

علم فیزیک مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها و رابطه بین آنهاست؛ مانند رابطه جرم و وزن، اثر گرما بر روی تغییرات ماده و ...

کمیت: به هر چیز قابل اندازه‌گیری که مقدار آن را بتوان با یک عدد بیان کرد **کمیت** گفته می‌شود؛ مانند طول، سرعت، چگالی و ... کمیت در مقابل کیفیت است. بررسی کیفی با اندازه‌گیری و عدد همراه نیست؛ مانند مقایسه بوی دو گل یا زیبایی آنها.

یکا (واحد): مقدار معینی از یک کمیت را یکای آن کمیت می‌گویند؛ برای مثال یکای طول، متر می‌باشد.

اولین مرحله برای شناخت یک کمیت فیزیکی، بررسی نحوه اندازه‌گیری آن است.

به طور کلی برای اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی باید مراحل زیر طی شود:

① مقداری از آن کمیت را به عنوان واحد (یکا) انتخاب می‌کنیم.

② کمیتی که می‌خواهیم اندازه‌گیری کنیم را با واحد انتخاب‌شده آن کمیت مقایسه می‌کنیم.

نکته: برای اندازه‌گیری باید روش و ابزاری مناسب و یکایی استاندارد انتخاب کنیم.

انواع اندازه‌گیری

← **مستقیم:** در این نوع اندازه‌گیری می‌توان مستقیماً با کمک یک ابزار اندازه‌گیری مناسب، کمیت موردنظر را اندازه گرفت؛ برای مثال برای اندازه‌گیری طول یک اتاق می‌توان از متر نواری استفاده نمود.

← **غیرمستقیم:** با استفاده از اعداد به دست آمده از روش مستقیم، اندازه‌گیری کمیت صورت می‌پذیرد؛ به عنوان مثال، برای اندازه‌گیری چگالی، مقدار جرم و حجم را با اندازه‌گیری مستقیم به دست می‌آوریم و با تقسیم جرم به حجم، مقدار چگالی به دست می‌آید.

کمیت‌ها را از نظر یکای اندازه‌گیری به دو دسته تقسیم می‌کنند:

① کمیت‌های اصلی ② کمیت‌های فرعی

کمیت‌های اصلی: کمیت‌هایی هستند که یکاهای مستقلی دارند و برای اندازه‌گیری آنها به کمیت‌های دیگری نیاز نیست.

هفت کمیت اصلی داریم که در جدول زیر با آنها آشنا خواهید شد.

نام کمیت	نماد کمیت	نام واحد (یکا) اندازه‌گیری	نماد یکا
طول	L	متر	m
جرم	M	کیلوگرم	kg

نام کمیت	نماد کمیت	نام واحد (یکا) اندازه گیری	نماد یکا
زمان	T	ثانیه	s
دما	K یا θ	کلوین	K
شدت جریان الکتریکی	I	آمپر	A
مقدار ماده	N یا mol	مول	mol
شدت نور (روشنایی)	I_v	شمع (کاندلا)	Cd

نکته ۱: به مجموعه‌ای از یکاهای اصلی که به کمک آن‌ها همه یکاهای فرعی را می‌توان ساخت یک دستگاه اندازه‌گیری می‌گویند.

نکته ۲: دستگاه بین‌المللی واحدها (SI)، یکاهای هفت کمیت اصلی را انتخاب نموده و یکای سایر کمیت‌ها را از روی آن‌ها تعریف می‌کند.



کمیت‌های فرعی: این دسته از کمیت‌ها به کمیت‌های اصلی وابسته‌اند و با کمک روابط ریاضی از آن‌ها به دست می‌آیند؛ برای مثال کمیت سطح (فرعی) از حاصل ضرب طول در طول (اصلی) به دست می‌آید. به جز هفت کمیت اصلی ذکر شده، سایر کمیت‌ها فرعی محسوب می‌شوند.

در دستگاه SI برای بیان اندازه کمیت‌های مختلف می‌توان از پیشوندهایی استفاده نمود؛ هر کدام از این پیشوندها نمادی دارد که به قبل از نماد یکا اضافه می‌شود و نشان می‌دهد که باید اندازه آن کمیت را در چه ضریبی ضرب نمود.

پیشوندها به دو شکل پیشوندهای کوچک‌کننده و بزرگ‌کننده استفاده می‌شوند. در جدول زیر برخی از آن‌ها آورده شده است.

پیشوندهای بزرگ‌کننده		
نام پیشوند	علامت اختصاری	ضریب
دکا	da	10^1
هکتو	h	10^2
کیلو	k	10^3
مگا	M	10^6
گیگا	G	10^9
ترا	T	10^{12}

پیشوندهای کوچک‌کننده		
نام پیشوند	علامت اختصاری	ضریب
دسی	d	10^{-1} (۰/۱)
سانتی	c	10^{-2} (۰/۰۱)
میلی	m	10^{-3} (۰/۰۰۱)
میکرو	μ	10^{-6}
نانو	n	10^{-9}
پیکو	p	10^{-12}

کمیت نرده‌ای: به کمیت‌هایی که تنها با یک عدد بیان می‌شوند کمیت نرده‌ای می‌گویند؛ مانند طول، جرم، زمان و دما

کمیت برداری: هرگاه برای درک یک کمیت نیاز باشد علاوه بر عدد، به جهت آن نیز اشاره کنیم، آن کمیت برداری است؛ مانند سرعت، شتاب، نیرو و جابه‌جایی

تبدیل یگاها:

حذف پیشوند یگا: برای این کار کافی است ضریب مربوط به هر پیشوند را کنار نام یکای بدون پیشوند نوشت؛ به مثال‌های زیر توجه کنید:

$$1 \text{ سانتی‌متر} =$$

$$1 \text{ میلی‌متر} =$$

$$1 \text{ کیلومتر} =$$

$$78 \text{ mg} \Rightarrow$$

تبدیل یکای بدون پیشوند به یکای پیشوندها و یا یکای پیشوندها به یکای پیشوندها دیگر

فرض کنید سؤال به این صورت است: 5° سانتی‌متر چند کیلومتر است؟

در فیزیک، جرم یک جسم را مقدار ماده تشکیل دهنده آن جسم می‌دانند. جرم یک جسم به جرم هر ذره از آن ماده و تعداد ذرات آن بستگی دارد. جرم یک جسم در تمام دنیا ثابت است و ارتباطی به جاذبه ندارد. یکای اندازه‌گیری جرم در دستگاه SI، کیلوگرم (kg) می‌باشد.

ابزار اندازه‌گیری جرم، ترازو می‌باشد که به شکل‌های مختلفی همچون موارد زیر وجود دارد:



ترازوی دوکفه‌ای معمولی (شاهین‌دار)



ترازوی یک‌کفه‌ای سه‌محوری (در آزمایشگاه به کار می‌رود.)



ترازوی یک‌کفه‌ای عقربه‌ای یا دیجیتال



باسکول یا قیان (برای اندازه‌گیری اجسام سنگین)

از واحدهای متداول اندازه‌گیری جرم در ایران، می‌توان به واحدهایی همچون نخود، مثقال، سیر، من تبریز و خروار اشاره کرد. (برای مطالعه)

نام یکا	مثقال	نخود	سیر	چارک	من تبریز	خروار
معادل	۴/۶۴ گرم	۱۹۲ (مثقال ۱/۲۴) میلی‌گرم	۷۵ (۱۶ مثقال) گرم	۷۵ (۱۰ سیر) گرم	۳ کیلوگرم (۴۰ سیر)	۳۰۰ کیلوگرم

وزن

به مقدار نیروی گرانشی که از طرف زمین بر جرم یک جسم وارد می‌شود، وزن گفته می‌شود. وزن یک جسم در نقاط مختلف روی زمین یکسان نیست؛ برای مثال وزن جسم در قطب‌ها بیشتر از استواست. یکی از دلایل این امر این است که زمین کره کامل نیست، هم‌چنین وزن جسم با دور شدن از زمین کاهش می‌یابد و حتی در خارج از جو، وزن جسم صفر می‌شود. وزن کمیتی برداری است و بردار آن به سمت مرکز زمین است. یکای اندازه‌گیری وزن، نیوتون (N) می‌باشد. (یک نیوتون نیرویی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر 1 m/s^2 می‌دهد.)

وزن هر جسم را می‌توان با آویختن آن جسم از نیروسنج به دست آورد. هر چه نیروی گرانشی بیشتری به جسم وارد شود، فنر بیشتر کشیده می‌شود.

محاسبه وزن: در سطح کره زمین وزن یک جسم را می‌توان از ضرب شتاب گرانش (g) در جرم جسم (برحسب kg) به دست آورد.

شتاب گرانش زمین، نیرویی است که زمین به یک جسم یک کیلوگرمی در سطح زمین وارد می‌کند.

$$\text{شتاب گرانش} \times \text{جرم} = \text{وزن}$$

$$W(N) = m(\text{kg}) \times g(N/\text{kg})$$

شتاب گرانش زمین 9.8 N/kg می‌باشد، اما گاهی برای حل آسان‌تر مسائل، آن را 10 در نظر می‌گیرند.

یکای شتاب گرانش در سیستم SI متر بر مجذور ثانیه (m/s^2) است، اما گاهی از یکای دیگری به نام نیوتون بر کیلوگرم (N/kg) نیز استفاده می‌شود.

شتاب گرانش کره ماه یک‌ششم زمین، یعنی $1/63$ نیوتون بر کیلوگرم می‌باشد.



برای محاسبه رأس مثلث، دو متغیر قاعده مثلث در هم ضرب می‌شوند.

مثال: وزن یک جسم ۴۰۰ گرمی در سطح زمین چند نیوتون است؟

وزن یک جسم ۶ کیلوگرمی در سطح ماه چند نیوتون است؟

مثال: وزن یک جسم ۶۰۰ گرمی در سطح زمین چند نیوتون است؟

مقایسه جرم و وزن

ویژگی کمیت	یکا	ابزار اندازه گیری	مقدار	نوع کمیت	برداری یا نرده ای بودن
جرم	کیلوگرم	ترازو	ثابت	اصلی	نرده ای
وزن	نیوتون	نیروسنج	بستگی به جاذبه دارد.	فرعی	برداری

طول، کمیتی است برای اندازه گیری فاصله بین دو نقطه.

یکای طول در سیستم SI، متر (m) می باشد (امروزه یک متر استاندارد را مسافتی می دانند که نور در مدت $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ طی می کند)؛ اما برای بیان آن از یکاهای دیگری نیز استفاده می شود؛ مانند فوت، اینچ و ...

نکته: سال نوری از یکاهای بزرگ طول است و مقدار آن برابر با مسافتی است که نور در مدت یک سال می پیماید. سال نوری برای اندازه گیری فاصله ستارگان به کار می رود.

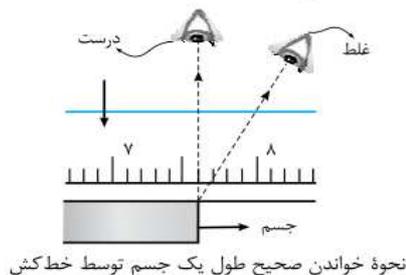
برخی از وسایل اندازه گیری طول شامل ابزارهای زیر می باشد:

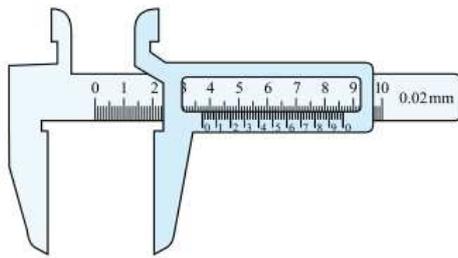
① **رادار:** برای اندازه گیری فاصله بین زمین و اجسام دور، مانند ماهواره ها و ... استفاده می شود.

② **متر نوری یا فلزی:** با کمک آن می توان طول اجسام را بر حسب متر یا سانتی متر (و گاهی میلی متر) به دست آورد.

③ **خط کش فلزی یا پلاستیکی:** با کمک آن می توان طول اجسام را بر حسب

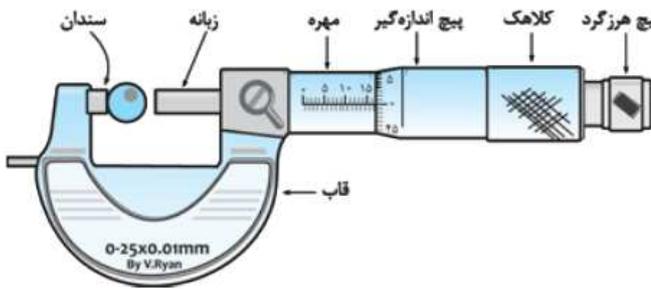
سانتی متر و میلی متر به دست آورد.





۴ کولیس: وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری ضخامت یا قطر اجسام و حتی عمق یک حفره در حد دهم میلی‌متر به کار می‌رود (کم‌ترین طول قابل اندازه‌گیری ۰/۱ میلی‌متر). مانند قطر دهانه بطری.

کولیس از یک خط‌کش میلی‌متری و یک خط‌کش کوچک دیگر به نام ورنیه ساخته شده است. طول ورنیه ۹ میلی‌متر می‌باشد که به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است (هر قسمت ۰/۹ میلی‌متر). هر یک درجه ورنیه با یک درجه کولیس ۰/۱ میلی‌متر اختلاف دارد.



۵ ریزسنج: این وسیله برای اندازه‌گیری طول و ضخامت به کار می‌رود (حداقل ۰/۰۱ میلی‌متر). مانند قطر یک سیم.

۶ میکروسکوپ نوری: وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری طول اجسام در حد میکرون و نانومتر (به طور مثال اندازه‌گیری ابعاد سلول‌ها) به کار می‌رود.

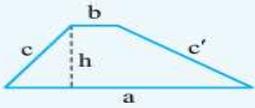
سطح

منظور از سطح یک جسم، همان مساحت جسم می‌باشد.

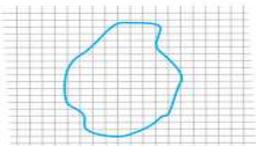
چنانچه سطح جسم دارای شکل هندسی مشخص باشد، از طریق روابط هندسی می‌توان سطح آن را به دست آورد:

محاسبه سطح هندسی: $A =$ مساحت، $P =$ محیط، $d =$ قطر

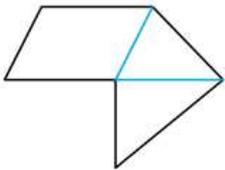
	$A = a^2 = \frac{1}{2}d^2$ $d = \frac{1}{\sqrt{2}}a = \sqrt{2}a$ $P = 4a$	۱- مربع
	$A = ab$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$ $P = 2(a + b)$	۲- مستطیل
	$A = a \frac{h}{2}$ $P = (a + b + c)$	۳- مثلث

	$A = ah$ $P = 2(a + b)$	۴- متوازی الاضلاع
	$A = (a + b) \frac{h}{2}$ $P = a + b + c + c'$	۵- ذوزنقه
	$A = \pi R^2 = \frac{1}{2} PR$ $P = 2\pi R$	۶- دایره

چنانچه جسم، شکل هندسی مشخصی نداشته باشد، می توان به روش های زیر سطح را به دست آورد:
 ① تبدیل شکل به مربع های کوچک (cm^2 یا mm^2) و شمارش مربع های کامل و ناقص



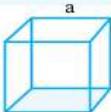
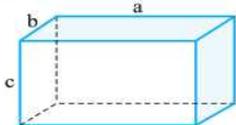
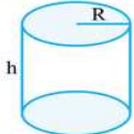
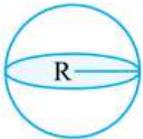
② تبدیل شکل غیرهندسی به شکل هندسی و به دست آوردن حاصل جمع مساحت شکل ها با هم
 یکای اندازه گیری مساحت معمولاً بر حسب متر مربع (m^2) یا سانتی متر مربع (cm^2) می باشد.



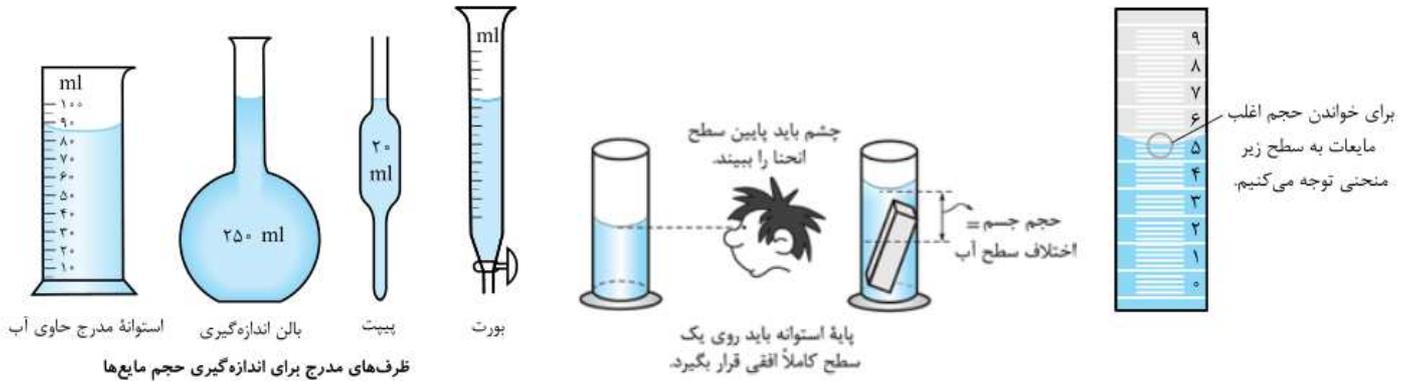
حجم

حجم یک جسم برابر با مقدار فضایی است که اشغال می نماید. یکای اندازه گیری حجم، معمولاً بر حسب متر مکعب (m^3) یا سانتی متر مکعب (cm^3) است. حجم اجسامی که شکل هندسی مشخصی دارند را می توان با کمک روش های ریاضی محاسبه نمود. در جدول زیر، نمونه ای از این روش های محاسبه حجم آورده شده است:

محاسبه حجم های هندسی: $V = \text{حجم}$ ، $A = \text{سطح}$ ، $d = \text{قطر}$

	$V = a^3$ $A = 6a^2$	۱- مکعب
	$V = abc$ $A = 2(ab + bc + ac)$	۲- مکعب مستطیل
	$V = \pi R^2 \frac{h}{2}$ $A = (2\pi R)h$	۳- استوانه
	$V = \frac{4}{3} \pi R^3$ $A = 4\pi R^2$	۴- کره

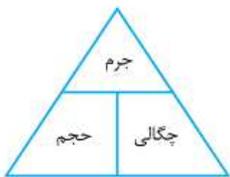
معمولاً برای اندازه‌گیری حجم اجسامی که شکل هندسی منظمی ندارند، می‌توان از یک استوانه مدرج استفاده نمود؛ برای این کار حجم مشخصی از آب را در استوانه مدرج ریخته و جسم را در آب می‌اندازیم. با توجه به تغییر سطح آب داخل استوانه (مقدار بالا آمدن آب) می‌توان حجم جسم را مشخص نمود. برای خواندن حجم مایع کفایت چشم در امتداد سطح فرورفته آب باشد، ولی اگر مایع موردنظر جیوه باشد، باید چشم در امتداد سطح برآمده جیوه قرار گیرد.



نکته: حجم مایعات برحسب سانتی‌متر مکعب یا میلی‌متر یا سی‌سی بیان می‌گردد (هر سه مقداری برابر دارند). لیتر، یکای دیگری برای اندازه‌گیری حجم مایعات است (هر متر مکعب برابر با ۱۰۰۰ لیتر و هر لیتر برابر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر است).

چگالی (جرم حجمی)

چگالی یا جرم حجمی، جرم واحد حجم هر ماده است. به زبان ساده‌تر، چگالی مقدار جرم موجود در واحد حجم است. برای مثال یک حجم مشخص از سرب، سنگین‌تر از همین حجم از چوب است. رابطه محاسبه چگالی به صورت روبه‌رو می‌باشد:



$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

یکای اصلی چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر متر مکعب، kg/m^3 می‌باشد، اما از یکاهای دیگری، چون $\frac{\text{گرم}}{\text{سانتی‌متر مکعب}}$ (g/cm^3) نیز استفاده می‌شود.

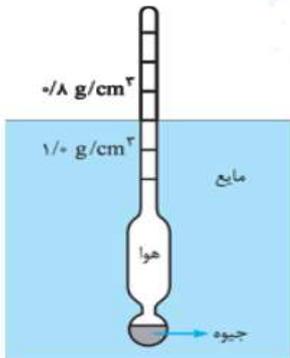
(هر g/cm^3 برابر با 1000 kg/m^3 می‌باشد.)

مثال: چگالی جسمی ۲/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است؛ چگالی آن برحسب kg/m^3 چه قدر است؟

مثال: چگالی سرب ۱۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب است، جرم ۲۰ سانتی‌متر مکعب از آن چند گرم است؟

مثال: چگالی سنگی 5 g/cm^3 می باشد؛ اگر سنگ‌ها به ضخامت ۵ سانتی‌متر بریده شوند، ۵ تن از این سنگ برابر با چند متر مربع از این سنگ‌ها خواهد بود؟

مثال: جرم آب موجود در یک استخر به ابعاد $6 \times 3 \times 5$ متر چند کیلوگرم می باشد؟ ($\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)



چگالی سنج: این وسیله برای اندازه‌گیری چگالی مایعات به کار می‌رود. این وسیله محفظه‌ای شیشه‌ای است که مقداری جیوه برای سنگین کردن درونش وجود دارد. بر روی لوله شیشه‌ای درجه‌بندی چگالی وجود دارد، وقتی چگالی سنج درون مایع قرار می‌گیرد، بخشی از لوله بیرون از مایع می‌ایستد و چگالی مایع را از روی درجه‌ای که مقابل سطح مایع می‌ایستد، می‌خوانیم. هر چه چگالی مایع بیشتر باشد، چگالی سنج بیشتر بالاتر می‌رود و عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

چگالی نسبی: با استفاده از مفهوم چگالی نسبی، می‌توان چگالی را دقیق‌تر از روش‌های دیگر به دست آورد. برای این کار چگالی ماده نسبت به آب سنجیده می‌شود.

برای مثال، چگالی آلومینیم $2/7 \text{ g/cm}^3$ می‌باشد و اگر چگالی آب را 1 g/cm^3 در نظر بگیریم، چگالی نسبی آلومینیم برابر با $2/7$ به دست می‌آید که یکان ندارد، ولی از لحاظ عددی برابر با چگالی جسم بر حسب g/cm^3 است.

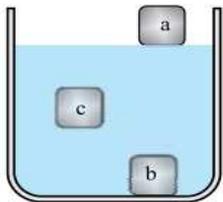
مقایسه چگالی نسبت به آب

(a) اگر چگالی جسم کم‌تر از آب باشد، بر سطح آب شناور می‌شود.

(b) اگر چگالی جسم بیشتر از آب باشد، در آب ته‌نشین می‌شود.

(c) اگر چگالی جسم برابر با آب باشد، در آب غوطه‌ور می‌گردد.

برای مثال، چگالی شیشه کم‌تر از جیوه است و بر روی جیوه شناور می‌شود، ولی بیشتر از آب است و در آب ته‌نشین می‌گردد.



زمان

فیزیک زمان را تعریف نمی‌کند. سال‌ها یک ثانیه را برابر با $\frac{1}{86400}$ یک شبانه‌روز می‌دانستند.

از ابزارهای اندازه‌گیری زمان می‌توان به انواع ساعت‌ها، کرنومتر و ... اشاره کرد که در تمام آن‌ها از پدیده‌های تکرارشونده‌ای که در زمان ثابت و مشخص تکرار می‌شوند برای اندازه‌گیری زمان استفاده می‌شود. در زیر، روابط برخی یکاهای اندازه‌گیری زمان آورده شده است:

۱ دقیقه = ۶۰ ثانیه	۱ ساعت = ۶۰ دقیقه	۱ شبانه‌روز = ۲۴ ساعت
۱ سال = ۳۶۵ روز	۱ قرن = ۱۰۰ سال	

دقت اندازه گیری

اندازه گیری‌ها همیشه با تقریب همراه هستند. دقت اندازه گیری به دقت شخص و دقت وسیله اندازه گیری بستگی دارد. دقت اندازه گیری یک وسیله، کمترین مقداری است که یک وسیله می‌تواند اندازه بگیرد. برای مثال، اگر خط‌کشی 20° سانتی‌متری به صورت میلی‌متری تقسیم‌بندی شده باشد، نمی‌تواند کم‌تر از میلی‌متر را اندازه بگیرد، پس اگر طولی را $2/1\text{ cm}$ یا 2 mm یا $5/0\text{ cm}$ گزارش کند درست است، ولی اگر 5 cm یا $2/10\text{ cm}$ یا $3/3\text{ mm}$ گزارش کند، نادرست است.

ارقام معنی‌دار، تمام رقم‌هایی هستند که با قطعیت مشخص نموده‌ایم. این ارقام با توجه به دقت اندازه گیری تعیین می‌شوند. برای مثال، خط‌کشی که تا میلی‌متر را می‌تواند اندازه بگیرد، وقتی طول پاره‌خطی را $3/6\text{ cm}$ اندازه بگیرد، دارای دو رقم معنی‌دار است؛ حال اگر اندازه گیری این خط‌کش $3/67$ نوشته شود، رقم ۷ بی‌معنی است.

اندازه گیری:

اندازه گیری، یک مرحله مهم برای جمع آوری اطلاعات است.

اندازه گیری به ما کمک می‌کند تا اشیا را از لحاظ اندازه، مقدار، بزرگی و کوچکی، بلندی و کوتاهی و... با هم مقایسه کنیم

فعالیت

دانش آموزی برای به دست آوردن چگالی یک سنگ کوچک، ابتدا جرم آن را با ترازو اندازه می‌گیرد و مقدار 400 گرم را به دست می‌آورد، سپس آن را درون استوانه‌ی مدرجی که $500\text{ سانتی‌متر مکعب}$ آب دارد، می‌اندازد. سطح آب روی 600 سانتی‌متر مکعب قرار می‌گیرد. چگالی سنگ چقدر است؟