

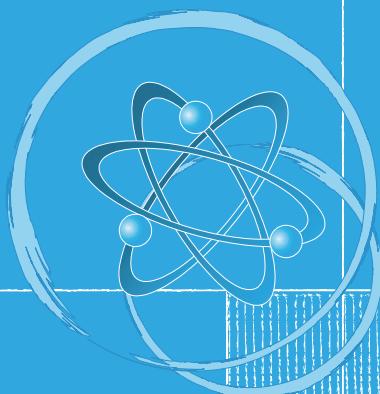


جمع‌بندی فیزیک دهم و یازدهم محکم

(رشته علوم تجربی)

محمد گلزاری
ابراهیم دانشمند مهرپانی
پریسا حاجی سیدجوادی
مشیرسادات 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 محک باشد به راهت آن کمک باشد
و گرنه س—گه جعلی تو پنداری که زر دارد





مقدمه

به نام **ندلوزد جان و نمرد**
کریم پدر اندیشه بر زنگرد

دانش آموزان 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 این گونه دانش آموزان کمک بزرگی است. دانش آموزان 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 کردیم. 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 دانش آموزان عزیز می‌توانند در فرصت تابستان، مطلب 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 مهریانی، پریسا حاجی سیدجوادی، منیر سادات موسوی و از دیگر محترم مجموعه تشکر کنیم.
همچنین از خانم‌ها محبوبه شریفی (حروف‌چین و صفحه‌آرا)، سارا طفی مقدم (رسم شکل)، بهاره خدامی (گرافیست) و زهرا گودرز (طراح جلد) سپاسگزاریم.

انتشارات مبتکران

فهرست



فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری ۷

- آزمون چهارگزینه‌ای ۲۱
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۲۷

فصل ۵: الکتریستیه ساکن ۱۲۷

- آزمون چهارگزینه‌ای ۱۴۴
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۱۵۱

فصل ۲: کار و انرژی جنبشی ۳۳

- آزمون چهارگزینه‌ای ۴۴
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۵۱

فصل ۶: جریان الکتریکی ۱۶۱

- آزمون چهارگزینه‌ای ۱۷۵
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۱۸۲

فصل ۳: ویژگی‌های ماده و فشار ۵۹

- آزمون چهارگزینه‌ای ۷۱
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۷۹

فصل ۷: مغناطیس و القای الکترومغناطیس ۱۹۱

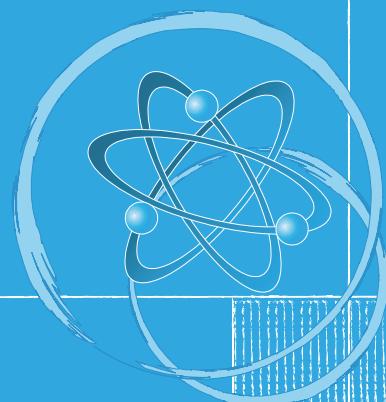
- آزمون چهارگزینه‌ای ۲۰۶
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۲۱۹

فصل ۴: دما و گرمای ۸۵

- آزمون چهارگزینه‌ای ۱۰۷
پاسخ آزمون چهارگزینه‌ای ۱۱۷

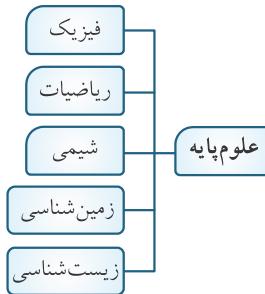
فصل اول:

فیزیک و اندازه‌گیری



فیزیک میست؟

فیزیک یکی از علوم پایه است که در آن به بررسی پدیدهای 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 گسترهٔ 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 نظریهٔ 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 نظریهٔ خوب و موفق **باید بتواند موارد جدید 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 مجددًا 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 مختصراً 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 مجذا 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.

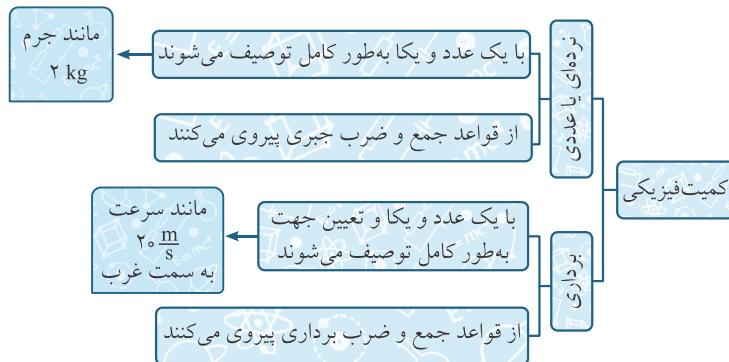
اندازه‌گیری

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 درنظر گرفته شود و ۲. برای اندازه‌گیری آن روشی بیان شود.

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



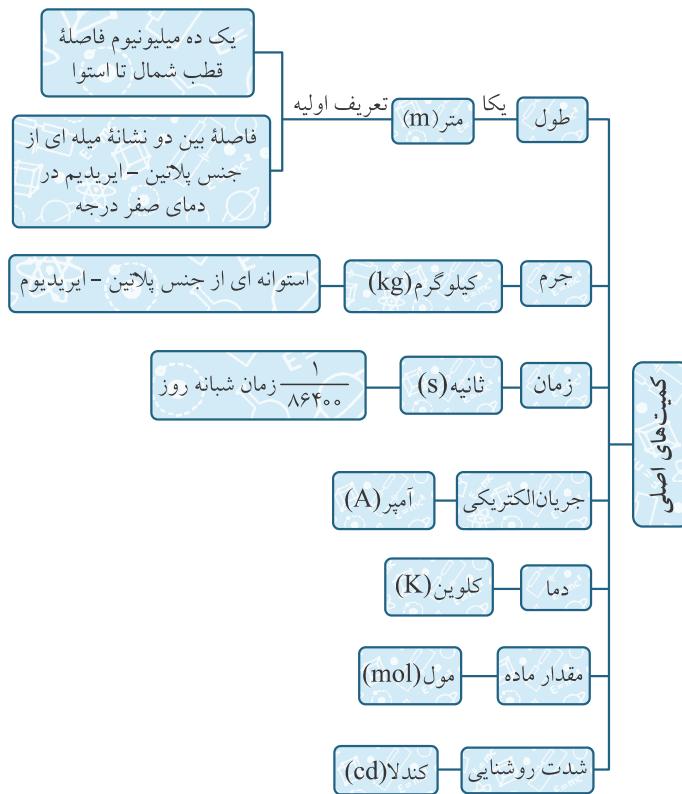
برای نشان دادن یک کمیت برداری از یک حرف انگلیسی که بر روی آن یک علامت بردار کوچک گذاشته شده است استفاده می‌کنیم. مانند \vec{F} . اگر علامت بردار را از روی آن برداریم (مثلاً بنویسیم F) در واقع جهت آن را حذف کرده‌ایم و تنها بزرگی آن مدنظر ما است.

دستگاه بین‌المللی یکاهای (SI)

دستگاه بین‌المللی یکاهای (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:

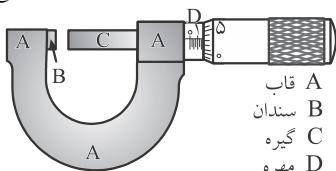


(۱) کمیت‌های فرعی به کمیت‌های گفته می‌شود که بر حسب کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند.

(۲) به یکای کمیت‌های فرعی یکای فرعی گفته می‌شود.

(۳) یکای اندازه‌گیری باید دارای دو ویژگی تغییرناپذیری و قابلیت باز تولید (دسترس‌پذیری) باشد.

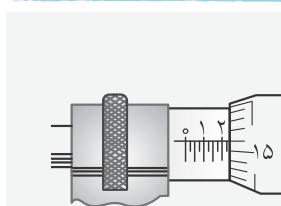
برخی ابزارهای اندازه‌گیری طول: برای اندازه‌گیری طول‌های بسیار کوچک از ابزارهایی مانند ریزسنج (میکرومتر) و کولیس ورنیه استفاده می‌شود.



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 بر حسب میلی‌متر هستند. دور لبه کلاهک پیچ به پنجه درجه تقسیم شده است و پای پیچ نیز نیم میلی‌متر است.

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

**مثال:**

در شکل رو به رو، ریزسنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

پاسخ: با توجه به توضیحاتی که داده شد، اعداد

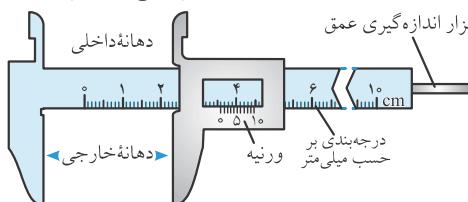
روی مهره برحسب میلی‌متر هستند. پس هر نشانه

بر روی مهره $\frac{1}{25}$ میلی‌متر است. پس عددی که

مهره نشان می‌دهد تقریباً $2\frac{1}{25}$ میلی‌متر است. پیچ نیز عدد ۱۶ را نشان می‌دهد که برابر

است با $1\frac{1}{16}$ میلی‌متر. پس این ریزسنج عدد $2\frac{1}{41}$ میلی‌متر را نشان می‌دهد.

طرز کار کولیس: کولیس از ترکیب یک خطکش مدرج فولادی و یک ورنیه متحرک ساخته شده است (شکل ۲-۱). خط کش فولادی برحسب میلی‌متر مدرج شده است. روی ورنیه درجه‌بندی کوچکی وجود دارد که تقسیم میلی‌متر را نشان می‌دهد، به عنوان مثال اگر درجه‌بندی تا ۱۰ باشد، یعنی ورنیه تا $1\frac{1}{10}$ میلی‌متر را اندازه‌گیری می‌کند و اگر تا ۲۰ باشد، یعنی ورنیه تا یک بیستم میلی‌متر را اندازه‌گیری می‌کند، است. 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 بینیم چندمین خط ورنیه بر درجات خطکش منطبق شده است. سپس دو عدد را با هم جمع می‌کیم.



شکل ۲-۱

مثال:

طول قطعه‌ای را با یک کولیس اندازه‌گرفته‌ایم (شکل رو به رو). طول قطعه چند میلی‌متر است؟

پاسخ: همان‌طور که مشاهده می‌کنید، صفر ورنیه

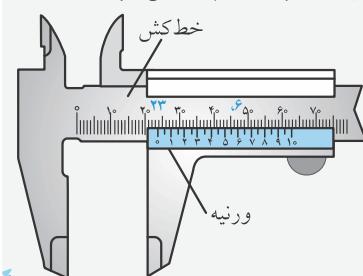
پس از عدد ۲۳ بر روی خطکش قرار دارد. پس

خطکش عدد ۲۲ میلی‌متر را نشان می‌دهد. نشان

عدد ۶ ورنیه بر یکی از نشانهای خطکش منطبق

شده است. پس ورنیه نیز عدد $6\frac{1}{6}$ میلی‌متر را

نشان می‌دهد. در مجموع طول قطعه $23\frac{1}{6}$ میلی‌متر است.



اندازهگیری زمان

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

(۴) به پاسخ پرسش دوم یعنی مدت زمان یک رویداد، **بازه زمانی** گفته می شود

تبدیل یکاها: یکاها نیز مانند اعداد معمولی ضرب و تقسیم می شوند. مطلبی که گفته شده این امکان را به ما دهد تا به سادگی به روشی موسوم به روش زنجیره‌ای، یکاها را به یکدیگر تبدیل کنیم. به عنوان مثال وقتی می گوییم $1m = 100\text{ cm}$ به این معنی نیست که ۱ برابر است با 100 بدین معنی است که ۱ متر همان مقداری از طول است که 100 سانتی متر است. پس نسبت $\frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} = \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}}$. این نسبت که مقدار آن برابر است با یک، **ضریب تبدیل** برای تبدیل یکای سانتی متر به متر و برعکس است. در تبدیل یکا به روش زنجیره‌ای باید از ضریب تبدیلی استفاده کنیم که یکایی را که می خواهیم به وجود بیاوریم در صورت و یکایی که می خواهیم از بین ببریم در مخرج آن قرار داشته باشد. به عنوان مثال می خواهیم 50 سانتی متر را به متر تبدیل کنیم. عدد 50 را در ضریب تبدیل یکا ضرب می کنیم:

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

ضریب تبدیلی انتخاب کردیم که سانتی متر در مخرج و متر در صورت قرار داشته باشد. سانتی متر از صورت و مخرج کسر ساده می شود و می ماند:

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

مثال:

اگر هر کیلوگرم ($32/5$ اونس) باشد، $24/5$ اونس چند گرم است؟

پاسخ:

$$24/5\text{ oz} \times \frac{1\text{ kg}}{32/3\text{ oz}} \times \frac{10^3\text{ g}}{1\text{ kg}} \approx 75/4\text{ g}$$

مثال:

گفته می شود با هر اونس طلا می توانیم 55 کیلومتر سیم بسازیم، زیرا چکش خواری آن بالا است. 20 سانتی متر از این سیم چند میلی گرم جرم دارد؟

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

$$\text{را حساب می کنیم: } \frac{1\text{ oz}}{5/5 \times 10^4\text{ m}} = \frac{10^{-4}\text{ oz}}{5/5 \text{ m}}$$

حالا این عدد را در 20 سانتی متر ضرب می کنیم:

$$\left(\frac{10^{-4}\text{ oz}}{5/5 \text{ m}} \right) \times (20 \times 10^{-1}\text{ m}) = \frac{2/0 \times 10^{-5}}{5/5} \text{ oz} \times \frac{1\text{ kg}}{2/23 \times 10^1\text{ oz}} \times \frac{10^3\text{ g}}{1\text{ kg}} \times \frac{1\text{ mg}}{10^{-3}\text{ g}} \approx 1/1 \times 10^{-1}\text{ mg}$$

نمادگذاری علمی

عدادهای بسیار بزرگ یا بسیار کوچک را می‌توان به کمک توانهای ده به صورت بسیار ساده نوشت. وقتی یک عدد را به صورت نماد علمی می‌نویسیم درواقع آن را به صورت $M \times 10^n$ می‌نویسیم که در آن M یک عدد حقیقی است ($1 < M \leq 10$) و n یک عدد صحیح است؟

مثال:

$$2500 = 2.5 \times 10^3 \Rightarrow 2500 = 2.5 \times 10^3$$

$$0.000045 = 4.5 \times 10^{-5} \Rightarrow 0.000045 = 4.5 \times 10^{-5}$$

همان‌طور که مشاهده گردید:

وقتی n مثبت است نشان دهنده تعداد ارقامی است که ممیز به سمت چپ رفته است (به عبارت دیگر عددی بزرگ‌تر 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 کوچک‌تر از 1 به صورت نماد علمی نوشته شده است).

پیشوندهای SI

هر پیشوند یک ضریب است. این پیشوندها عبارتند از:

نماد	پیشوند	ضریب
Y	یوتا	10^{24}
Z	زتا	10^{21}
E	اگزا	10^{18}
P	پتا	10^{15}
T	ترا	10^{12}
G	گیگا	10^9
M	مگا	10^6
k	کیلو	10^3
h	هکتو	10^2
da	دکا	10

نماد	پیشوند	ضریب
d	دسی	10^{-1}
c	سانتی	10^{-2}
m	میلی	10^{-3}
μ	میکرو	10^{-6}
n	نانو	10^{-9}
p	پیکو	10^{-12}
f	فمتو	10^{-15}
a	آتو	10^{-18}
z	زیتو	10^{-21}
y	یوکتو	10^{-24}

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

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

$$1.34 \times 10^4 \text{ kg}$$

مثال:

۱۰۰ کیلوگرم چند میلیگرم 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 سانتیمتر مربع چند متر مربع است؟

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

مثال:

۲ g/cm³ چند kg/L است؟

پاسخ: می‌دانیم هر متر مکعب ۱۰۰۰ لیتر است.

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

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

$$\text{مرتبه یکا} = \frac{\text{ضرب پیشوند قدیم}}{\text{ضرب پیشوند جدید}} \times \text{عدد} \quad (1-1)$$

مثال:

می‌خواهیم مثال ۷ را که پیشتر به روش زنجیره‌ای انجام شد، با رابطه ۱-۱ دوباره انجام

دهیم:

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

پاسخ:

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

سازگاری یکاها

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

مثال:

می‌خواهیم رابطه $d = vt$ ، (جایه‌جایی \times تندی = مسافت) را از نظر ابعادی تحلیل کنیم و بینیم 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.

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

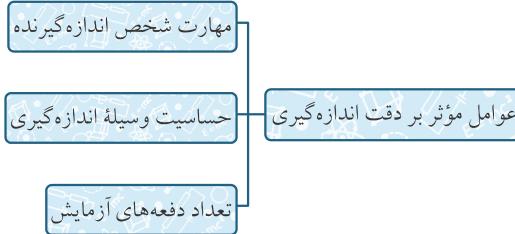
با ساده کردن ثانیه از صورت و مخرج مشاهده می‌شود که رابطه فوق از نظر ابعادی سازگار است.

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

دقت اندازه‌گیری و فطای اندازه‌گیری:

هیچ‌گاه نمی‌توانیم اندازه واقعی یک کمیت را با اندازه‌گیری بدست آوریم و همواره مقداری خطأ وجود دارد.

با انتخاب وسیله اندازه‌گیری مناسب و روش درست اندازه‌گیری می‌توانیم عدد دقیق‌تری بدست 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.

مثال:

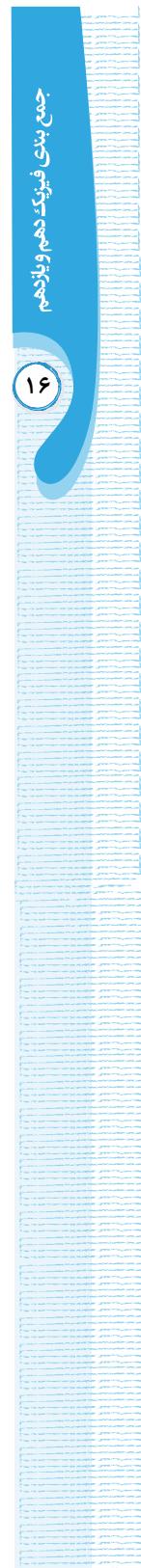
نتایج حاصل از یک اندازه‌گیری طول عبارتند از $2/1$ سانتی‌متر و $2/2$ سانتی‌متر و $2/5$

سانتی‌متر و $3/2$ سانتی‌متر. طول جسم را چند سانتی‌متر درنظر می‌گیریم؟

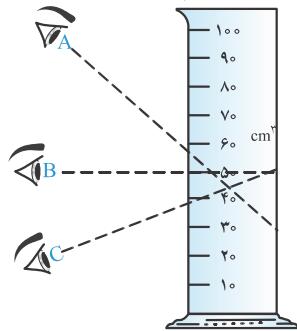
پاسخ: عدد $3/2$ با بقیه اختلاف زیادی دارد، پس آن را حذف کرده و میانگین بقیه اعداد را

حساب می‌کنیم:

$$\frac{2/1 + 2/2 + 2/5}{3} = 2/26 \approx 2/3$$



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



شکل ۳-۱

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



شکل ۴-۱

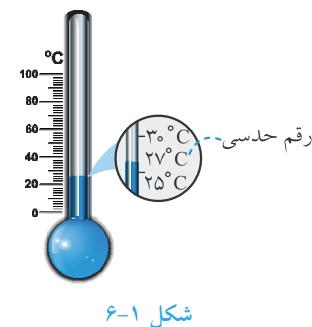


شکل ۵-۱

(۵) در وسایل رقemi (مانند شکل ۵-۱)، خطای اندازه‌گیری یک واحد از کمترین مقدار قابل اندازه‌گیری است. به عنوان مثال در یک دما‌سنج دیجیتال که تا 0.1°C فارنهایت را نشان می‌دهد (شکل ۵-۱)، خطای اندازه‌گیری 0.1°C فارنهایت است.

ارقام با معنی و رقم حدسی یا غیر قطعی

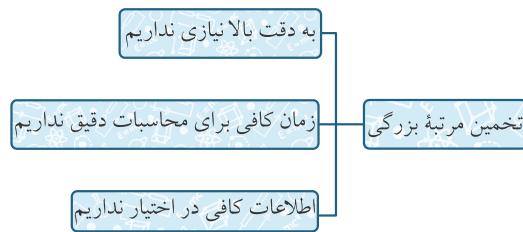
فرض کنید دما‌سنجی پنج درجه به پنج درجه مدرج شده است. حال وقتی دقیقاً عمود بر دما‌سنج به آن نگاه می‌کنید با تصویر ۶-۱ مواجه می‌شوید که الكل درون لوله اندازی بالاتر از 25°C درجه است و شما حدس می‌زنید 7°C درجه است، در این صورت می‌گوییم عدد ۷ رقم حدسی یا غیر قطعی است. عدد حاصل از اندازه‌گیری باید به صورت $27^\circ\text{C} \pm 2/5^\circ\text{C}$ نوشته شود درحالی که مرتبه کمینه خط انمی تواند کوچک‌تر از مرتبه رقم حدسی باشد، پس $2/5$ را به 3 گرد می‌کنیم و می‌نویسیم: $27^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$.



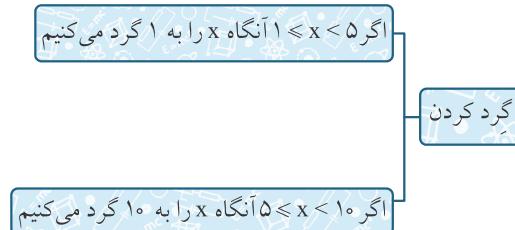
شکل ۶-۱

(۶) 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 غیر قطعی گفته می‌شود.

تخمین مرتبه بزرگی: گاهی اوقات اعداد را به صورت غیردقیق محاسبه می‌کنیم که به این کار تخمین زدن گفته می‌شود. در موارد زیر تخمین می‌زنیم:



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



مثال:

مرتبه بزرگی عدههای ۲۳۵۰۰۰ و ۵۶۰۰ و ۰/۰۴۳۵ را تعیین کنید.

پاسخ:

$$235000 = 235 \times 10^5 \sim 10^5$$

$$5600 = 56 \times 10^3 \sim 10^4$$

$$0/0435 = 4/35 \times 10^{-2} \sim 10^{-2}$$

مثال:

قلب یک ورزش کار در هر ثانیه (در حالت استراحت) 90cm^3 خون پمپاًز می‌کند.

تخمین بزند در مدت یک سال قلب او چقدر خون پمپاًز می‌کند؟

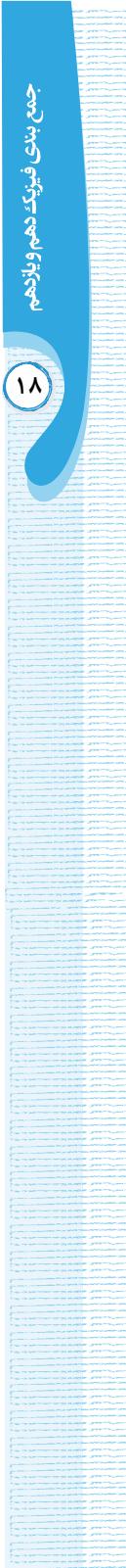
پاسخ:

$$\frac{90\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{86400\text{s}}{1\text{day}} \times \frac{365\text{day}}{1\text{year}} \approx 2,84 \times 10^9 \frac{\text{cm}^3}{\text{year}} \sim 10^9 \frac{\text{cm}^3}{\text{year}}$$

چگالی

عبارت است از جرم واحد حجم یک ماده.

یکای چگالی در SI کیلوگرم بر مترمکعب (kg/m^3) 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 8000 کیلوگرم بر متر مکعب است. 20 گرم از این آلیاژ چند میلی‌متر مکعب حجم دارد؟ (سراسری)

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 8000 = \frac{20 \times 10^{-3}}{V} \Rightarrow V = \frac{2 \times 10^{-2}}{8 \times 10^3} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ mm}^3}{10^{-9} \text{ m}^3} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$$

مثال!

یک قطعه فلز به جرم 90 گرم را درون آب در داخل استوانه‌ای می‌اندازیم قطعه فلز کاملاً در آب فرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازه $1/2 \text{ cm}$ بالا می‌آید اگر

سطح مقطع داخلی استوانه 10 cm^2 باشد چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

پاسخ: ابتدا حجم آب جابه‌جا شده را به دست می‌آوریم:

$$V = Ah = 10 \times 1/2 = 12 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{90}{12} = 7.5 \text{ g/cm}^3$$

چگالی جسم دارای حفره: اگر درون جسمی حفره‌ای باشد که نتوانیم آن را ببینیم، می‌توانیم با محاسبه چگالی، پی 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 تشکل دهنده جسم را به دست آورده و از حجم جسم کم کنیم تا حجم حفره درون آن محاسبه شود.

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

مثال:

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 72 kg باشد، حجم حفره چند سانتی‌متر مکعب است؟

پاسخ:

$$\begin{aligned} \text{حفره} &= V_{\text{جسم}} - \frac{m}{\rho} = (10^{-1})^3 - \frac{72}{7800} = 10^{-3} - 9 \times 10^{-4} = 10^{-3} (1 - 9 \times 10^{-1}) = 10^{-4} \text{ m}^3 \\ 10^{-4} \text{ m}^3 \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10^{-2} \text{ m}}\right)^3 &= 100 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

چگالی مخلوط

برای محاسبه چگالی یک مخلوط یا آلیاژ:

(۴) در صورتی که جرم تمام مواد به کار رفته در آن را داشته باشیم، از رابطه ۴-۱ استفاده می‌کنیم:

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

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

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

مثال:

۳ لیتر آب به چگالی ۱ کیلوگرم بر لیتر را با ۲ لیتر از مایعی به چگالی $1/5$ کیلوگرم بر لیتر مخلوط می‌کنیم. با چشم‌پوشی از تغییر حجم، چگالی مخلوط را حساب کنید.

پاسخ:

(۶) در صورتی که جرم و چگالی مواد به کار 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:

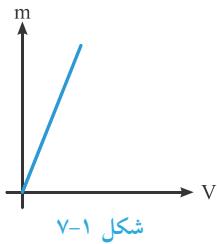
$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2} \quad (7-1)$$

مثال:

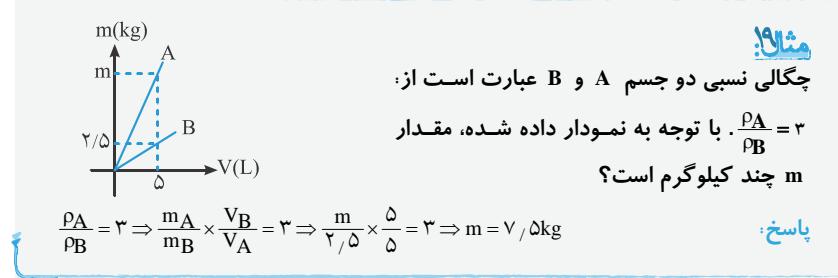
اگر حجم مایع A 2 برابر مایع B و جرم آن 3 برابر مایع B باشد، چگالی مایع A چند برابر مایع B است؟

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

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.



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

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \quad (8-1)$$