفی مقدم (رسم شکل)، بهاره خدایمی (گرافیک) و زهرا گودرز (طراح جلد) سپاسگزاریم.

انتشارات مبتکران



فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری ۷

- آزمون چهارگزینه‌ای ۲۱
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۲۷

فصل ۲: کار و انرژی جنبشی ۳۳

- آزمون چهارگزینه‌ای ۴۴
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۵۱

فصل ۳: ویژگی‌های ماده و فشار ۵۹

- آزمون چهارگزینه‌ای ۷۱
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۷۹

فصل ۴: دما و گرما ۸۵

- آزمون چهارگزینه‌ای ۱۰۷
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۱۱۷

فصل ۵: ترمودینامیک ۱۲۷

- آزمون چهارگزینه‌ای ۱۴۰
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۱۴۷

فصل ۶: الکتریسیته ساکن ۱۵۳

- آزمون چهارگزینه‌ای ۱۷۱
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۱۷۹

فصل ۷: جریان الکتریکی ۱۸۹

- آزمون چهارگزینه‌ای ۲۰۴
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۲۱۲

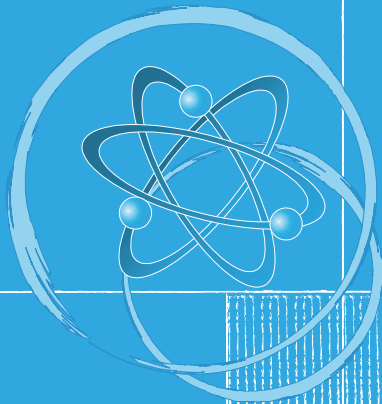
فصل ۸: مغناطیس ۲۲۳

- آزمون چهارگزینه‌ای ۲۲۲
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۲۲۸

فصل ۹: القای الکترومغناطیس ۲۴۳

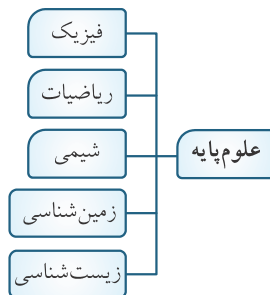
- آزمون چهارگزینه‌ای ۲۵۰
- پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۲۵۸

فصل اول : فیزیک و اندازه گیری



فیزیک چیست؟

فیزیک یکی از علوم پایه است که در آن به بررسی پدیده‌های طبیعی پرداخته می‌شود.



فیزیک بر پایه آزمایش بنا نهاده شده است.

هدف علم فیزیک دستیابی به قوانین محدودی است که پدیده‌های طبیعی تحت آن قوانین عمل می‌کنند و سپس استفاده از آن قوانین برای پیش‌بینی آزمایش‌های آتی. علم فیزیک شامل گستره وسیعی از فرایندها است که باید برپایه تعداد محدودی از قوانین بیان شوند. فیزیک دان‌ها تلاش می‌کنند که نحوه کار دنیا و پدیده‌ها را برپایه قوانین، مدل‌ها و نظریه‌ها شرح دهند. هیچ نظریه فیزیکی صحیح مطلق و تمام شده نیست. مدل‌ها و نظریه‌ها ممکن است دستخوش تغییر شوند.

علم چرخه‌ای از نظریه و آزمایش است. نظریه‌های

علمی وضع شده‌اند برای توجیه نتایج آزمایش‌هایی که در شرایط خاصی انجام می‌شوند. یک نظریه خوب و موفق باید بتواند موارد جدیدی را پیش‌بینی کند و آزمایش‌های جدید باید این

پیش‌بینی‌ها را به بوته نقد و بررسی بکشند.



اگر آزمایشی نتایج نظریه را اثبات نکند، باید نظریه را مورد تجدیدنظر قرار داد نه آزمایش را.

نظریه باید دارای دو بال توجیه و پیش‌بینی باشد. یک نظریه زمانی مورد پذیرش واقع می‌شود که بتواند مواردی را که قابل آزمایش است پیش‌بینی کند.

آزمایش باید این قابلیت را داشته باشد که بتوان آن را مجدداً انجام داد. به آزمایشی که فقط یک نفر آن را انجام داده یا در جایی معین تنها قابل انجام است نمی‌توان اعتماد کرد.

هنگامی که بین فرضیه و آزمایش اختلافی به وجود می‌آید، فرضیه‌های جدیدی باید مطرح شوند تا آن اختلاف از بین برود.

نقطه قوت علم فیزیک ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های آن است.

برای بیان قوانین فیزیکی باید از گزاره‌های کلی و مختصر استفاده کنیم.

ویژگی قوانین فیزیکی این است که در دامنه وسیعی از پدیده‌های فیزیکی معتبر هستند.

⚡ اگر گزاره‌ای دامنه‌اش محدود باشد به آن اصل فیزیکی گفته می‌شود. پس دامنه اصل فیزیکی از قانون فیزیکی محدودتر است.

سیستم‌های مجزا و مدل‌سازی

⚡ به عمل ساده‌سازی و آرمانی کردن یک فرایند در فیزیک مدل‌سازی گفته می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فرایند ایجاد شود.

⚡ برای مدل‌سازی باید اثرهای جزئی را نادیده بگیریم و نمی‌توانیم آثار مهم و تعیین کننده را حذف کنیم. مثلاً در سقوط برگ نمی‌توانیم از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنیم ولی در سقوط توپ می‌توانیم از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنیم.

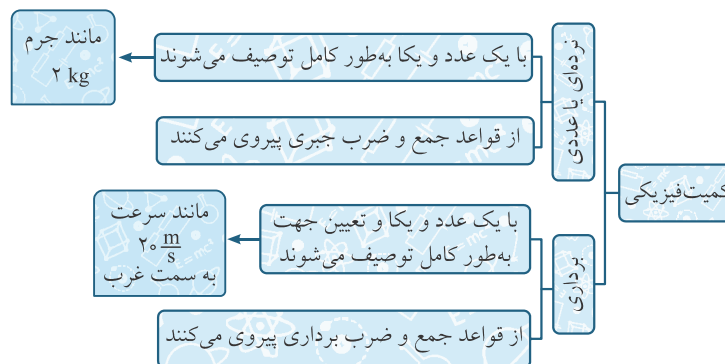
اندازه‌گیری

⚡ اندازه‌گیری عبارت است از نشان دادن یک مشخصه به کمک عدد و یکای مناسب.

⚡ به هر مشخصه قابل اندازه‌گیری در فیزیک، کمیت گفته می‌شود.

⚡ تعریف یک کمیت زمانی کامل می‌شود که ۱. برای آن یکایی در نظر گرفته شود و ۲. برای اندازه‌گیری آن روشی بیان شود.

⚡ یکای اندازه‌گیری هر کمیت، مقدار معینی از همان کمیت است.



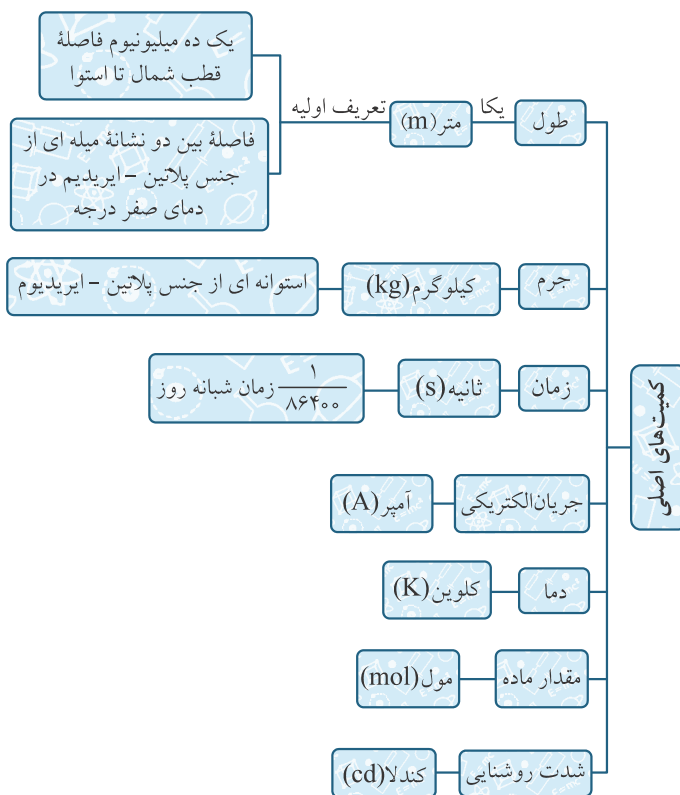
⚡ برای نشان دادن یک کمیت برداری از یک حرف انگلیسی که بر روی آن یک علامت بردار کوچک گذاشته شده است استفاده می‌کنیم. مانند \vec{F} . اگر علامت بردار را از روی آن برداریم (مثلاً بنویسیم F) در واقع جهت آن را حذف کرده‌ایم و تنها بزرگی آن مدنظر ما است.

دستگاه بین‌المللی یکاها (SI)

⚡ دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) در سال ۱۹۶۰ پایه‌گذاری شد. در علم فیزیک از یکاهای SI استفاده می‌کنیم.

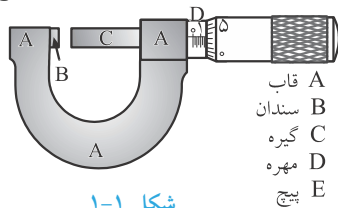
⚡ به کمیت‌های مستقل، کمیت‌های اصلی و به یکای آنها یکای اصلی گفته می‌شود.

در جدول زیر کمیت‌های اصلی و یکاهای متناظر با آنها را آورده‌ایم:



- کمیته‌های فرعی به کمیته‌هایی گفته می‌شود که برحسب کمیته‌های اصلی تعریف می‌شوند.
- به یکای کمیته‌های فرعی یکای فرعی گفته می‌شود.
- یکای اندازه‌گیری باید دارای دو ویژگی تغییرناپذیری و قابلیت باز تولید (دسترس پذیری) باشد.

برخی ابزارهای اندازه‌گیری طول: برای اندازه‌گیری طول‌های بسیار کوچک از ابزارهایی مانند ریزسنج (میکرومتر) و کولیس ورنیه استفاده می‌شود.



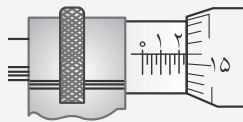
شکل ۱-۱

طرز کار ریزسنج: ریزسنج از ترکیب یک پیچ و یک مهره مدرج ساخته شده است (شکل ۱-۱). معمولاً اعداد روی مهره برحسب میلی‌متر هستند. دور لبه کلاهک پیچ به پنجاه درجه تقسیم شده است و پای پیچ نیز نیم میلی‌متر است.

یعنی اگر پیچ یک دور بپیچد دهانه ریزسنج نیم میلی‌متر باز می‌شود. بنابراین وقتی پیچ به اندازه یک درجه بپیچد، دهانه ریزسنج یک پنجاهم از نیم میلی‌متر یعنی به اندازه یک صدم میلی‌متر باز می‌شود. در نتیجه می‌توان طول‌هایی تا یک صدم میلی‌متر را با ریزسنج اندازه گرفت. با خواندن عددهای پیچ و مهره آنها را با هم جمع می‌کنیم.

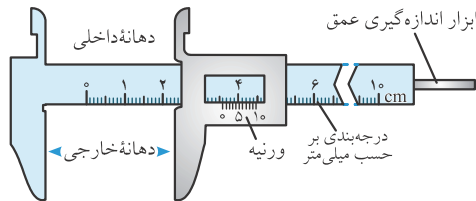
مثال:

در شکل روبه‌رو، ریزسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



پاسخ: با توجه به توضیحاتی که داده شد، اعداد روی مهره برحسب میلی‌متر هستند. پس هر نشانه بر روی مهره 0.25 میلی‌متر است. پس عددی که مهره نشان می‌دهد تقریباً $2/25$ میلی‌متر است. بیچ نیز عدد ۱۶ را نشان می‌دهد که برابر است با 0.16 میلی‌متر. پس این ریزسنج عدد $2/41$ میلی‌متر را نشان می‌دهد.

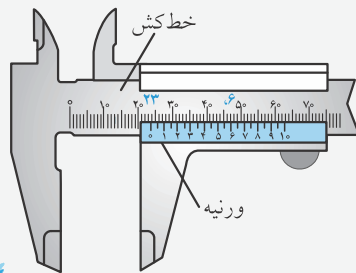
طرز کار کولیس: کولیس از ترکیب یک خط‌کش مدرج فولادی و یک ورنیه متحرک ساخته شده است (شکل ۱-۲). خط‌کش فولادی برحسب میلی‌متر مدرج شده است. روی ورنیه درجه‌بندی کوچکی وجود دارد که تقسیم میلی‌متر را نشان می‌دهد، به‌عنوان مثال اگر درجه‌بندی تا 10 باشد، یعنی ورنیه تا 0.1 میلی‌متر را اندازه‌گیری می‌کند و اگر تا 20 باشد، یعنی ورنیه تا یک بیستم میلی‌متر را اندازه‌گیری می‌کند، هنگام اندازه‌گیری با کولیس، جسم را میان گیره ثابت و گیره متحرک قرار می‌دهیم. خط‌کش تا میلی‌متر را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری کسر میلی‌متر باید ببینیم چندمین خط ورنیه بر درجات خط‌کش منطبق شده است. سپس دو عدد را با هم جمع می‌کنیم.



شکل ۱-۲

مثال:

طول قطعه‌ای را با یک کولیس اندازه گرفته‌ایم (شکل روبه‌رو). طول قطعه چند میلی‌متر است؟



پاسخ: همان‌طور که مشاهده می‌کنید، صفر ورنیه پس از عدد ۲۳ بر روی خط‌کش قرار دارد. پس خط‌کش عدد ۲۲ میلی‌متر را نشان می‌دهد. نشان عدد ۶ ورنیه بر یکی از نشان‌های خط‌کش منطبق شده است. پس ورنیه نیز عدد 0.6 میلی‌متر را نشان می‌دهد. در مجموع طول قطعه 23.6 میلی‌متر است.

اندازه‌گیری زمان

زمان از دو دیدگاه قابل بررسی است. هر یکایی که برای زمان انتخاب می‌شود باید به دو پرسش پاسخ‌گو باشد. ۱. پدیده موردنظر چه زمانی رخ داده است. ۲. پدیده موردنظر چه مدت زمانی طول کشیده است.

⚡ به پاسخ پرسش دوم یعنی مدت زمان یک رویداد، **بازه زمانی** گفته می‌شود

تبدیل یکاها: یکاها نیز مانند اعداد معمولی ضرب و تقسیم می‌شوند. مطلبی که گفته شده این امکان را به ما می‌دهد تا به سادگی به روشی موسوم به روش زنجیره‌ای، یکاها را به یکدیگر تبدیل کنیم. به‌عنوان مثال وقتی می‌گوییم، $1\text{m} = 100\text{cm}$ به این معنی نیست که ۱ برابر است با ۱۰۰! بدین معنی است که ۱ متر همان مقداری از طول است که ۱۰۰ سانتی‌متر است. پس نسبت $\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = \frac{100\text{cm}}{1\text{m}}$. این نسبت که مقدار آن برابر است با یک، **ضریب تبدیل** برای تبدیل یکای سانتی‌متر به متر و برعکس است. در تبدیل یکا به روش زنجیره‌ای باید از ضریب تبدیلی استفاده کنیم که یکایی را که می‌خواهیم به‌وجود بیاوریم در صورت و یکایی که می‌خواهیم از بین ببریم در مخرج آن قرار داشته باشد. به‌عنوان مثال می‌خواهیم ۵۰ سانتی‌متر را به متر تبدیل کنیم. عدد ۵۰ را در ضریب تبدیل یکا ضرب می‌کنیم:

$$50\text{ cm} \times \frac{1\text{m}}{100\text{cm}}$$

ضریب تبدیلی انتخاب کردیم که سانتی‌متر در مخرج و متر در صورت قرار داشته باشد. سانتی‌متر از صورت و مخرج کسر ساده می‌شود و می‌ماند:

$$50 \times \frac{1\text{m}}{100} = 0.5\text{ m}$$

مثال:

اگر هر کیلوگرم (۳۲/۳ oz اونس) باشد، ۲۴/۵ اونس چند گرم است؟

پاسخ:

$$24.5\text{ oz} \times \frac{1\text{kg}}{32.3\text{ oz}} \times \frac{10^3\text{g}}{1\text{kg}} \cong 759\text{g}$$

مثال:

گفته می‌شود با هر اونس طلا می‌توانیم ۵۵ کیلومتر سیم بسازیم، زیرا چکش خواری آن بالا است. ۲۰ سانتی‌متر از این سیم چند میلی‌گرم جرم دارد؟

پاسخ: جرم واحد طول عبارت است از جرم هر متر از یک جسم. ابتدا جرم واحد طول سیم

$$\text{جرم واحد طول} = \frac{1\text{oz}}{5.5 \times 10^4\text{m}} = \frac{10^{-4}\text{oz}}{5.5\text{m}}$$

را حساب می‌کنیم:

حالا این عدد را در ۲۰ سانتی‌متر ضرب می‌کنیم:

$$\left(\frac{10^{-4}\text{oz}}{5.5\text{m}}\right) \times (20 \times 10^{-1}\text{m}) = \frac{20 \times 10^{-5}}{5.5}\text{oz} \times \frac{1\text{kg}}{3.23 \times 10^1\text{oz}} \times \frac{10^3\text{g}}{1\text{kg}} \times \frac{1\text{mg}}{10^{-3}\text{g}} \cong 1.1 \times 10^{-1}\text{mg}$$

نمادگذاری علمی

عددهای بسیار بزرگ یا بسیار کوچک را می توان به کمک توان های ده به صورت بسیار ساده نوشت. وقتی یک عدد را به صورت نماد علمی می نویسیم در واقع آن را به صورت $M \times 10^n$ می نویسیم که در آن M یک عدد حقیقی است ($1 \leq M < 10$) و n یک عدد صحیح است؟

مثال:

$$25000 = 2/5 \times 10^4 \Rightarrow 25000 = 2/5 \times 10^3$$

$$0/000045 = 4/5 \times 10^{-5} \Rightarrow 0/00004/5 = 4/5 \times 10^{-5}$$

همان طور که مشاهده گردید:

وقتی n مثبت است نشان دهنده تعداد ارقامی است که ممیز به سمت چپ رفته است (به عبارت دیگر عددی بزرگ تر از 10 به صورت نماد علمی نوشته شده است).

وقتی n منفی است نشان دهنده تعداد ارقامی است که ممیز به سمت راست رفته است (به عبارت دیگر عددی کوچک تر از 1 به صورت نماد علمی نوشته شده است).

پیشوندهای SI

هر پیشوند یک ضریب است. این پیشوندها عبارتند از:

ضریب	پیشوند	نماد
10^{-1}	دسی	d
10^{-2}	سانتی	c
10^{-3}	میلی	m
10^{-6}	میکرو	μ
10^{-9}	نانو	n
10^{-12}	پیکو	p
10^{-15}	فمتو	f
10^{-18}	آتو	a
10^{-21}	زپتو	z
10^{-24}	یوکتو	y
10^{24}	یوتا	Y
10^{21}	زتا	Z
10^{18}	اگزا	E
10^{15}	پتا	P
10^{12}	ترا	T
10^9	گیگا	G
10^6	مگا	M
10^3	کیلو	k
10^2	هکتو	h
10^0	دکا	da

اندازه هر کمیت فیزیکی که به صورت نماد علمی نوشته می شود باید دارای سه بخش باشد. ۱. عدد، ۲. توان صحیحی از ده و ۳. یکا. (به مثال زیر توجه کنید)

$$\boxed{\text{یکا}} \times \boxed{\text{توان ده}} \times \boxed{\text{عدد}}$$

$$1/34 \times 10^4 \text{ kg}$$

مثال:

۱۰۰ کیلوگرم چند میلی گرم است؟

$$100 \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 10^5 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mg}}{10^{-3} \text{ g}} = 10^8 \text{ mg}$$

مثال:

۱۰۰ سانتی متر مربع چند متر مربع است؟

$$100 \text{ cm}^2 \times \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}\right)^2 = 100 \text{ cm}^2 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^2}{\text{cm}^2} = 10^{-2} \text{ m}^2$$

مثال:

۲ g/cm^۳ چند kg/L است؟

پاسخ: می دانیم هر متر مکعب ۱۰۰۰ لیتر است.

$$\begin{aligned} 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} &= \frac{2}{1000} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}}\right)^3 = \frac{2}{1000} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \times 10^6 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^3} \\ &= 2 \times 10^2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 2 \text{ kg/L} \end{aligned}$$

نکته: برای تبدیل یکا در SI می توانیم از رابطه ۱-۱ استفاده کنیم.

مرتبه یکا (ضرب پیشوند قدیم) × عدد ضرب پیشوند جدید

(۱-۱)

مثال:

می خواهیم مثال ۷ را که پیش تر به روش زنجیره ای انجام شد، با رابطه ۱-۱ دوباره انجام

دهیم:

$$100 \text{ cm}^2 = \dots\dots\dots \text{m}^2$$

پاسخ:

$$100 \times \left(\frac{10^{-2}}{1}\right)^2 = 100 \times 10^{-4} = 10^{-2} \text{ m}^2$$

مرتبه یکا (ضرب پیشوند قدیم) × عدد ضرب پیشوند جدید

سازگاری یکاها

در یک رابطه فیزیکی (فرمول) باید یکاها در دو طرف تساوی یکسان باشند در غیر این صورت آن رابطه صحیح نیست.

مثلاً:

می‌خواهیم رابطه $d = vt$ ، (جابه‌جایی \times تندی = مسافت) را از نظر ابعادی تحلیل کنیم و ببینیم آیا یکاها در دو طرف تساوی با یکدیگر سازگار هستند یا خیر.

پاسخ: می‌دانیم یکای مسافت، m متر و یکای تندی $\frac{m}{s}$ (متر بر ثانیه) و یکای زمان s (ثانیه) می‌باشد.

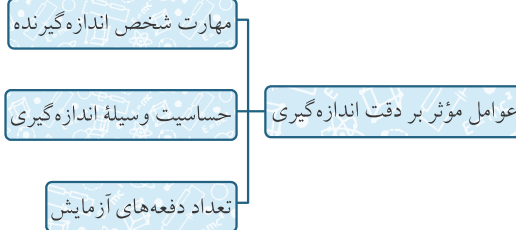
$$m = \frac{m}{s} \times s$$

با ساده کردن ثانیه از صورت و مخرج مشاهده می‌شود که رابطه فوق از نظر ابعادی سازگار است.

توجه داشته باشید، تنها سازگاری یکاها دلیل بر درستی یک رابطه نیست.

دقت اندازه‌گیری و فضای اندازه‌گیری:

هیچ‌گاه نمی‌توانیم اندازه واقعی یک کمیت را با اندازه‌گیری به‌دست آوریم و همواره مقداری خطا وجود دارد. با انتخاب وسیله اندازه‌گیری مناسب و روش درست اندازه‌گیری می‌توانیم عدد دقیق‌تری به‌دست آوریم.



هرچه کمترین میزان سنجش یک وسیله اندازه‌گیری کوچک‌تر باشد و همچنین زودتر به کمیت

مورد اندازه‌گیری واکنش نشان دهد (در ابزارهایی مانند دماسنج) می‌گوییم وسیله دقیق‌تر است.

وقتی اندازه‌گیری را چندین بار تکرار می‌کنیم و نتایج اندازه‌گیری متفاوت است باید میانگین اعداد را

مدنظر قرار دهیم. البته اگر یکی از اعداد با بقیه بسیار متفاوت باشد از آن عدد در میانگین استفاده نمی‌کنیم.

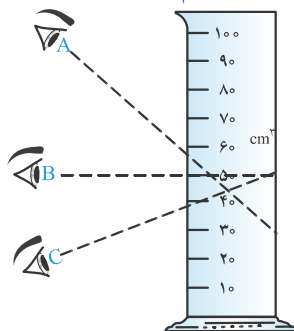
مثلاً:

نتایج حاصل از یک اندازه‌گیری طول عبارتند از $\frac{2}{8}$ سانتی‌متر و $\frac{2}{2}$ سانتی‌متر و $\frac{2}{5}$ سانتی‌متر و $\frac{3}{2}$ سانتی‌متر. طول جسم را چند سانتی‌متر در نظر می‌گیریم؟

پاسخ: عدد $\frac{3}{2}$ با بقیه اختلاف زیادی دارد، پس آن را حذف کرده و میانگین بقیه اعداد را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\frac{2}{8} + \frac{2}{2} + \frac{2}{5}}{3} = \frac{2}{26} \approx \frac{2}{3}$$

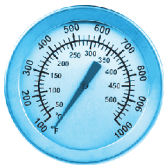
⚡ برای خواندن عدد مربوط به یک وسیله اندازه‌گیری مدرج باید به‌طور عمود (شکل ۳-۱، حالت B) به وضعیت کمیت مورد اندازه‌گیری نگاه کنیم.



شکل ۳-۱

⚡ در وسایلی که مدرج شده‌اند (مانند شکل ۴-۱)، خطای اندازه‌گیری نصف کوچک‌ترین مقدار قابل اندازه‌گیری با آن وسیله است.

⚡ در وسایل رقمی (مانند شکل ۵-۱)، خطای اندازه‌گیری یک واحد از کمترین مقدار قابل اندازه‌گیری است. به‌عنوان مثال در یک دماسنج دیجیتال که تا ۰/۱ درجه فارنهایت را نشان می‌دهد (شکل ۵-۱)، خطای اندازه‌گیری ۰/۱ درجه فارنهایت است.



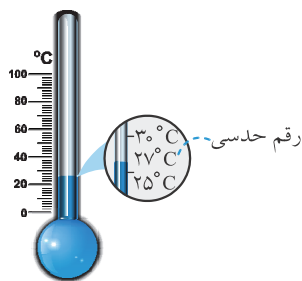
شکل ۴-۱



شکل ۵-۱

ارقام با معنی و رقم حدسی یا غیر قطعی

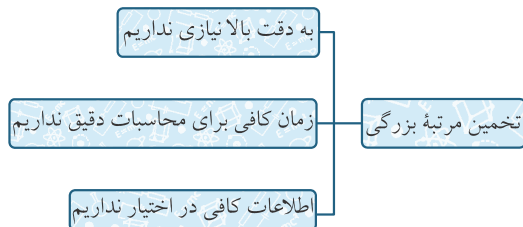
فرض کنید دماسنجی پنج درجه به پنج درجه مدرج شده است. حال وقتی دقیقاً عمود بر دماسنج به آن نگاه می‌کنید با تصویر ۱-۶ مواجه می‌شوید که الکل درون لوله اندکی بالاتر از ۲۵ درجه است و شما حدس می‌زنید که دما ۲۷ درجه است، در این صورت می‌گوییم عدد ۷ رقم حدسی یا غیر قطعی است. عدد حاصل از اندازه‌گیری باید به‌صورت $27^{\circ}\text{C} \pm 2/5^{\circ}\text{C}$ نوشته شود درحالی که مرتبه کمینه خطا نمی‌تواند کوچک‌تر از مرتبه رقم حدسی باشد، پس $2/5$ را به ۳ گرد می‌کنیم و می‌نویسیم: $27^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.



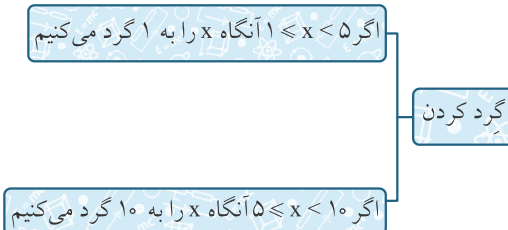
شکل ۶-۱

⚡ به رقم‌هایی که پس از اندازه‌گیری گزارش می‌کنیم، ارقام با معنی گفته می‌شود. در مثال دماسنج، تعداد رقم‌های با معنی دو است. به آخرین رقم سمت راست، رقم حدسی یا غیرقطعی گفته می‌شود.

تخمین مرتبه بزرگی: گاهی اوقات اعداد را به صورت غیردقیق محاسبه می کنیم که به این کار تخمین زدن گفته می شود. در موارد زیر تخمین می زنیم:



در تخمین مرتبه بزرگی عدد حاصل به صورت توانی از ده بیان می شود. برای تخمین مرتبه بزرگی باید اعداد را گرد کنیم. گرد کردن را به طریقه زیر انجام می دهیم:

**مثلاً:**

مرتبه بزرگی عددهای ۲۳۵۰۰۰ و ۵۶۰۰ و ۰۰۴۳۵ را تعیین کنید.

پاسخ:

$$۲۳۵۰۰۰ = ۲,۳۵ \times ۱۰^۵ \sim ۱۰^۵$$

$$۵۶۰۰ = ۵,۶ \times ۱۰^۳ \sim ۱۰^۴$$

$$۰,۰۴۳۵ = ۴,۳۵ \times ۱۰^{-۲} \sim ۱۰^{-۲}$$

مثلاً:

قلب یک ورزش کار در هر ثانیه (در حالت استراحت) $۹۰ \text{ cm}^۳$ خون پمپاژ می کند. تخمین بزنید در مدت یک سال قلب او چقدر خون پمپاژ می کند؟

پاسخ:

$$۹۰ \frac{\text{cm}^۳}{\text{s}} \times \frac{۸۶۴۰۰ \text{ s}}{۱ \text{ day}} \times \frac{۳۶۵ \text{ day}}{۱ \text{ year}} \approx ۲,۸۴ \times ۱۰^۹ \frac{\text{cm}^۳}{\text{year}} \sim ۱۰^۹ \frac{\text{cm}^۳}{\text{year}}$$

چگالی

عبارت است از جرم واحد حجم یک ماده.

یکای چگالی در SI کیلوگرم بر مترمکعب ($\text{kg/m}^۳$) است.

⚡ اگر دو ماده دارای حجم برابر باشند، ماده‌ای که جرم بیشتری دارد، چگالی بیشتری نیز خواهد داشت یا به عبارت دیگر چگال‌تر است.

⚡ جرم یک ماده با چگالی و حجم آن ماده متناسب است.

⚡ چگالی را با حرف یونانی ρ (رو) نشان می‌دهیم و یک کمیت نرده‌ای است. چگالی از رابطه ۲-۱ محاسبه می‌شود، که در این رابطه m جرم و V حجم ماده است.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

مثال!

چگالی آلیاژی ۸۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. ۲۰ گرم از این آلیاژ چند میلی‌متر مکعب حجم دارد؟

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8000 = \frac{20 \times 10^{-3}}{V} \Rightarrow V = \frac{2 \times 10^{-2}}{8 \times 10^3} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ mm}^3}{10^{-9} \text{ m}^3} = 2,5 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

مثال!

یک قطعه فلز به جرم ۹۰ گرم را درون آب در داخل استوانه‌ای می‌اندازیم قطعه فلز کاملاً در آب فرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازه ۱/۲ cm بالا می‌آید اگر سطح مقطع داخلی استوانه ۱۰ cm^۲ باشد چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟
پاسخ: ابتدا حجم آب جابه‌جا شده را به دست می‌آوریم:

$$V = Ah = 10 \times 1/2 = 5 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{90}{5} = 18 \text{ g/cm}^3$$

چگالی جسم دارای حفره: اگر درون جسمی حفره‌ای باشد که نتوانیم آن را ببینیم، می‌توانیم با محاسبه چگالی، بی به وجود حفره ببریم. به این ترتیب که چگالی تمام اجسام جامد از چگالی هوا بیشتر است. پس:

⚡ چگالی ظاهری جسمی که دارای حفره است از چگالی جسمی از همان جنس و با همان اندازه که حفره ندارد کمتر است.

⚡ برای محاسبه حجم حفره درون جسم، ابتدا (به کمک جرم جسم و چگالی ماده‌ای که جسم از آن ساخته شده است و به کمک رابطه چگالی) حجم ماده تشکیل دهنده جسم را به دست آورده و از حجم جسم کم کنیم تا حجم حفره درون آن محاسبه شود.

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{جسم}} - \frac{m}{\rho} \quad (3-1)$$

مثلاً!

چگالی آهن 7800 kg/m^3 است. مکعبی به ضلع 10 سانتی‌متر از آهن در اختیار داریم که درون آن حفره‌ای وجود دارد. اگر جرم مکعب 702 kg باشد، حجم حفره چند سانتی‌متر مکعب است؟

پاسخ:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{جسم}} - \frac{m}{\rho} = (10^{-1})^3 - \frac{702}{7800} = 10^{-3} - 9 \times 10^{-4} = 10^{-3}(1 - 9 \times 10^{-1}) = 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$10^{-4} \text{ m}^3 \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}}\right)^3 = 100 \text{ cm}^3$$

چگالی مخلوط

برای محاسبه چگالی یک مخلوط یا آلیاژ:

در صورتی که جرم و حجم تمام مواد به‌کار رفته در آن را داشته باشیم، از رابطه ۴-۱ استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} \quad (4-1)$$

در صورتی که چگالی و حجم مواد به‌کار رفته در آلیاژ را داشته باشیم، از رابطه ۵-۱ استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} \quad (5-1)$$

مثلاً!

۳ لیتر آب به چگالی 1 کیلوگرم بر لیتر را با 2 لیتر از مایعی به چگالی $1/5$ کیلوگرم بر لیتر مخلوط می‌کنیم. با چشم‌پوشی از تغییر حجم، چگالی مخلوط را حساب کنید.

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{3 \times 1 + 2 \times 1/5}{3 + 2} = \frac{6}{5} = 1.2 \text{ kg/L}$$

پاسخ:

در صورتی که جرم و چگالی مواد به‌کار رفته در آلیاژ را داشته باشیم از رابطه ۶-۱ استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots} \quad (6-1)$$

چگالی نسبی: برای مقایسه چگالی دو ماده، می‌توانیم از رابطه ۷-۱ استفاده کنیم:

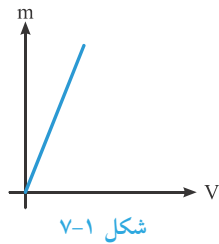
$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2} \quad (7-1)$$

مثلاً!

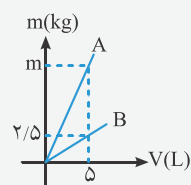
اگر حجم مایع A، ۲ برابر مایع B و جرم آن ۳ برابر مایع B باشد، چگالی مایع A چند برابر مایع B است؟

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}} = \frac{m_A V_B}{m_B V_A} = \frac{3 m_B V_B}{m_B V_B} = \frac{3}{2}$$

پاسخ:



نمودار تغییرات جرم یک جسم بر حسب تغییرات حجم آن (شکل ۷-۱) به صورت خط راستی است که شیب آن چگالی ماده سازنده آن جسم است.



مثال: چگالی نسبی دو جسم A و B عبارت است از:

$\frac{\rho_A}{\rho_B} = 3$. با توجه به نمودار داده شده، مقدار

m چند کیلوگرم است؟

پاسخ:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = 3 \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A} = 3 \Rightarrow \frac{m}{\frac{5}{3}} \times \frac{5}{5} = 3 \Rightarrow m = 7.5 \text{ kg}$$

نکته: اگر برای تولید یک آلیاژ از حجم مساوی از دو ماده استفاده کنیم، چگالی آلیاژ برابر میانگین چگالی دو ماده خواهد شد:

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

(۸-۱)