



فیزیک سال دوم

فصل : اول (اندازه گیری)

موضوع : اندازه گیری

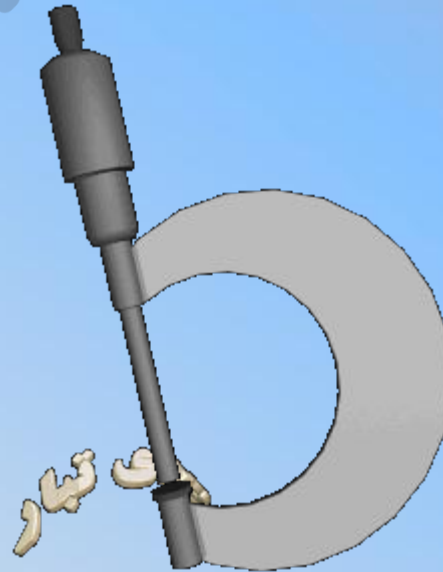


فهرست

کولیس و ریزسنگ

تخمین مرتبه بزرگی

چگالی



مدل سازی

تبدیل واحد

دقت و خطا

فیزیک چیست؟

واژه ی فیزیک، ریشه در یونان باستان دارد و به معنای شناخت طبیعت است.

نکته:

فیزیک، پایه و اساس تمامی مهندسی ها و فناوری هاست.

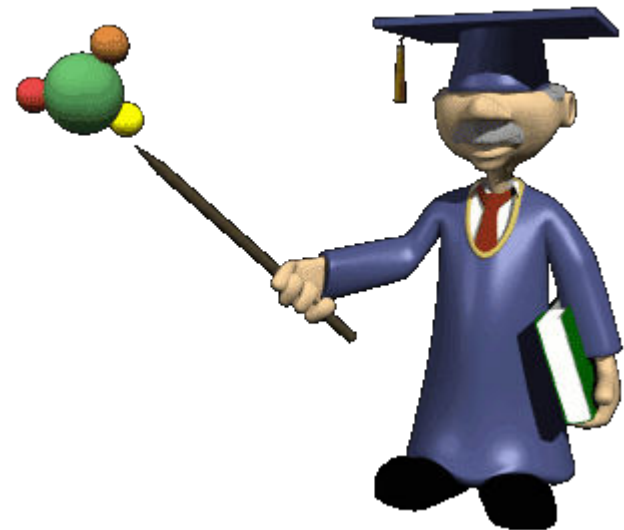


نظریه:

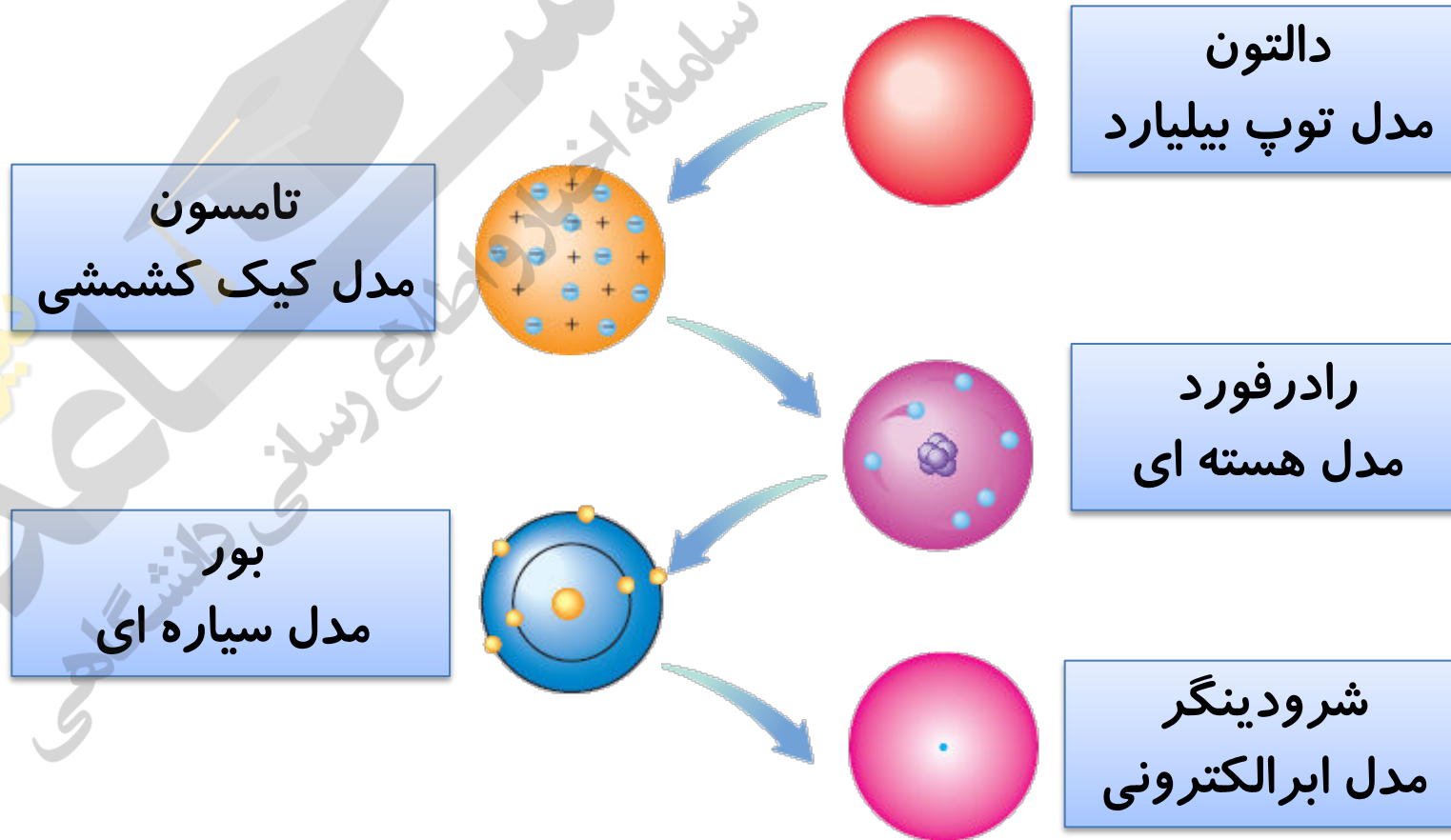
نتیجه پژوهش درباره علت رخداد یک پدیده که می تواند به کمک آزمایش ثابت و یا باطل شود.

مدل اتمی:

نتیجه نظریات دانشمندان مختلف درباره ساختار درون اتم



نظریه اتمی که دنیای درون اتم را توصیف می کند چندین بار به خاطر بدست آوردن اطلاعات جدید از رفتار اتم ها اصلاح شد



قانون های فیزیکی

به گزاره های کلی که دانشمندان رابطه بین برخی از کمیت های فیزیکی را توصیف می کنند

مانند قانون های نیوتون

اصل

به گزاره های مختصری که دانشمندان برای توصیف دامنه محدودتری از پدیده های فیزیکی، که عمومیت کمتری دارند.

مانند اصل پاسکال

مدل سازی در فیزیک

فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آنقدر ساده و آرمانی می شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.



مدل سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

توپ بسکتبال
می چرخد.

جهت حرکت توپ

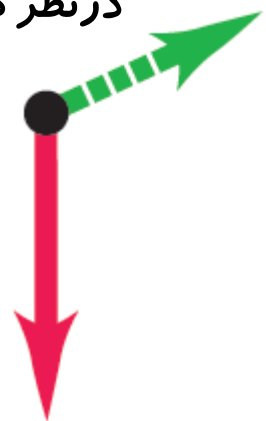


مقاومت هوا و باد نیروهایی
به توپ وارد می کنند.

توپ بسکتبال به صورت
یک جسم نقطه ای
در نظر گرفته می شود.

نیروی گرانشی وارد بر توپ
به ارتفاع بستگی دارد.

نیروی گرانشی وارد
بر توپ ثابت است.



مدل سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

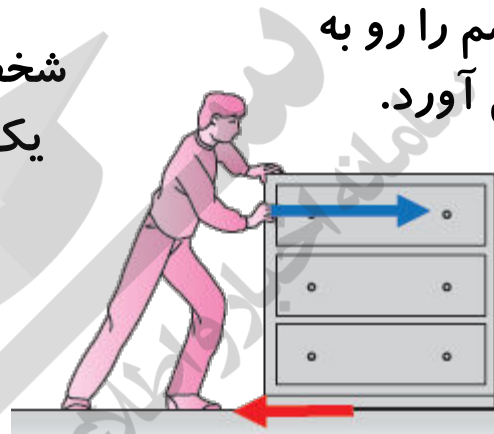
فرض	پیچیدگی

مدل سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

پیش‌بینی	فرض
توپ یک کره ی کامل نیست و درزها و برجستگی هایی دارد و توپ در حال حرکت به دور خود می چرخد.	با چشم پوشی از اندازه، شکل و چرخش توپ، آن را به شکل به نقطه در نظر می گیریم
باد و مقاومت هوا بر حرکت توپ اثر می گذارد.	فرض می کنیم توپ در خلأ حرکت می کند و باد و هوایی در کار نیست.
وزن توپ با تغییر ارتفاع تغییر می کند	فرض می کنیم وزن توپ با تغییر ارتفاع ثابت است.

مدل سازی تحلیل حرکت میزروی زمین

شخصی در حال هل دادن
یک جسم نسبتاً بزرگ



نیروی دست، که جسم را رو به
جلو، به حرکت درمی آورد.

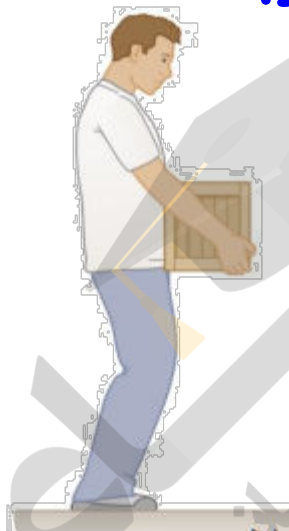
نیروی اصطکاک، که برخلاف
جهت حرکت جسم وارد می شود.

جسم را به صورت یک
ذره در نظر می گیریم

نیروی دست ← → نیروی اصطکاک

پرسش:

شکل زیر شخصی را در حالت ایستاده نشان می دهد که جعبه ای در دست خود گرفته است. نیروهای وارد بر جعبه را مدل سازی کنید.



پاسخ:

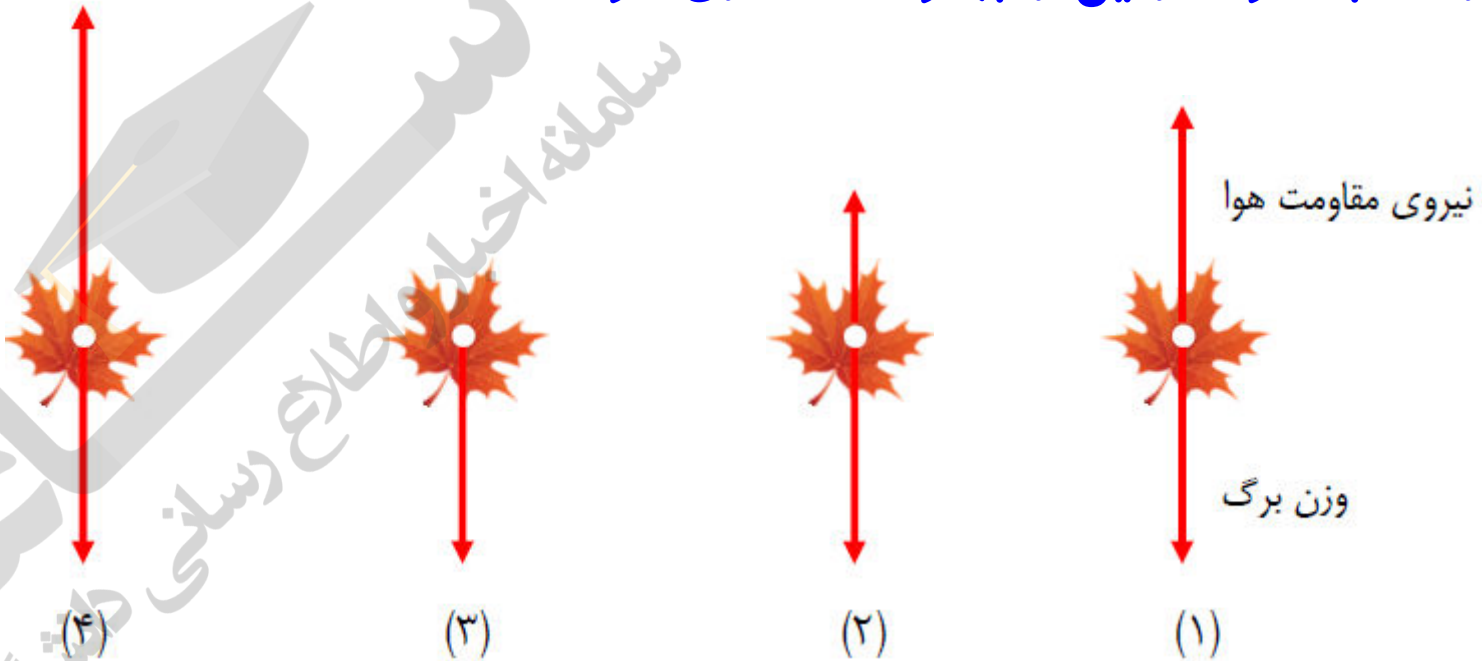
نیروی دست

جعبه

وزن جعبه

تست:

شکل زیر سقوط برگ درختی را به طرف زمین نشان می دهد. کدام گزینه حرکت برگ درخت به طرف زمین را بهتر مدل سازی کرده است؟



پاسخ:

با توجه به نوع حرکت برگ درخت هنگام سقوط به طرف زمین، گزینه ۲ درست است.

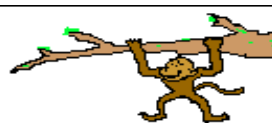
توجه:

هنگام مدلسازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین کننده را.

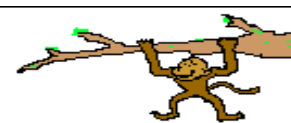
مثال:

اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه زمین را نادیده می گرفتیم، آن گاه مدل ما پیش بینی می کرد که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می رود!

درغیاب نیروی جاذبه

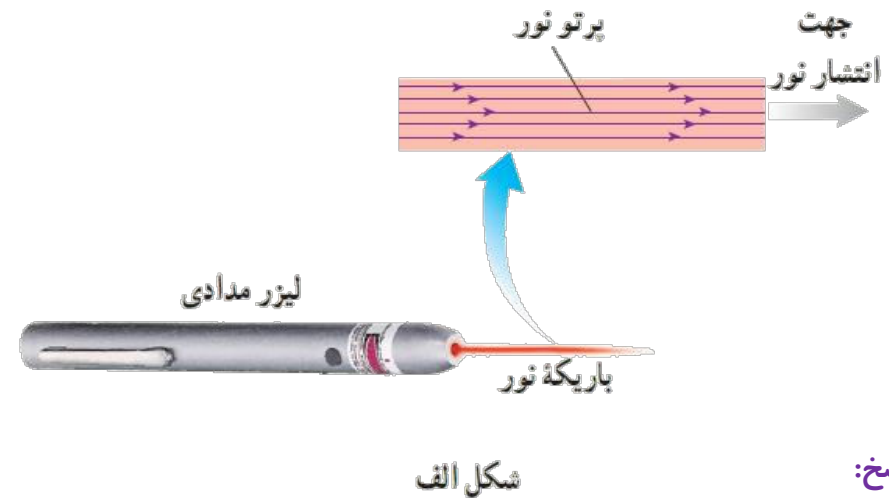
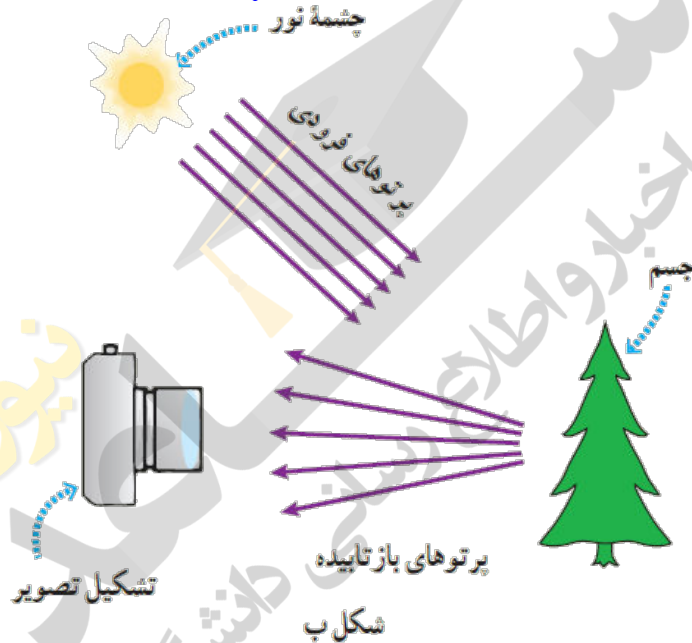


درحضور نیروی جاذبه



پرسش:

در شکل الف، چه چیزی مدل سازی شده است. این مدل سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است شکل ب؟



پاسخ:

شکل الف، باریکه نور، به صورت پرتوهای موازی نور، مدل سازی شده

شکل ب چشمه که در فاصله دور پرتوهایی می تاباند به صورت چشمه نور نقطه ای موازی مدل سازی شده اند. برخی از پرتوها پس از بازتاب از جسم، وارد دوربین می شوند و تصویری از جسم تشکیل می دهند.

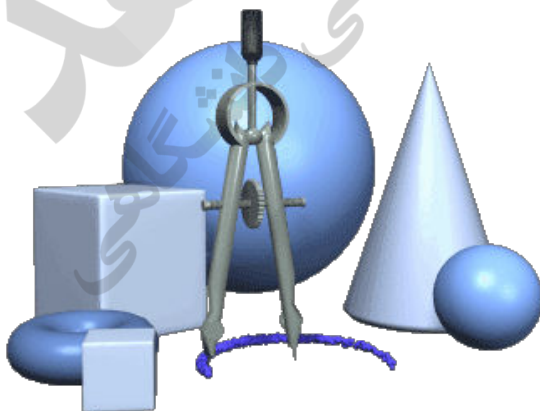
فرق کیفیت و کمیت چیست؟

کیفیت: آنچه را که نتوان اندازه گیری کرد

مانند: زیبایی - مهربانی - بد اخلاقی - کثیفی -

کمیت: آنچه را که بتوان اندازه گیری کرد

مانند: ارتفاع - عمق - حجم - زمان - جرم



یکا یا واحد اندازه گیری:

به مقدار مشخصی از هر کمیت گفته می شود که به عنوان مقیاس انتخاب شده است.

به طور مثال برای طول، یکاهای مختلفی وجود دارد مثل یک متر، یک کیلو متر ...

برای زمان هم یکاهای متفاوتی وجود دارد مانند یک ثانیه، یک ساعت و ...



ویژگی های یکای هر کمیت فیزیکی چیست؟

۱- تغییر نکنند

۲- قابلیت بازتولید در مکان های مختلف باشند.

پرسش:

اگر مطابق شکل روبه رو، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، چه مزیت و چه عیبی دارد؟

پاسخ:



مزیت : در دسترس بودن آن است.

عیب : تغییرپذیری آن بین اشخاص مختلف

کمیت‌های فیزیکی از نظر بیان به چند دسته‌ی تقسیم می‌شوند؟

کمیت نرده‌ای : کمیت‌هایی که، تنها دارای یک عدد و یکا باشد.

مانند: انرژی، دما، حجم، جرم و زمان

مثال: جرم 5kg

یکا	عدد
-----	-----

 نمایش کمیت نرده‌ای

کمیت‌های برداری: کمیت‌هایی که علاوه بر عدد و یکا، دارای جهت باشد.

مانند: جابه‌جایی، سرعت، شتاب و نیرو.....



مثال: جابه‌جایی 25m (به طرف شمال)

جهت	یکا	عدد
-----	-----	-----

 نمایش کمیت برداری

نکته:

دانشمندان در نشست‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر کمیت، **یکای معینی** تعریف کنند،

سیستم SI:

سیستمی است بین‌المللی که همه کمیت‌ها در آن دارای **واحد مشخص و ثابتی** هستند.



کمیت‌های فیزیکی از نظر یکا به چند دسته‌ی تقسیم می‌شوند؟

کمیت‌های اصلی

به کمیت‌هایی که یکای آنها به صورت مستقل تعریف می‌شود، کمیت‌های اصلی و به یکاهایشان، یکاهای اصلی گفته می‌شود

مثال: طول، جرم، زمان، دما، شدت جریان، مقدار ماده

کمیت‌های فرعی

به کمیت‌هایی که یکاهای آنها بر حسب یکاهای اصلی مشخص می‌گردد، کمیت‌های فرعی گفته شده و به یکاهایشان، یکاهای فرعی می‌گویند

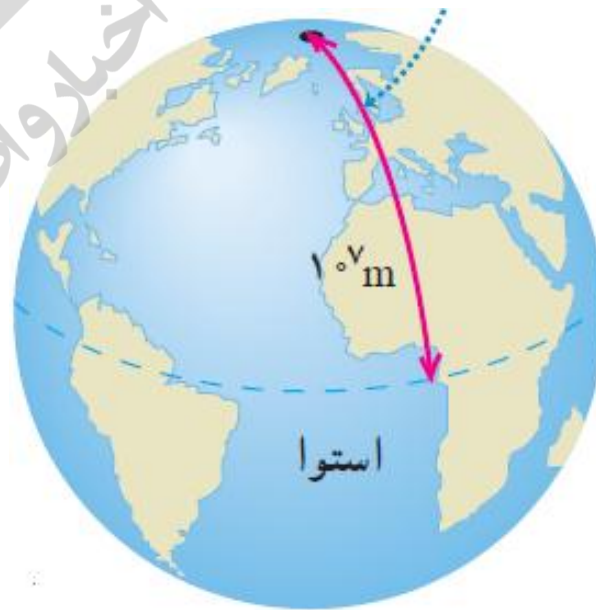
مثال: مساحت، حجم، انرژی، سرعت، شتاب، چگالی، فشار و ...

جدول زیر نشان دهنده هفت کمیت اصلی و یکای اصلی است

نام کمیت	نام یکا	نماد اختصاری
طول		
جرم		
زمان		
دما		
مقدار ماده		
جریان الکتریکی		
شدت روشنایی		

تعریف واحد طول:

یک ده میلیونیم ($\frac{1}{10,000,000}$) فاصله استوا تا قطب شمال است.



واحد طول: یک متر

فاصلهٔ میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله ای از جنس پلاتین ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود.



نمونه ی استاندارد یکای طول

یکای زمان

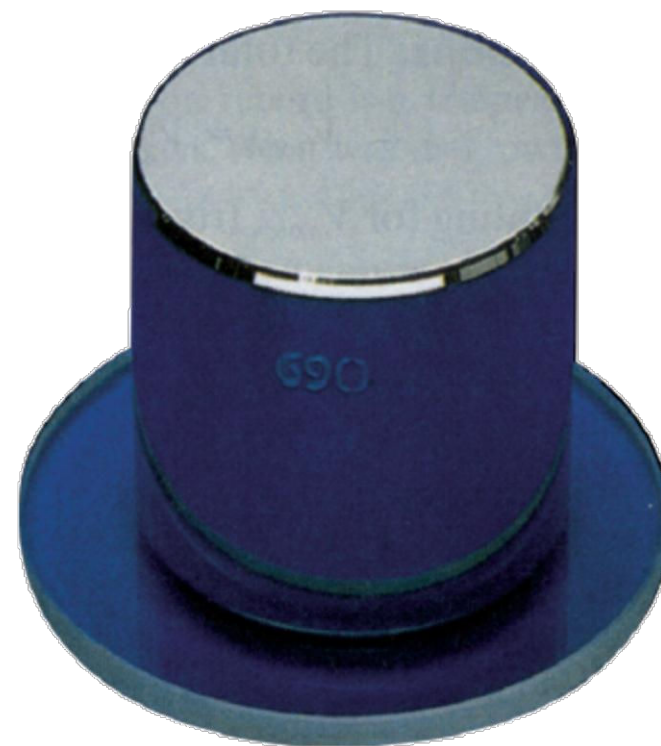
۱ ثانیه است .

طول یک شبانه روز $\frac{1}{86400}$



یکای استاندارد جرم

جرم استوانه‌ای فلزی از جنس پلاتین و ایریدیوم است که در اندازه‌ی بین‌المللی وزن‌ها و مقیاس‌ها نگه‌داری می‌شود



برخی یکاهای غیر SI طول

یکاهای قدیمی

اطلاعات عمومی

$$۱ \text{ ذرع} = ۱.۴ \text{ cm}$$

$$۱ \text{ فرسنگ} = ۶۰۰۰ \text{ ذرع}$$

$$۱ \text{ ft} = ۱۲ \text{ in}$$

$$۱ \text{ in} = ۲.۵۴ \text{ cm}$$

ذرع

فرسنگ

فوت (پا)

مایل (mi)

اینچ (in)

یکای نجومی (AU) میانگین فاصله زمین تا خورشید ($۱ \text{ AU} \approx ۱.۵ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m}$) است

سال نوری (ly) مسافتی است که نور در مدت یکسال طی می کند.

برخی یکاهای غیر SI جرم

یکاهای قدیمی

اطلاعات عمومی

(اخر وار = ۱۰۰ من تبریز)

(۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم)

(۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال)

(۱ مثقال = ۴/۶۸ گرم)

(۱ قیراط = ۲۰۰ میلی گرم)

خروار

من تبریز

مثقال

سیر

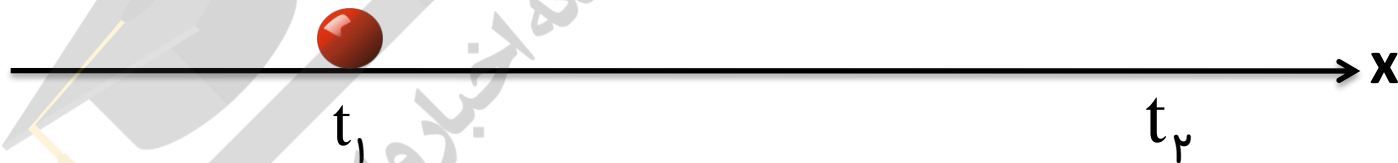
نخود

گندم

قیراط : کاربرد در اندازه گیری الماس و جواهرات

بازه زمانی Δt

مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد را بازه زمانی می نامیم.



$$\Delta t = t_2 - t_1$$

آهنگ

تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می نامیم.



موضوع : تبدیل واحد



۱- تبدیل واحد به روش زنجیره ای:

از ریاضیات می دانیم عدد ۱ عضو خنثی ضرب است. بر این اساس می توان در فیزیک یکاها را به یکدیگر تبدیل کرد.

در این روش یکای اولیه با ضرب شدن در کسرهایی که صورت و مخرج آن معادل هم هستند، به یکای مورد نظر تبدیل می شود.

$$\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 1 \quad \text{و} \quad \frac{100\text{cm}}{1\text{m}} = 1$$

پرسش:

میزی ۲۳۰ سانتی متر است بر حسب متر بیان کنید.

پاسخ:

۲/۳m

$$۲۳۰ \text{ cm} = x \text{ m} \rightarrow ۲۳۰ \text{ cm} \times ۱ = ۲۳۰ \text{ cm} \times \frac{۱ \text{ m}}{۱۰۰ \text{ cm}} = ۲/۳ \text{ m}$$

پرسش:

سرعت اتومبیلی 72 km/h است بر حسب m/s بیان کنید.

پاسخ:

$$20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = x \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 1 \times 1 = 72 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \times \frac{1000 \cdot \text{m}}{1 \cancel{\text{km}}} \times \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \cdot \text{s}} = \frac{72000 \cdot \text{m}}{3600 \cdot \text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پرسش:

۱۰ سیر معادل چند گرم است؟

(یک سیر ۱۶ مثقال و هر مثقال، ۴/۶۸ g است.)

پاسخ:

۷۴۸/۸g

گرم $X = ۱۰$ سیر

$$۱۰ \text{ سیر} \times ۱ \times ۱ = ۱۰ \text{ سیر} \times \frac{۱۶ \text{ مثقال}}{۱ \text{ سیر}} \times \frac{۴/۶۸ \text{ گرم}}{۱ \text{ مثقال}}$$

$$X = ۱۰ \times ۱۶ \times ۴/۶۸ \text{ گرم} \rightarrow X = ۷۴۸/۸ \text{ گرم}$$

پرسش:

از یک شیلنگ، آب با آهنگ $125 \text{ cm}^3/\text{s}$ خارج می شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره ای، بر حسب یکای لیتر بر دقیقه (L/min) بنویسید. (هر لیتر معادل 1000 cm^3 است.)

پاسخ:

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = x \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$7/5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times 1 \times 1 = 125 \frac{\cancel{\text{cm}^3}}{\cancel{\text{s}}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{cm}^3}} \times \frac{60 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ min}} = \frac{125 \times 60}{1000} \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$x = 7/5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

پرسش:

سریع ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هِسپروئوکا است که در مدت ۱۴ روز، ۳/۷ متر رشد می کند. آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟



پاسخ:

$$۳/۰۶ \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{۳/۷\text{m}}{۱۴\text{day}} = x \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{۳/۷\text{m}}{۱۴\text{day}} = \frac{۳/۷\cancel{\text{m}}}{۱۴\cancel{\text{day}}} \times \frac{۱\cancel{\text{day}}}{۲۴\cancel{\text{h}}} \times \frac{۱\cancel{\text{h}}}{۶۰\cancel{\text{min}}} \times \frac{۱\cancel{\text{min}}}{۶۰\text{s}} \times \frac{۱\mu\text{m}}{۱۰^{-۶}\cancel{\text{m}}}$$

$$x = \frac{۳/۷}{۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰} \frac{\mu\text{m}}{\text{s}} = ۳/۰۶ \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

پرسش:

$457/2 \text{ cm}$ برابر چند فوت است؟
 ($1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$ و $1 \text{ in} = 2/54 \text{ cm}$)

پاسخ:

۱۵ft

$$457/2 \text{ cm} = x \text{ ft}$$

$$457/2 \text{ cm} \times 1 \times 1 = 457/2 \text{ cm} \times \frac{1 \cancel{\text{in}}}{2/54 \cancel{\text{cm}}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \cancel{\text{in}}} = \frac{457/2}{2/54 \times 12} \text{ ft}$$

$$x = 15 \text{ ft}$$

پرسش:

۶/۲۵ خروار برابر چند تُن است؟

(۱ خروار = ۱۰۰ مَن تبریز، ۱ مَن تبریز = ۶۴۰ مثقال، ۱ مثقال = ۴/۶۸ گرم)

پاسخ:

۱/۸۷۲ton

تُن X = ۶/۲۵ خروار

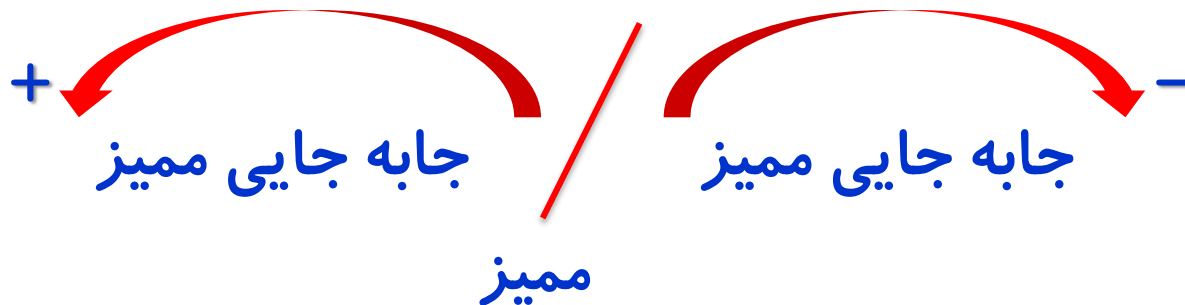
$$\begin{aligned}
 & \frac{6/25 \text{ خروار}}{100 \text{ مَن}} \times \frac{640 \text{ مثقال}}{1 \text{ مَن}} \times \frac{4/68 \text{ گرم}}{1 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ کیلوگرم}}{1000 \text{ گرم}} \times \frac{1 \text{ تن}}{1000 \text{ کیلوگرم}} \\
 & = \frac{6/25 \times 100 \times 640 \times 4/68}{1000 \times 1000} \text{ تن} = 1/872 \text{ تن}
 \end{aligned}$$

نماد گذاری علمی

هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بین ۱۰ تا ۱۰ و توان صحیحی از ۱۰ می نویسند

n یک عدد صحیح است $\times 10^n (1 - 10)$

$$10 > \text{عدد} \geq 1$$



در بعضی از اندازه گیری ها با مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک سر و کار داریم

به طور مثال فاصله ی زمین تا خورشید $۱۵۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰$ متر است

$$۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \text{ m} = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} \text{ m} \approx ۱ \text{ AU}$$

جرم یک ذره برابر $۱۲/۰۰۰۰۰$ گرم می باشد

$$۱۲/۰,۰۰۰,۰۰۰ \text{ g} = ۱/۲ \times ۱۰^{-۶} \text{ g}$$

اعداد زیر را با نمادگذاری علمی بنویسید.

(الف) 5400000

(ب) 0.625×10^{-4}

(پ) 73×10^4

الف $5400000 = 54 \times 10^5$

ب $0.625 \times 10^{-4} = 625 \times 10^{-7} = 6.25 \times 10^{-5}$

پ $73 \times 10^4 = 73 \times 10^4 = 7.3 \times 10^5$

عددهای زیر را با نمادگذاری علمی بنویسید؟

$$0.00301078 =$$

$$985003600 =$$

$$734/21 \times 10^{-5} =$$

$$0.071 \times 10^{-4} =$$

جدول ۱-۶ پیشوندهای یکاها

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

یکای مناسب برای کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک:

در SI به **توان‌های صحیح** ۱۰ نام‌هایی را نسبت می‌دهند که به عنوان **پیشوند یکاها** مورد استفاده قرار می‌گیرند

پیشوند	مضرب	نماد	پیشوند	مضرب	نماد
دسی			دکا		
سانتی			هکتو		
میلی			کیلو		
میکرو			مگا		
نانو			گیگا		
پیکو			ترا		

یکای مناسب برای کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک:

در SI به **توان‌های صحیح** ۱۰ نام‌هایی را نسبت می‌دهند که به عنوان **پیشوند یکاها** مورد استفاده قرار می‌گیرند

پیشوند	مضرب	نماد	پیشوند	مضرب	نماد
دسی	10^{-1}	d	دکا	10	da
سانتی	10^{-2}	c	هکتو	10^2	h
میلی	10^{-3}	m	کیلو	10^3	K
میکرو	10^{-6}	μ	مگا	10^6	M
نانو	10^{-9}	n	گیگا	10^9	G
پیکو	10^{-12}	P	ترا	10^{12}	T

۲- حذف پیشوند در تبدیل واحد:

نماد پیشوند را برداشته معادل عددی آن را جای گذاری می کنیم.

به طور مثال چون مضرب مگا 10^6 است، نمایش 20 مگاژول بر حسب ژول به صورت زیر می باشد:

$$20 \cdot \text{MJ} = X \text{ J} \quad \rightarrow \quad X = 20 \times 10^6 \text{ J}$$

۳- حل مسائل با تناسب گیری:

ابتدا زبان فارسی مسئله را به زبان ریاضی درآورده سپس مجهول را پیدا می کنیم.

تمرین:

۱۳۸۹ دکا متر چند دسی متر است

کوچک

بزرگ

پاسخ:

$$1389 \text{ da m} = x \text{ d m} \rightarrow x = \frac{1389 \text{ da m}}{1 \text{ d m}} = \frac{1389 \times 10^1}{1 \times 10^{-1}} = 1389 \times 10^5$$

تمرین:

۲۰ دسی گرم چند کیلوگرم است

پاسخ:

$$20 \text{ dg} = x \text{ kg} \rightarrow x = \frac{20 \text{ dg}}{1 \text{ kg}} = \frac{20 \times 10^{-1}}{1 \times 10^{+3}} = 20 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-3}$$

تمرین:

۱۰۸ کیلومتر بر ساعت چند متر بر ثانیه است

پاسخ:

$$108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = x \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow x = \frac{108 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{108 \times 1000 \cancel{\text{m}}}{1 \times 60 \times 60 \cancel{\text{s}}} = \frac{108000}{3600} = 30$$

چند نکته مهم

نماد بعضی از پیشوندها مشابه نماد بعضی از یکاها است

بطور مثال m برای یکای مترو میشوند میلی به کار می رود، به چنین تشابهاتی کاملاً دقت کنید.

اگر در یک اندازه گیری، **یکا به توان** رسیده باشد، در این گونه موارد **پیشوند یکا نیز به توان می رسد**.

تمرین:

۳۰۵ دکا متر مربع چند دسی متر مربع است

پاسخ:

$$۳۰۵(\text{dam})^2 = x (\text{dm})^2 \rightarrow x = \frac{۳۰۵(\text{da}^2\text{m}^2)}{(\text{d}^2\text{m}^2)} = \frac{۳۰۵(۱۰^1)^2}{(۱۰^{-1})^2} = ۳/۰۵ \times ۱۰^۶$$

تمرین:

۳۰۰۰ دسی متر مکعب چند هکتو متر مکعب است

پاسخ:

$$۳۰۰۰ \cdot (\text{dm})^3 = x \cdot (\text{hm})^3 \rightarrow x = \frac{۳۰۰۰ \cdot (\cancel{\text{d}^3 \text{m}^3})}{(\cancel{\text{h}^3 \text{m}^3})} = \frac{۳ \times ۱۰^3 \times (۱۰^{-1})^3}{۱ \times (۱۰^2)^3}$$

$$= \frac{۳ \times ۱۰^3 \times ۱۰^{-۳}}{۱ \times ۱۰^۶} = ۳ \times ۱۰^{-۶}$$

پاسخ سوالات زیر را با نماد علمی نمایش دهید.

$$۸۳۰ \mu\text{g} = \text{X Kg}$$

$$x = ۸/۳ \times ۱۰^{-۷} \text{kg}$$

$$۰/۰۰۲۰ \text{ ps} = \text{X S}$$

$$x = ۲/۰۱ \times ۱۰^{-۱۵} \text{s}$$

$$۲۵/۰۶ (\text{mm})^۳ = \text{X m}^۳$$

$$x = ۲/۵۰۶ \times ۱۰^{-۸} \text{m}^۳$$

$$۷۴۲ (\text{km})^۲ = \text{X m}^۲$$

$$x = ۷/۴۲ \times ۱۰^۸ \text{m}^۲$$

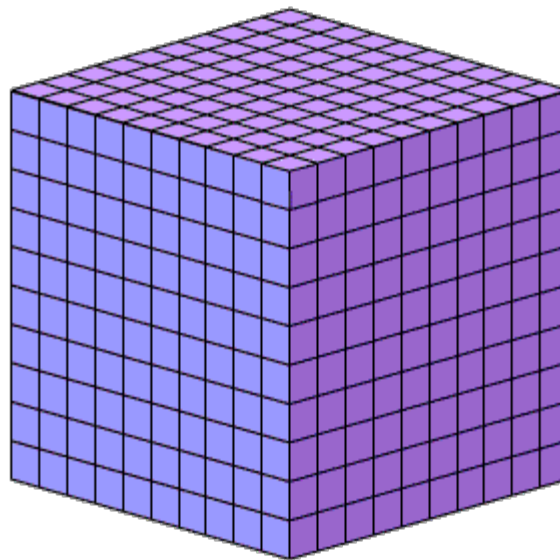
چند نکته :

$$1 \text{ سی سی} = 1 \text{ سانتی متر مکعب}$$

$$1 \text{ متر مکعب} = 1000 \text{ لیتر}$$

$$1 \text{ سی سی} = 1 \text{ میلی لیتر}$$

$$1 \text{ لیتر} = 1 \text{ دسی متر مکعب}$$





موضوع : دقت و خطا



دقیق بودن یک اندازه گیری به سه عامل زیر بستگی دارد.

دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری

مهارت شخص آزمایشگر:

تعداد دفعات اندازه گیری:

نکته:

با انتخاب وسیله های دقیق و روش صحیح اندازه گیری می توان مقدار خطا را کاهش و دقت اندازه گیری را افزایش داد.

۱- دقت وسیله اندازه گیری:

حداقل مقداری است که یک ابزار اندازه گیری می تواند اندازه بگیرد.

یا کمینه تقسیم بندی مقیاس آن وسیله است



دقت = 1cm



دقت = 1mm



دقت = 0.2A



دقت = 0.1g



دقت = 0.1°C

طبق قرارداد خطای اندازه گیری

برای تمامی ابزارهای مدرج: $\pm \frac{\text{دقت}}{2} = \text{خطای ابزار مدرج}$

مثبت و منفی نصف حداقل مقدار قابل اندازه گیری توسط ابزار است.

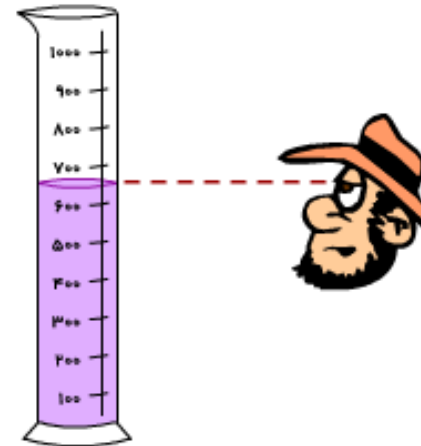
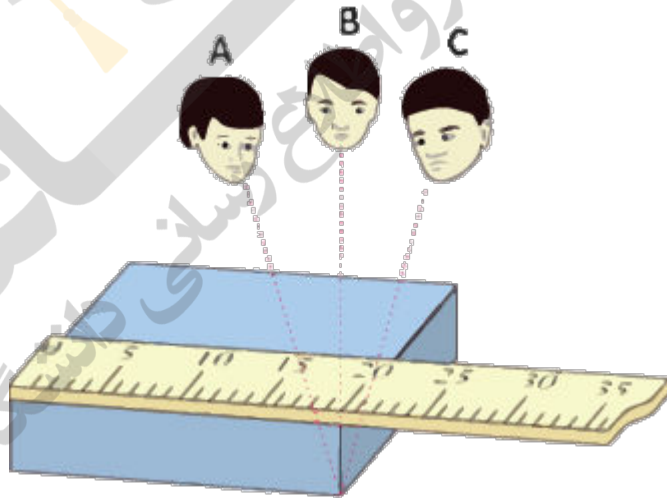
برای ابزارهای دیجیتال (نمایشگر رقمی): $\pm \text{دقت} = \text{خطای ابزار دیجیتال}$

مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی که می تواند اندازه گیری کند.

۲- مهارت شخص آزمایشگر:

نحوه خواندن نتیجه اندازه گیری است.

گزارش شخصی که از منظر **B** نتیجه اندازه گیری را می خواند دقت بیشتری دارد.



۳- تعداد دفعات اندازه گیری:

اندازه گیری آن را چندبار تکرار می کنند. میانگین عدهای حاصل از اندازه گیری به عنوان نتیجه اندازه گیری گزارش می شود.

این نتیجه را در میانگین
گیری در نظر نمی گیریم.

اندازه واقعی کمیت
مورد نظر اینجاست.

این نتیجه را در میانگین
گیری در نظر نمی گیریم.

کمیتی که اندازه گیری می شود

پرسش:

در آزمایشی، عددهای $۰/۳، ۱/۱، ۱/۴، ۰/۱۸$ و $۷/۹$ به عنوان نتیجه به دست آمده است. جواب نهایی برای آزمایش چه عددی است؟

پاسخ:

 $۱/۱$

اعداد $۰/۳$ و $۱/۱۸$ به علت اختلاف زیادی که با دیگر اعداد دارند از میانگین گیری حذف می شوند و نتیجه نهایی به صورت زیر بدست می آید:

$$\text{نتیجه نهایی} = \frac{۹/۷ + ۱/۱ + ۱/۲ + ۱/۴}{۴} = ۱/۱$$

۱۵/۲mm

رقم حدسی

رقم حدسی یا غیر قطعی یا مشکوک

رقمی را که آزمایش گرمی تواند قاطعانه نظر بدهد. (ابزار مدرج)

یا آخرین رقم سمت راست حاصل از اندازه گیری را می گویند. (ابزار دیجیتالی)

ارقام با معنی

به تمام رقم هایی که پس از یک اندازه گیری ثبت می شوند، ارقام با معنی گفته می شود.

۱۵/۲mm

۳ رقم با معنی

رقم غیر قطعی نیز جزو ارقام با معنی محسوب می شود.

در تبدیل یکاها و نماد گذاری علمی نباید تعداد رقم های با معنی تغییر کند

چند نکته:

مثلاً: $18/32\text{mm}$ را از یک خط کش میلیمتری نمی توان پذیرفت زیرا با احتساب رقم غیر قطعی، نتیجه اندازه گیری mm عدد آزمایشگر فقط تا مرتبه دهم میلی متر معتبر است.

هرچه اندازه گیری دقیق تر باشد **تعداد ارقام با معنای** نتیجه ی اندازه گیری نیز **بیشتر** خواهد بود.

$$10/20\text{g}$$

۴ رقم با معنا

$$10/2\text{g}$$

۳ رقم با معنا

پرسش:

در هر یک از شکل های زیر دقت و خطای وسیله را مشخص کنید.



(الف)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 1\text{cm} \\ \text{خطا} = \pm \frac{1}{2} = \pm .5\text{cm} \end{array} \right.$$

پاسخ:



(ب)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 1\text{mm} \\ \text{خطا} = \pm \frac{1}{2} = \pm .5\text{mm} \end{array} \right.$$



(پ)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = .1^{\circ}\text{C} \\ \text{خطا} = \pm .1^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$



(ت)

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 1^{\circ}\text{C} \\ \text{خطا} = \pm 1^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$

قراردادهای ارقام با معنی

تشخیص تعداد ارقام بامعنی یک عدد که ابزار اندازه گیری و یکای آن مشخص نشده است.

۱- هر عدد غیر صفر یک رقم با معنا است.

مانند عدد: $۱/۳۱$ سه رقم بامعنی

۲- صفرهای میان رقم های غیر صفر معنا دار هستند.

مانند عدد: $۱۰۱/۰۳$ پنج رقم بامعنی

۳- صفرهای سمت چپ اولین عدد غیر صفری معنی هستند.

مانند عدد: $۰/۰۰۰۳۰۵$ سه رقم بامعنی

۴- در اعداد اعشاری همه صفرهای سمت راست عدد (بعد از ممیز) معنا دارند.

مانند عدد: $۰/۱۰۳۰۰$ پنج رقم بامعنی

چند مثال از تعداد ارقام با معنی

تعداد ارقام	عدد	تعداد ارقام	عدد
۱	$3.000/.$	۲	$10^5 \times 0.2$
۲	$6.05/.$	۳	$10^{-3} \times 0.1 \times 2$
۴	$3.20000/.$	۵	$0.2500/.$
۴	$2/00$	۶	$0.250/000$
۴	$24/0$	۲	۹۵
۴	$2/40$	۴	۱۳۹۵
۲	$10^2 \times 2/4$	۴	۱/۳۹۵
۲	$2/3$	۴	۱۰۰۲
۵	$10/002$	۳	۱۰۲
۳	$10/0$	۴	$20/00$
۴	$1395/00$	۴	$2300/.$
۴	$7/000$	۳	$0.201/.$

پرسش:

چه موقع خطای ابزار مدرج را گرد می کنیم؟

پاسخ:

هر گاه تعداد ارقام با معنای خطا، از تعداد ارقام با معنای دقت وسیله **بیشتر** باشد آنگاه باید خطا روبه بالا گرد شود.

چند مثال:

۱ رقم با معنا	۲ رقم با معنا
$\left\{ \begin{array}{l} \text{دقت} = 3\text{mm} \rightarrow \text{خطا} = \pm \frac{3\text{mm}}{2} = \pm 1.5\text{mm} \approx \pm 2\text{mm} \\ \text{دقت} = .5\text{mm} \rightarrow \text{خطا} = \pm \frac{.5\text{mm}}{2} = \pm .25\text{mm} \approx \pm .3\text{mm} \\ \text{دقت} = .07\text{mm} \rightarrow \text{خطا} = \pm \frac{.07\text{mm}}{2} = \pm .035\text{mm} \approx \pm .04\text{mm} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{خطا} = \pm \frac{3\text{mm}}{2} = \pm 1.5\text{mm} \approx \pm 2\text{mm} \\ \text{خطا} = \pm \frac{.5\text{mm}}{2} = \pm .25\text{mm} \approx \pm .3\text{mm} \\ \text{خطا} = \pm \frac{.07\text{mm}}{2} = \pm .035\text{mm} \approx \pm .04\text{mm} \end{array} \right.$

نکته:

هر گاه آخرین رقم سمت راست حاصل از اندازه گیری عدد فرد (به جز عدد یک) باشد باید خطا را گرد کرد

پرسش:

در هریک از شکل های زیر طول جسم را چقدر گزارش می کنید؟ در گزارش خود، هم عدد غیرقطعی و هم خطای وسیله را مشخص کنید.

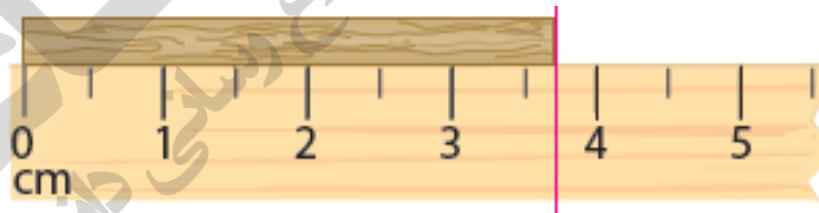
پاسخ:



$$4.5 \pm 0.5 \text{ cm}$$

رقم غیرقطعی

خطا



$$3.7 \pm 0.3 \text{ cm}$$

رقم غیرقطعی

خطا

گرد کردن خطا



$$3.0 \pm 0.5 \text{ cm}$$

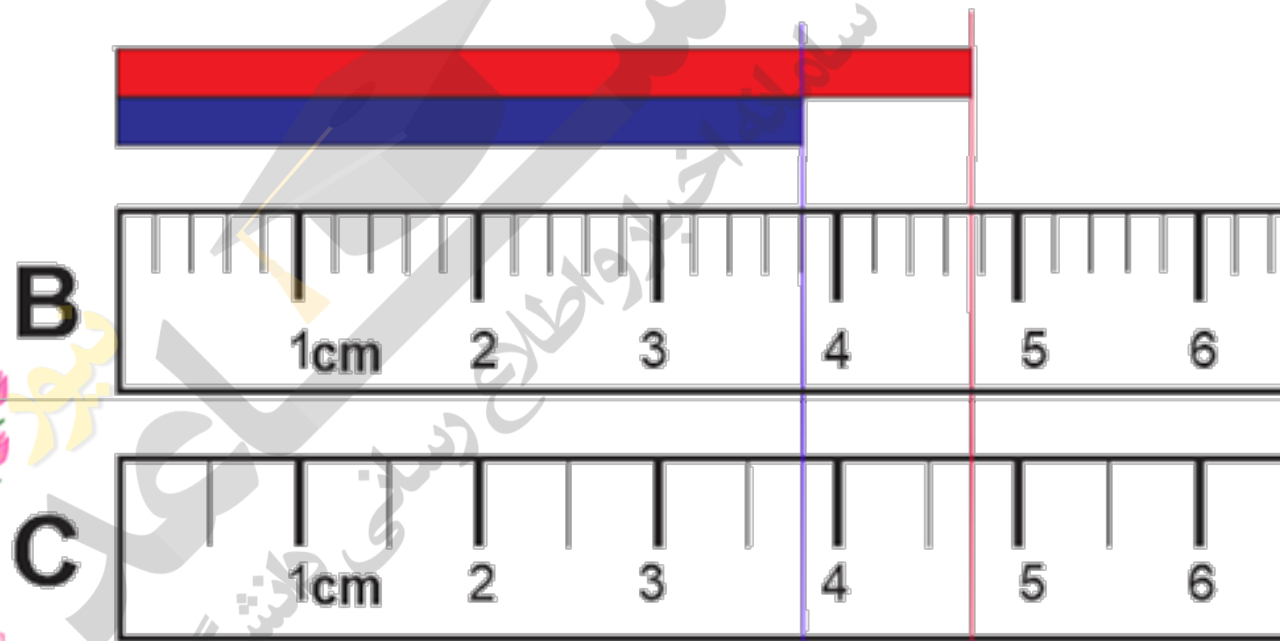
رقم غیرقطعی

خطا

پرسش:

نتیجه اندازه گیری طول را با خط کش به همراه خطای آن بنویسید.

پاسخ:



$$4.7\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$$

$$3.8\text{cm} \pm 0.1\text{cm}$$

گرد کردن خطا

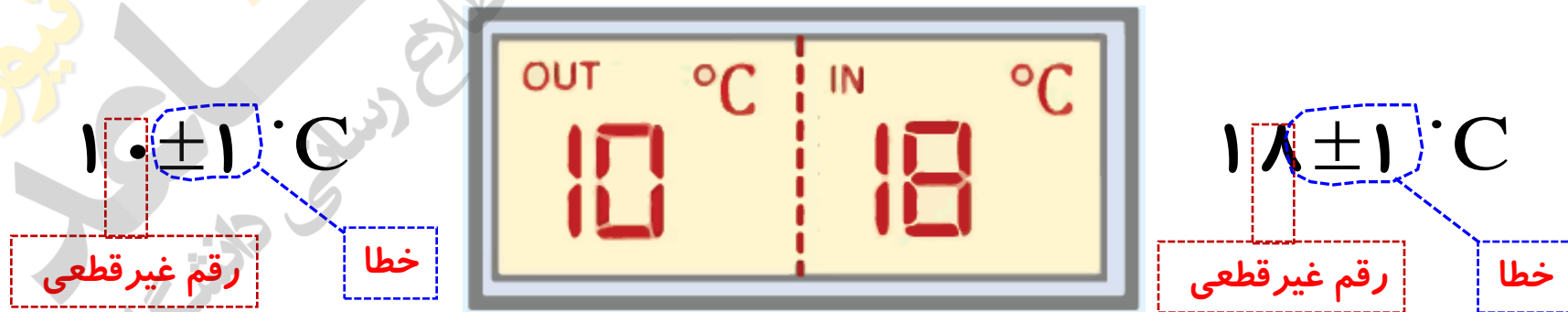
$$4.7\text{cm} \pm 0.3\text{cm}$$

$$3.8\text{cm} \pm 0.3\text{cm}$$

پرسش:

شکل روبه روی یک دماسنج رقمی را نشان می دهد که دمای خارج و داخل گلخانه ای را به ترتیب 10°C و 18°C می خواند. عدد غیرقطعی و خطای دماسنج را مشخص کنید. نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج شکل زیر را به همراه خطای آن بنویسید.

پاسخ:



پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج دیجیتالی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$31/2 \pm .1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ترازوی دیجیتالی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$\text{دقت} = \pm 1 \text{ kg}$$

$$109.4 \pm 1 \text{ kg}$$

$$\text{خطای ابزار دیجیتالی} = \pm \text{دقت} = \pm 1 \text{ kg}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ترازوی آشپزخانه را به همراه خطای آن بنویسید.



$$1.0 \text{ g} = \text{دقت}$$

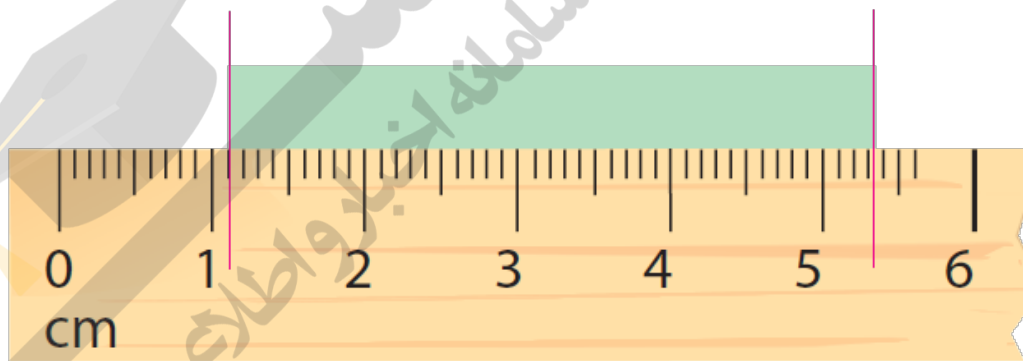
$$\text{خطا} = \pm \frac{1.0}{2} = \pm 0.5 \text{ g}$$

پاسخ:

$$(1.5 \pm 0.5) \text{ kg}$$

پرسش:

به کمک یک خط کش میلی متری، طول میله را بر حسب میلی متر، سانتی متر و متر گزارش کنید. در گزارش خود رقم حدسی و خطای خط کش را مشخص کنید.



شروع از اینجا

پاسخ:

$$\text{طول جسم} = (53/5 - 11/0 \pm . / 5) \text{ mm} = (42/5 \pm . / 5) \text{ mm}$$

رقم غیر قطعی

خطا

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج خودرو را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(5.0 \pm 5) \text{ km}$$

$$\text{دقت} = 1.0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{1.0}{2} = \pm 0.5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج خودرو را به همراه خطای آن بنویسید.



$$\text{دقت} = 2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{2}{2} = \pm 1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

پاسخ:

$$(115 \pm 1) \text{ km}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط دورسنج موتور اتومبیل را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(22 \pm 3) \times 10^2 \text{ rpm}$$

$$\text{دقت} = 5 \times 10^2 \text{ rpm}$$

چون خطا و دقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود. $\pm \frac{5 \times 100}{2} \approx \pm 3 \times 10^2 \text{ rpm}$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج خورو مایل بر ساعت را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

 $(46 \pm 3) \text{MPH}$
 $\text{دقت} = 5 \text{MPH}$

چون خطا و دقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود $\pm \frac{5}{2} \approx \pm 3 \text{MPH}$ خطا

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط آمپرسنج را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

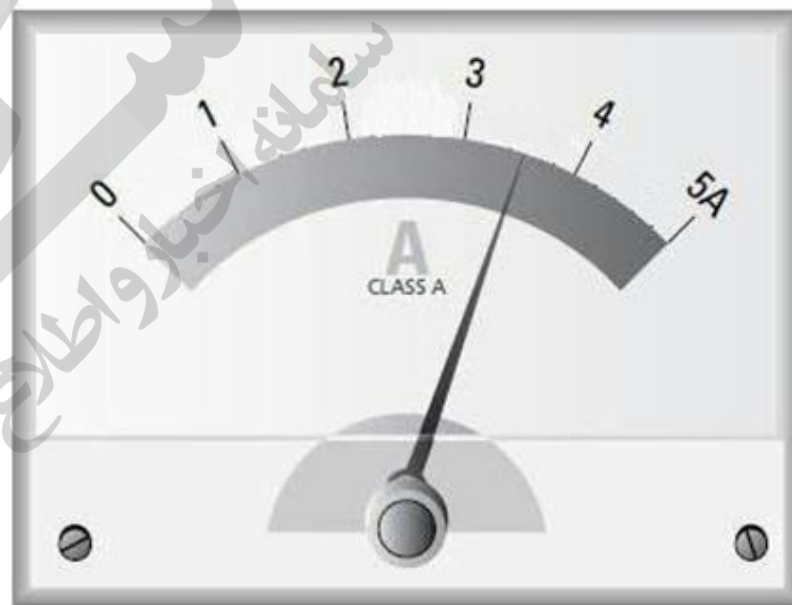
$$2A ./ = \text{دقت}$$

$$(3.2 \pm 0.2)A$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{2A ./}{2} = \pm 1A$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط آمپرسنج را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

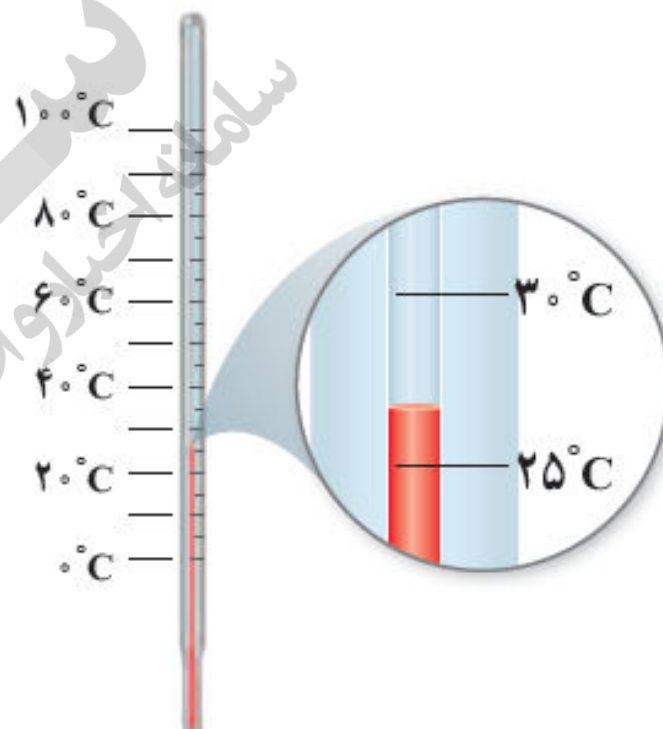
$$1A = \text{دقت}$$

$$(3.5 \pm 0.5)A$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{1A}{2} = \pm 0.5A$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط دماسنج را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(27 \pm 3)^{\circ}\text{C}$$

$$\text{دقت} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{خطا} = \pm \frac{5}{2} \approx \pm 3^{\circ}\text{C}$$

چون خطا و دقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود

پرسش:

شکل زیر ابزار دیجیتالی را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

$$(250.0 \pm 0.1) \text{ g}$$

مقدار واقعی جرم، بین 249.0 g و 251.0 g مقدار واقعی دما، بین قرار دارد.

پرسش:

شکل زیر ابزاری دیجیتال را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

$$(36/5 \pm .1)^{\circ}\text{C}$$

مقدار واقعی دما، بین قرار دارد. $36/4^{\circ}\text{C}$ و $36/6^{\circ}\text{C}$ قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط کولیس رقمی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(23/33 \pm ./.01) \text{ mm}$$

مقدار واقعی طول، بین $23/32 \text{ mm}$ و $23/34 \text{ mm}$ قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ریزسنج رقمی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(19.977 \pm 0.01) \text{ mm}$$

مقدار واقعی طول، بین 19.976 mm و 19.978 mm قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط ریزسنج دیجیتالی یک هزارم را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(3 / 548 \pm . / 0 . 0 1) \text{mm}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط کولیس دیجیتالی را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ:

$$(12.34 \pm 0.01) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر خط کشی را نشان می دهد که ابتدای آن از بین رفته است. نتیجه اندازه گیری توسط این خط کش را به همراه خطای آن بنویسید.



از بین رفته

پاسخ:

$$\text{طول جسم} = (69/2 - 5/0 \pm ./.01) \text{mm} = (64/2 \pm ./.01) \text{mm}$$

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج شکل زیر را به همراه خطای آن بنویسید.



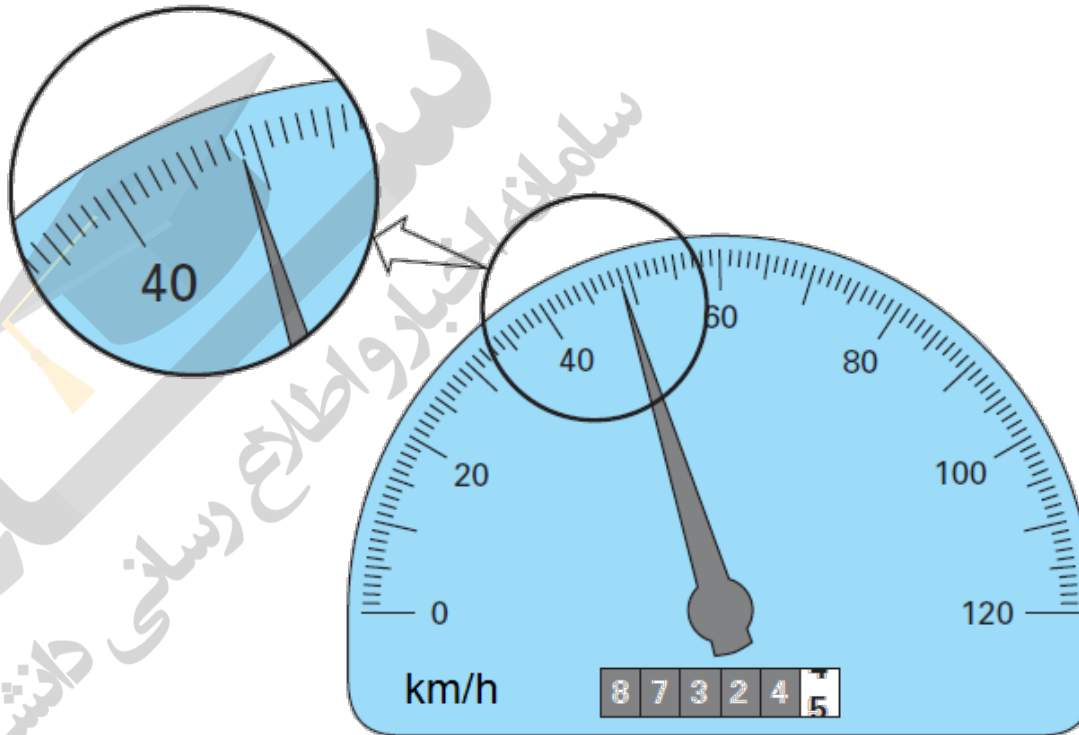
پاسخ:

$$\text{مقدار تندی سنج} = (70 \pm 5) \text{ km/h}$$

مقدار واقعی تندی خودرو، بین ۶۵ km/h و ۷۵ km/h قرار دارد.

پرسش:

نتیجه اندازه گیری توسط تندی سنج شکل زیر را را به همراه خطای آن بنویسید.



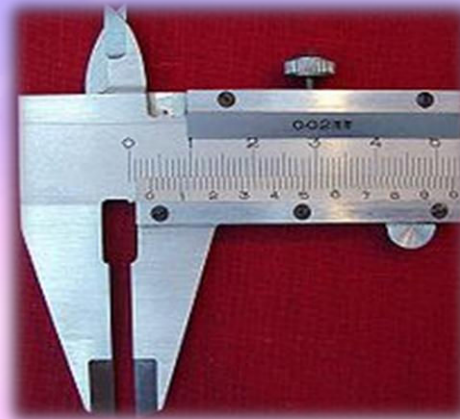
پاسخ:

$$\text{مقدار تندی سنج} = (48/9 \pm . / 5) \text{ km/h}$$

مقدار واقعی تندی خودرو، بین $48/4 \text{ km/h}$ و $49/4 \text{ km/h}$ قرار دارد.



موضوع : کولیس و ریزسنج



ریز سنج



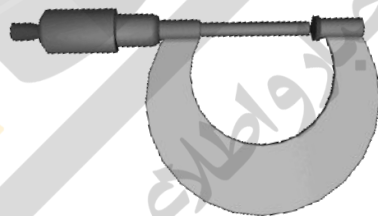
کولیس



روش اندازه گیری دقیق طول :

کولیس - ریز سنج

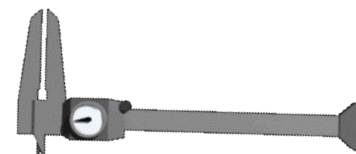
ریز سنج یا میکرومتر



برای اندازه گیری قطر یک
سیم نازک یا قطریک تپله

$\pm 0.01 \text{ mm}$

کولیس



برای اندازه گیری قطر داخلی
خارجی و عمق یک استوانه

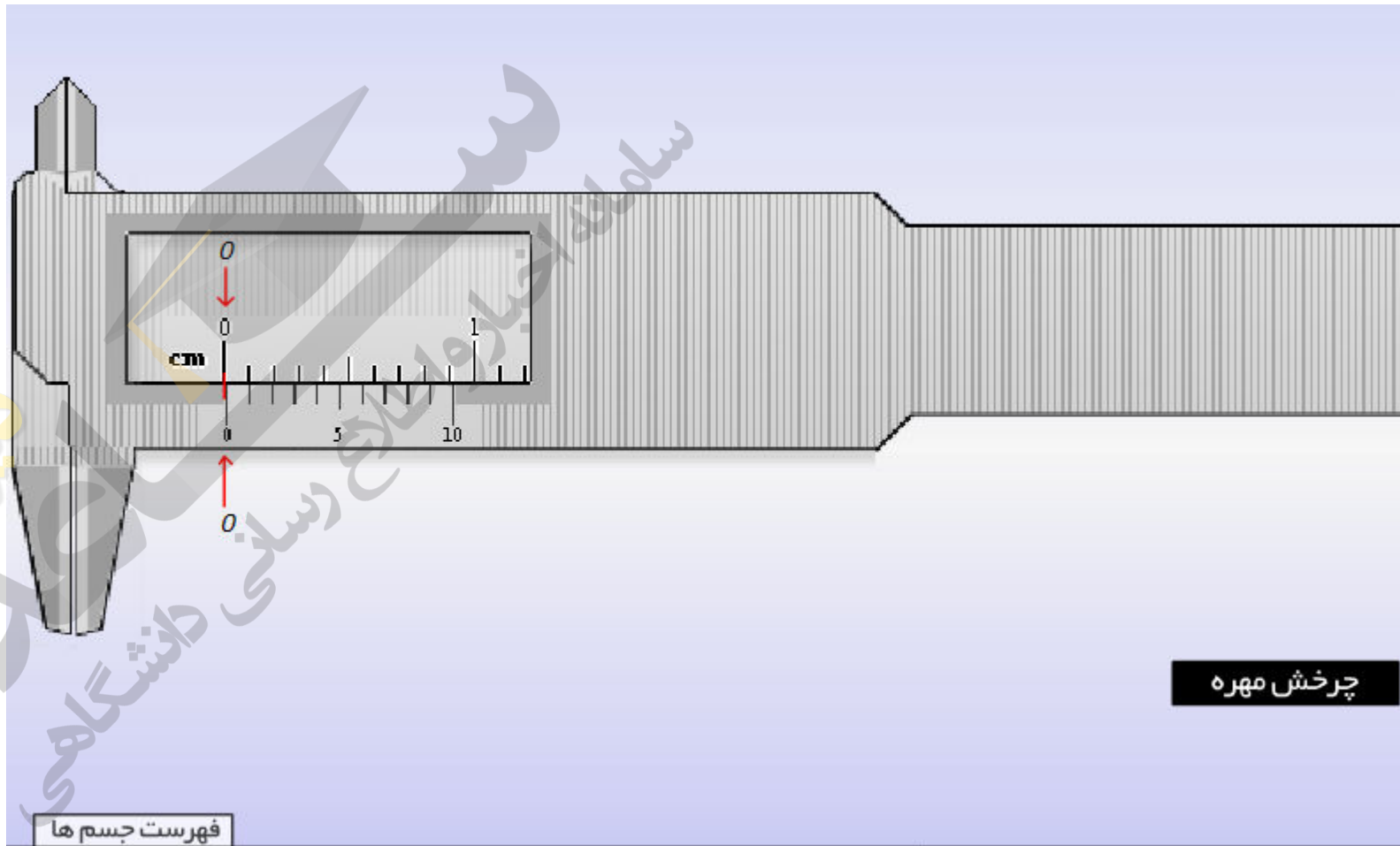
$\pm 1 \text{ mm}$

$\pm 0.2 \text{ mm}$

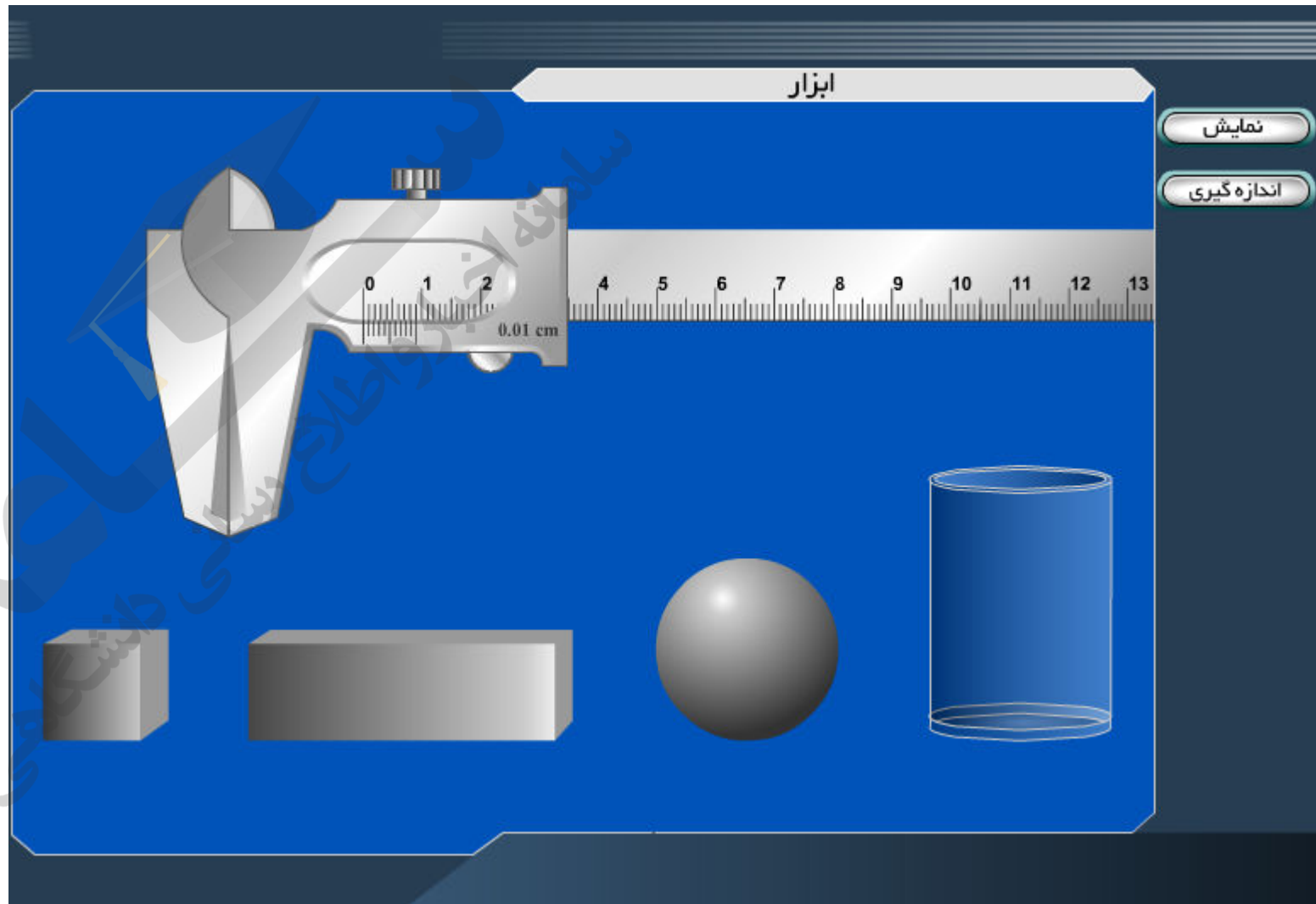
$\pm 0.5 \text{ mm}$

دقت :

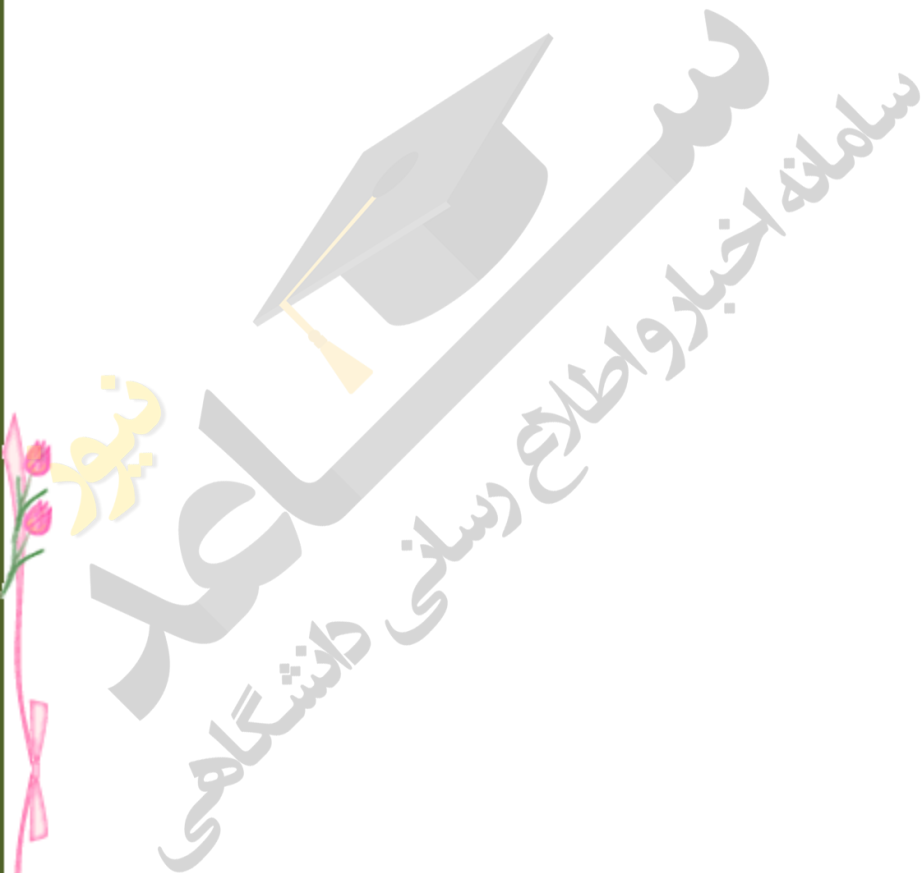
انیمیشن کولیس 0.1mm



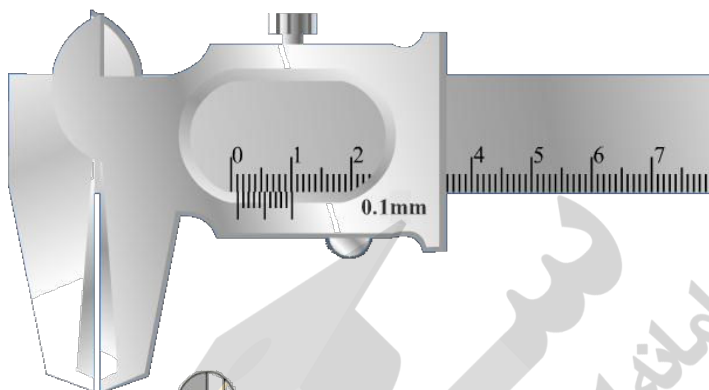
انیمیشن کولیس 0.1mm



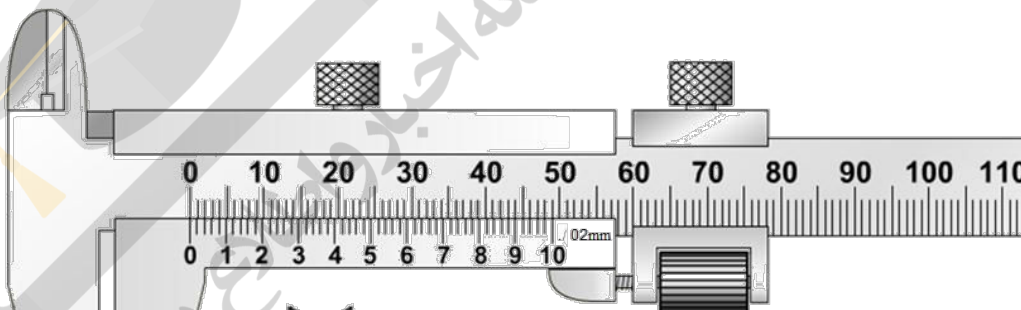
انیمیشن کولیس 0.02mm



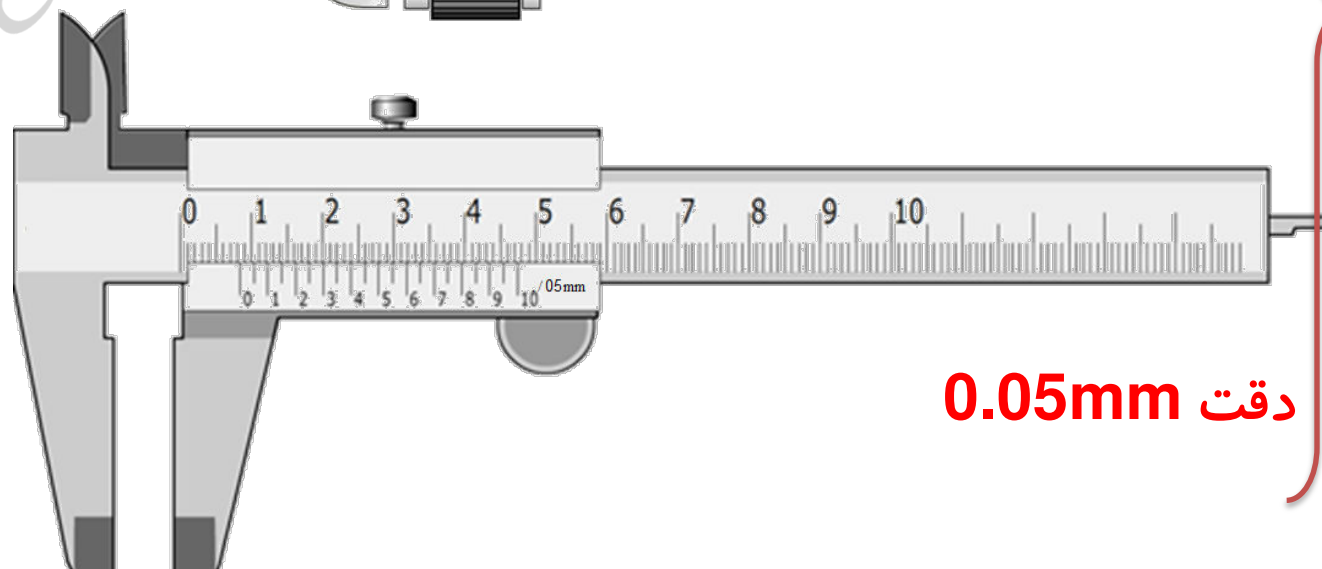
انواع کولیس های آزمایشگاهی



دقت 0.1mm



دقت 0.02mm



دقت 0.05mm

پیدا کردن دقت و خطا در کولیس ها

دقت خط کش اصلی = $\frac{\text{دقت کولیس}}{\text{تعداد درجه های ورنیه}}$

تعداد درجه های ورنیه = ۱۰ قسمت

$$\text{دقت} = \frac{1\text{mm}}{10} = 0.1\text{ mm} \rightarrow \text{خطا} = \pm \frac{0.1\text{mm}}{2} = \pm 0.05\text{ mm}$$

ارقم بامعنا

ارقم بامعنا

تعداد درجه های ورنیه = ۵۰ قسمت

$$\text{دقت} = \frac{1\text{mm}}{50} = 0.02\text{ mm} \rightarrow \text{خطا} = \pm \frac{0.02\text{mm}}{2} = \pm 0.01\text{ mm}$$

ارقم بامعنا

ارقم بامعنا

تعداد درجه های ورنیه = ۲۰ قسمت

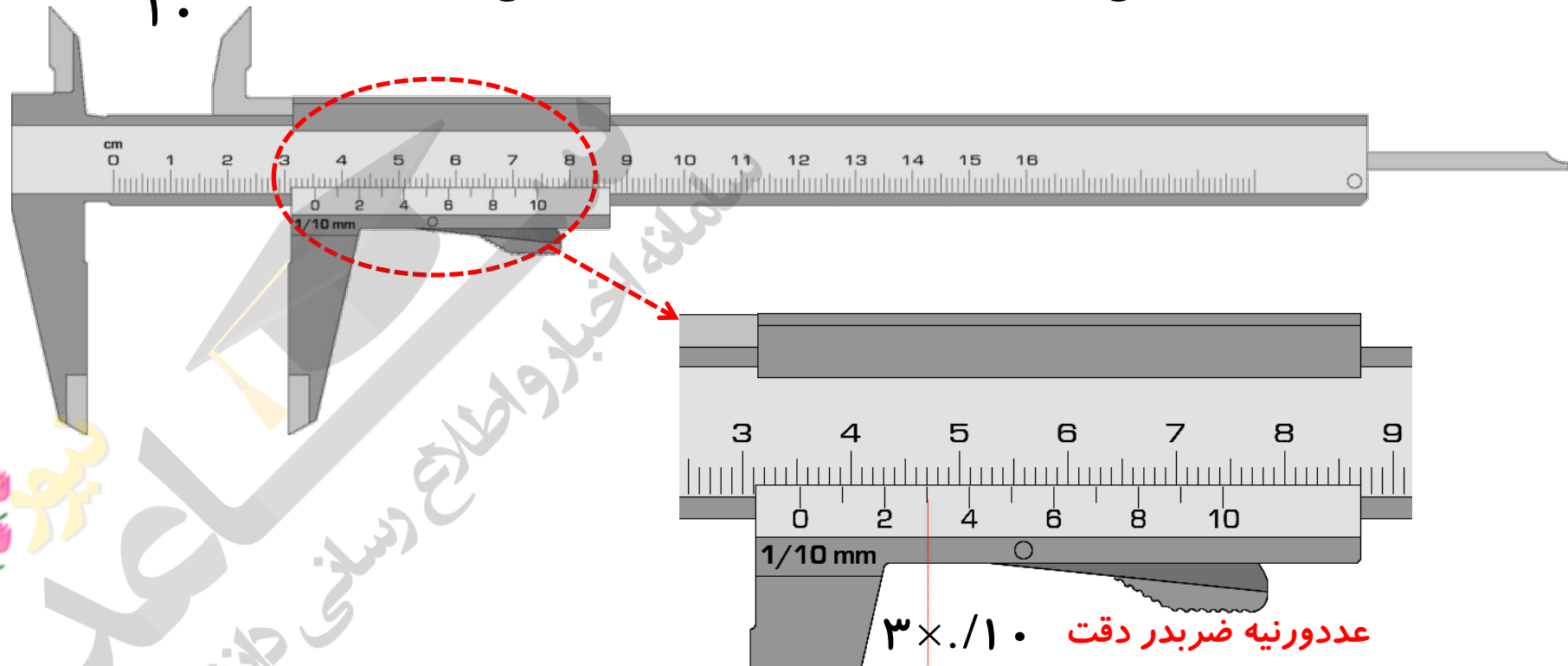
$$\text{دقت} = \frac{1\text{mm}}{20} = 0.05\text{ mm} \rightarrow \text{خطا} = \pm \frac{0.05\text{mm}}{2} = \pm 0.025\text{ mm}$$

ارقم بامعنا

خطا = $\pm 0.03\text{ mm}$

چون خطا و دقت هم مرتبه نیستند باید خطا روبه بالا گرد شود.

نحوه خواندن و گزارش نتیجه اندازه گیری با کولیس $\frac{1}{10} \text{ mm} = .01 \text{ mm}$

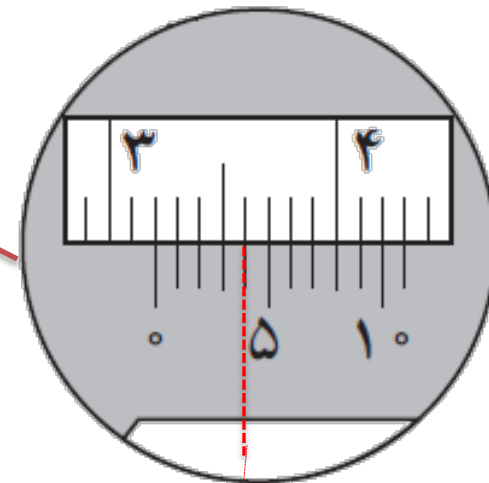
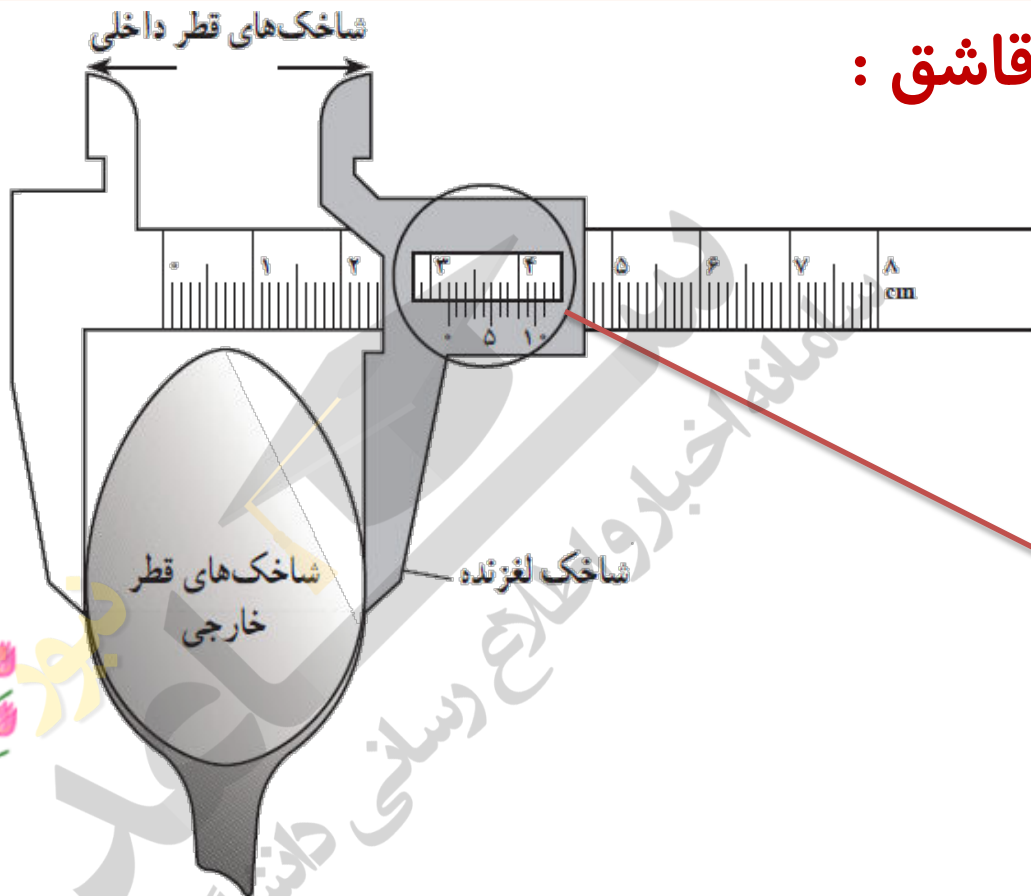


خطا $\pm$ درجه بندی ازورنیه + درجه بندی روی خط کش ثابت = اندازه کولیس

$$(35/00 + .03 \pm .05) \text{ mm}$$

$$\text{قطر خارجی یک قاشق} = (35/30 \pm .05) \text{ mm} = (3/530 \pm .005) \text{ cm}$$

اندازه گیری قطر خارجی یک قاشق :



عدد دورنیه ضرب در دقت $۴ \times . / ۱۰$

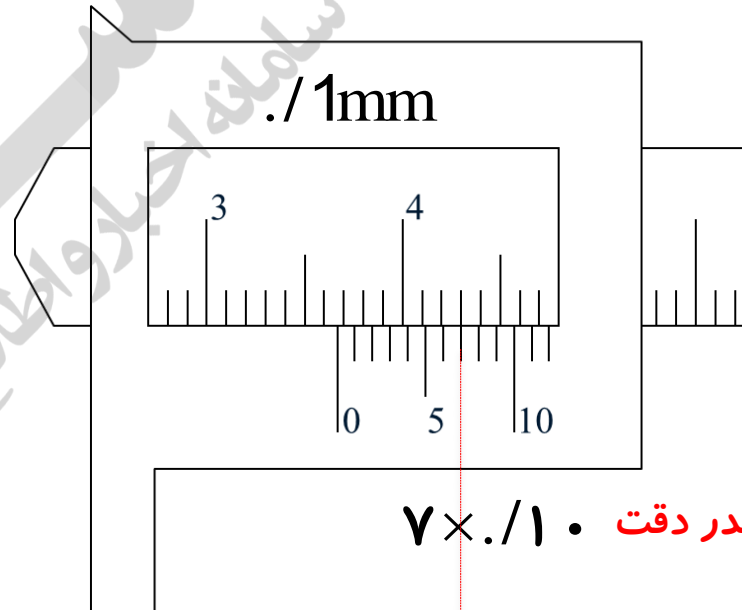
خطا $\pm$ درجه بندی ازورنیه + درجه بندی روی خط کش ثابت = قطر خارجی یک قاشق

$$(۳۲/۰۰ + . / ۴۰ \pm . / ۰۵) \text{ mm}$$

$$\text{قطر خارجی یک قاشق} = (۳۲/۴۰ \pm . / ۰۵) \text{ mm} = (۳/۲۴۰ \pm . / ۰۰۵) \text{ cm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.1 mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

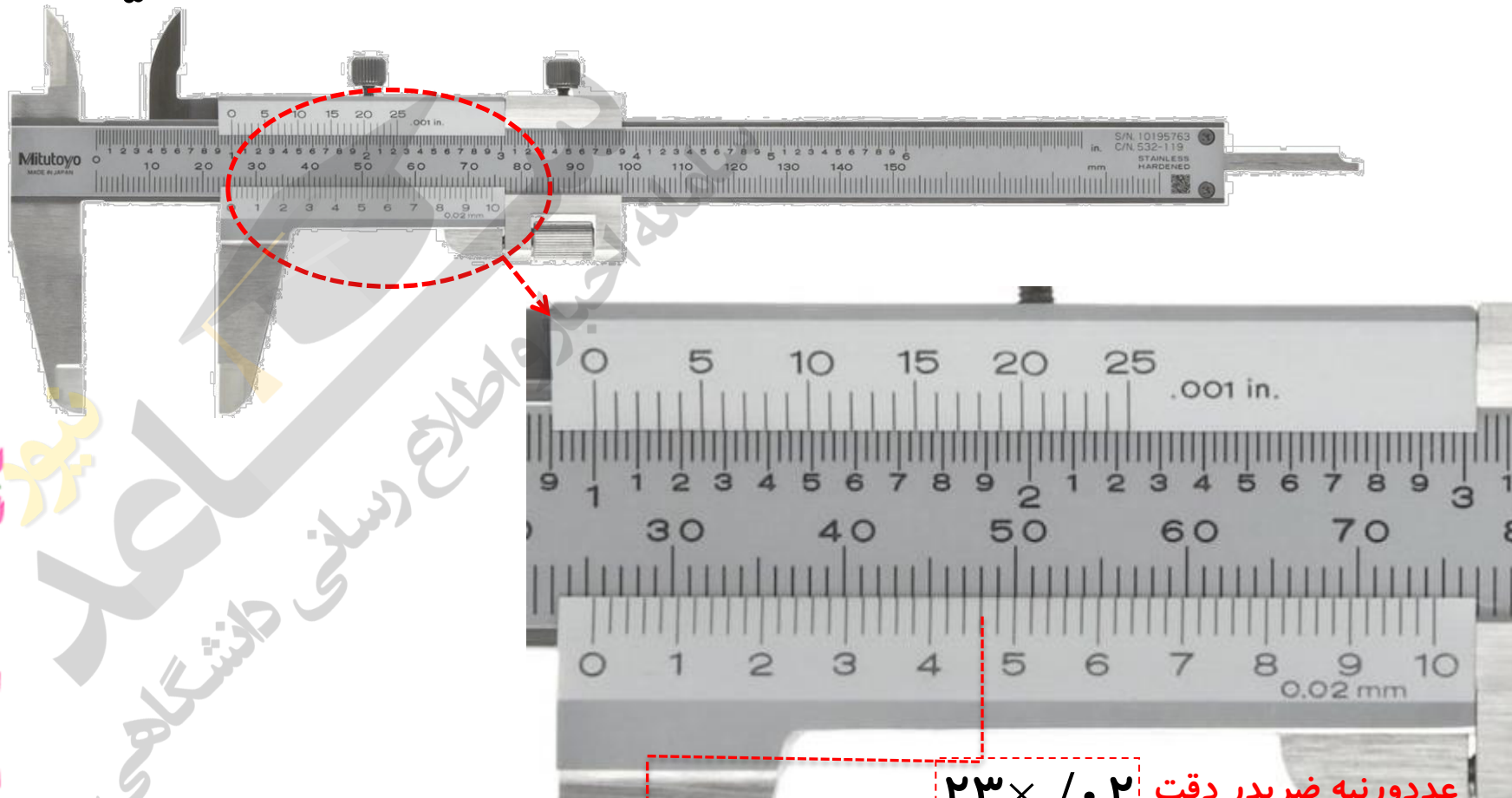
عددورنیه ضربدر دقت 0.1×7

خطا $\pm$ درجه بندی ازورنیه + درجه بندی روی خط کش ثابت = مقدار

$$(36/00 + 0.70 \pm 0.05) \text{ mm}$$

$$\text{مقدار} = (36/70 \pm 0.05) \text{ mm}$$

نحوه خواندن و گزارش نتیجه اندازه گیری با کولیس $\frac{1}{50} \text{ mm} = .02 \text{ mm}$

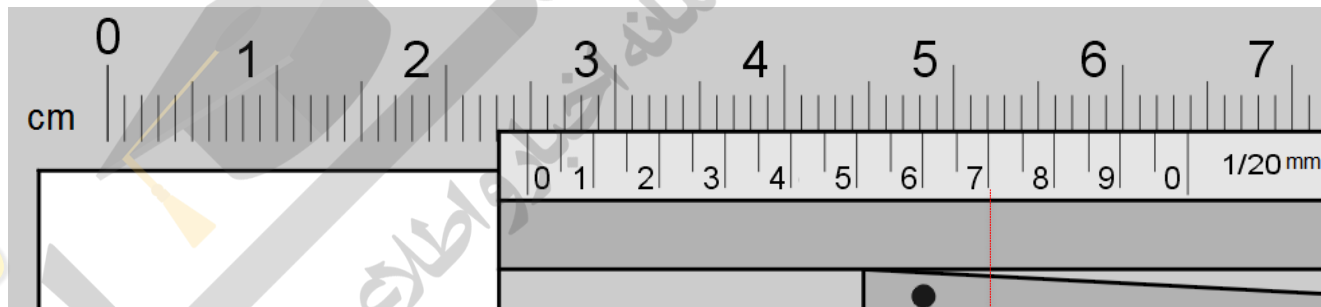


عدد دوریه ضرب در دقت $23 \times .02$

$$\text{اندازه کولیس} = (25/00 + .46 \pm .01) \text{ mm} = (25/46 \pm .01) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

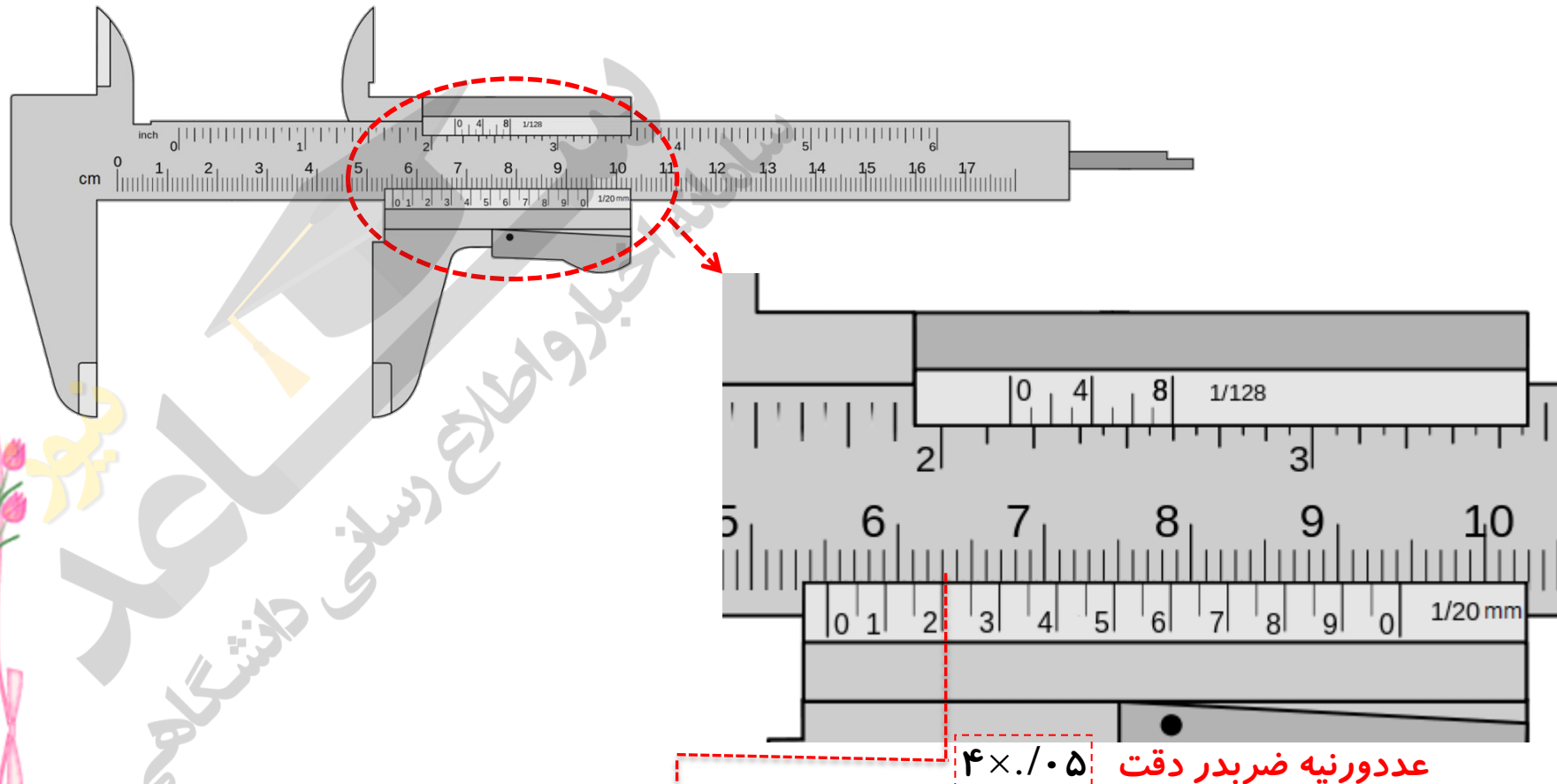
عددورنیه ضربدر دقت 0.5×14

خطا $\pm$ درجه بندی ازورنیه + درجه بندی روی خط کش ثابت = مقدار

$$(24/00 + 0.05 \pm 0.03) \text{ mm}$$

$$\text{مقدار} = (24/70 \pm 0.03) \text{ mm}$$

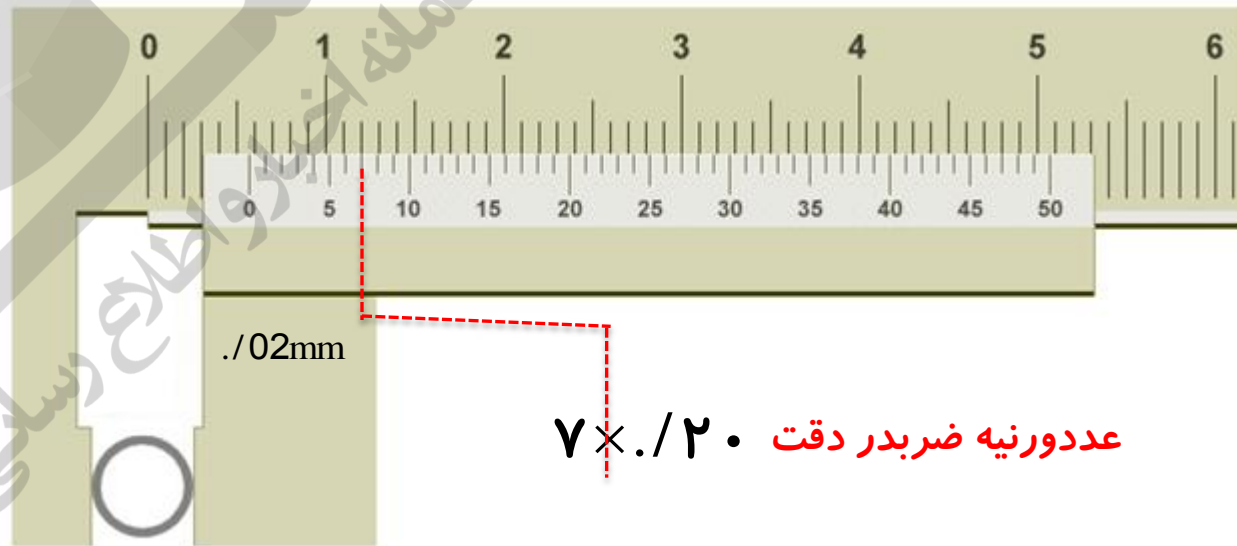
نحوه خواندن و گزارش نتیجه اندازه گیری با کولیس $\frac{1}{20} \text{ mm} = ./.05 \text{ mm}$



$$\text{اندازه کولیس} = (55/00 + ./.20 \pm ./.03) \text{ mm} = (55/20 \pm ./.03) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.02mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



عدد دورنیه ضربدر دقت 7×0.02

پاسخ:

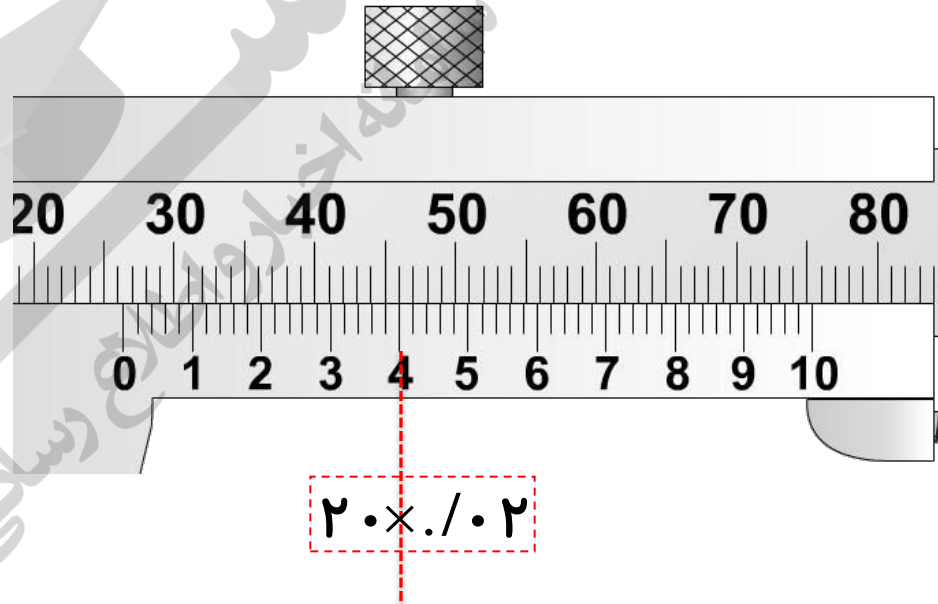
خطا $\pm$ درجه بندی ازورنیه + درجه بندی روی خط کش ثابت = مقدار

$$(5/00 + 0.14 \pm 0.02) \text{mm}$$

$$\text{مقدار} = (5/14 \pm 0.02) \text{mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.02mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

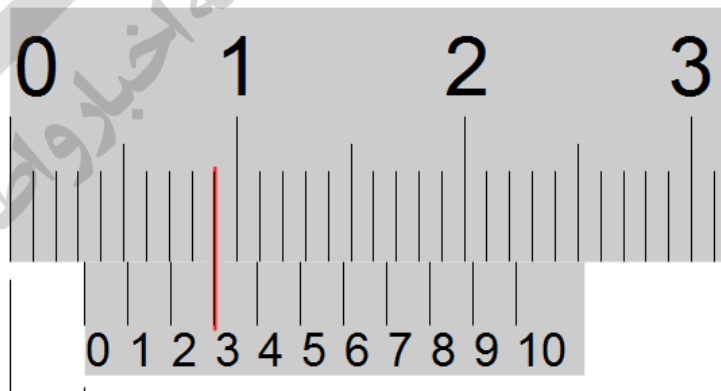


پاسخ:

$$\text{اندازه کولیس} = (26/0.0 + . / 4.0 \pm . / 0.1)\text{mm} = (26/4.0 \pm . / 0.1)\text{mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.1 mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

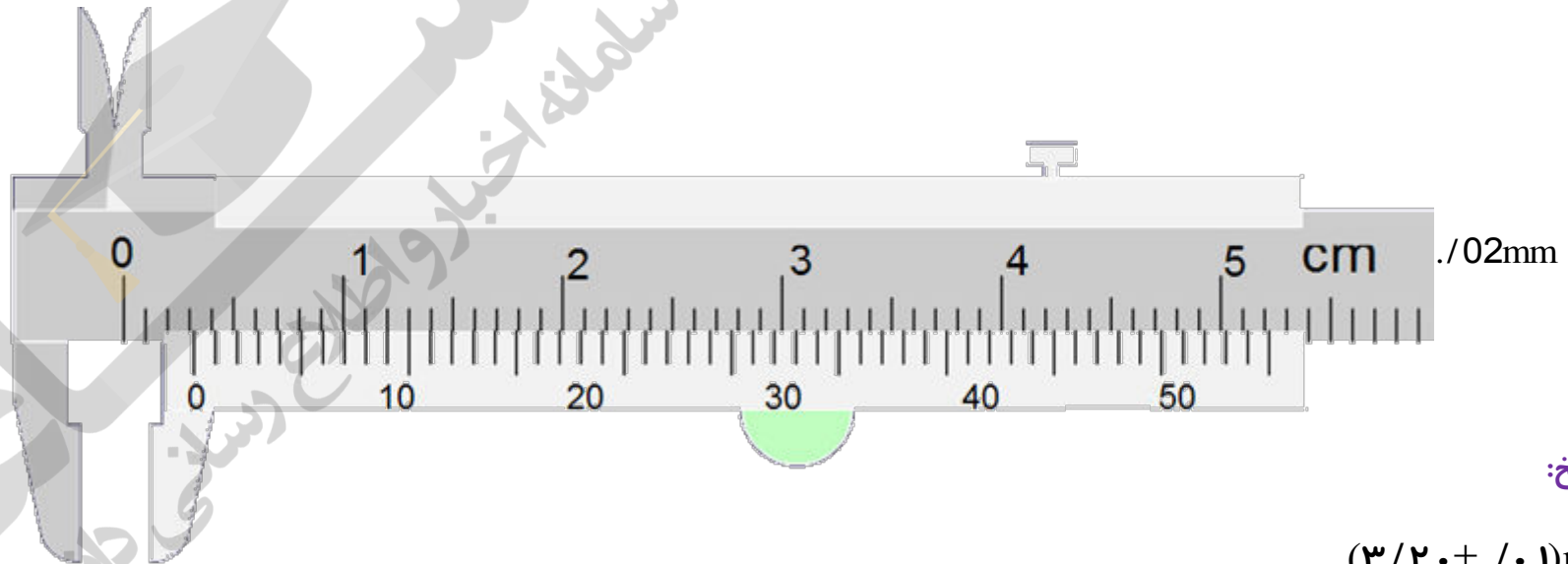


پاسخ:

$$(3/30 \pm 0.05) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.02mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

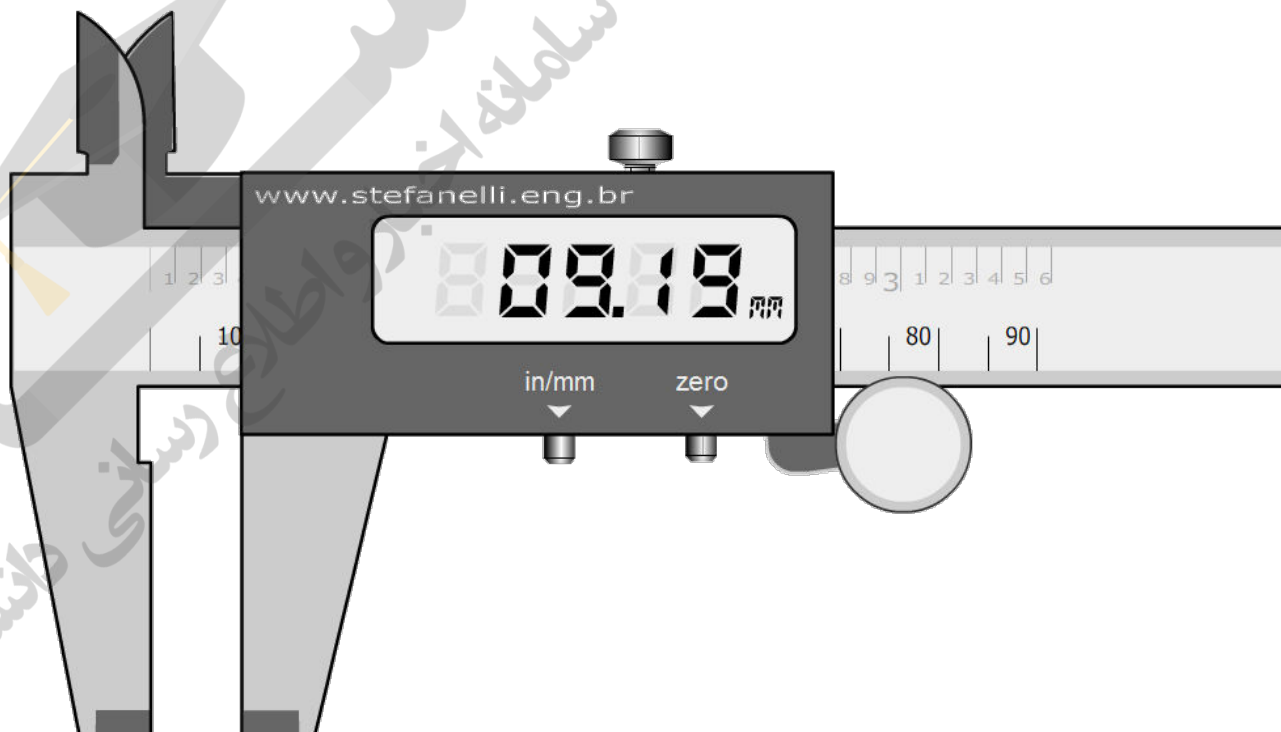


پاسخ:

 $(3.20 \pm 0.01)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس دیجیتال را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

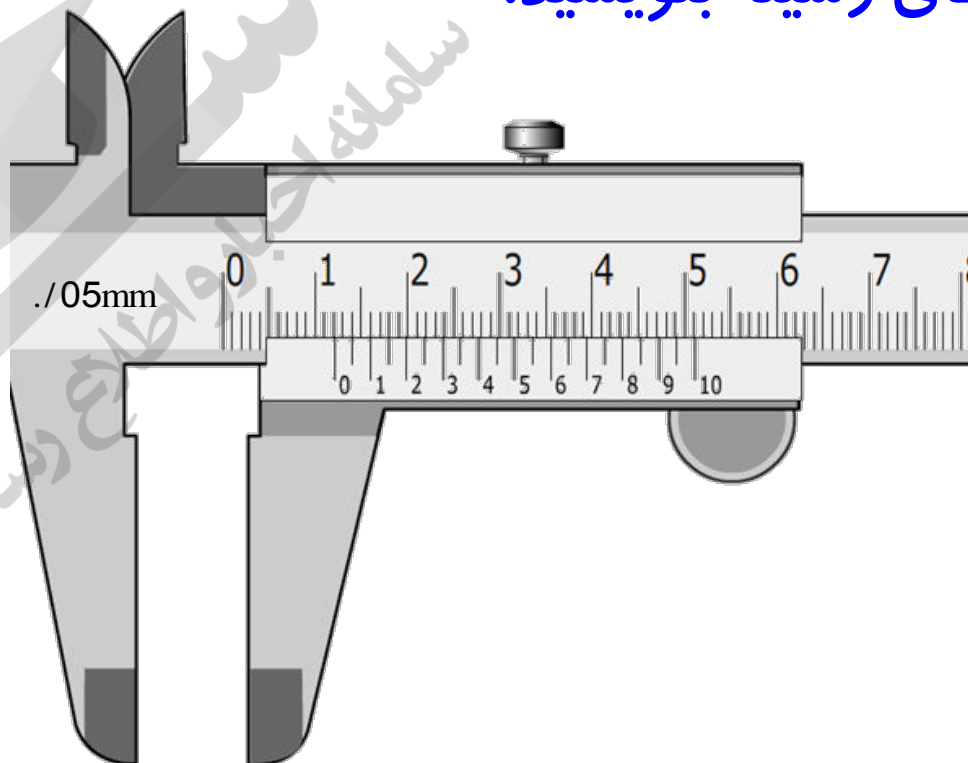


پاسخ:

$$(9.19 \pm 0.1) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

 $(2.5 \pm 0.05)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس $1\text{ mm} / 0$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

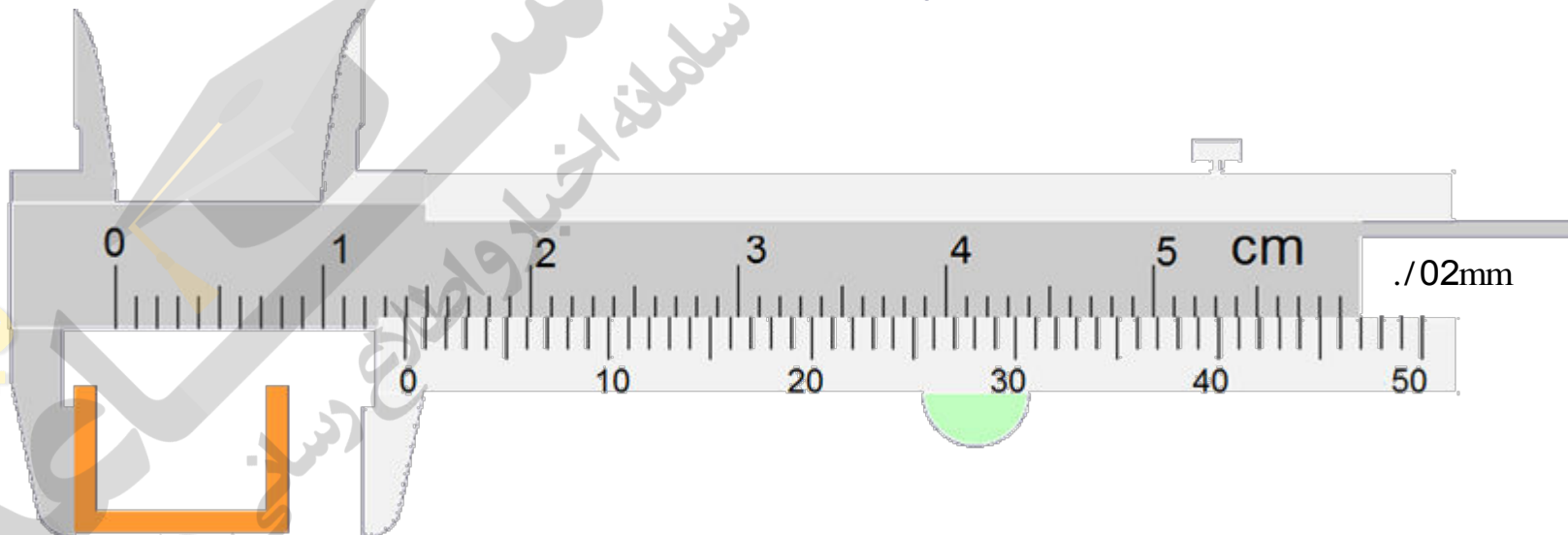


پاسخ:

$$(3.4 \pm 0.05)\text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.02mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

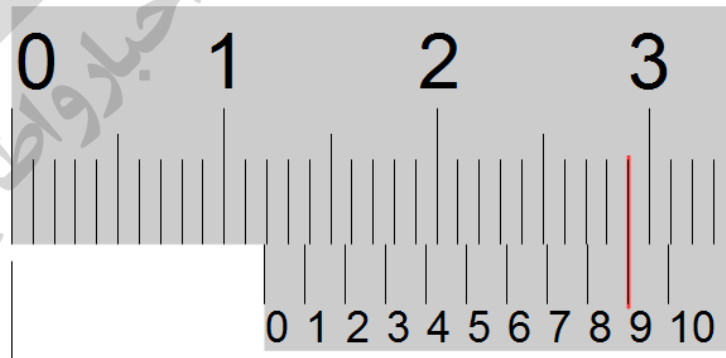


پاسخ:

 $(13.92 \pm 0.02)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس $1\text{ mm} / 0$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

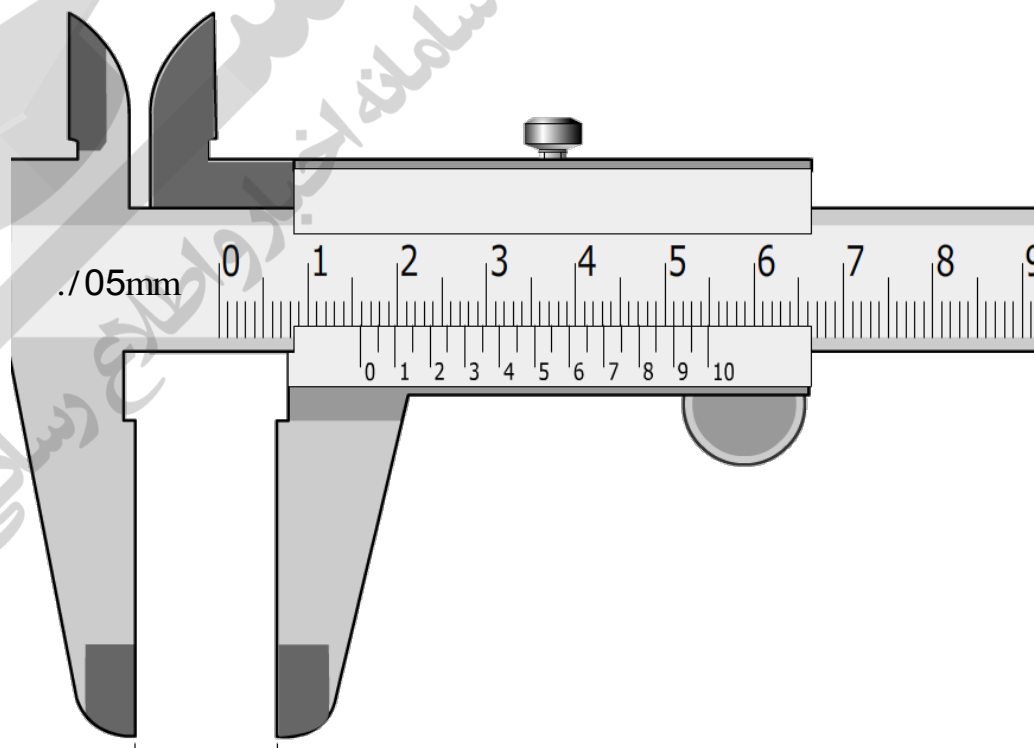


پاسخ:

$$(11/90 \pm 0.5) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

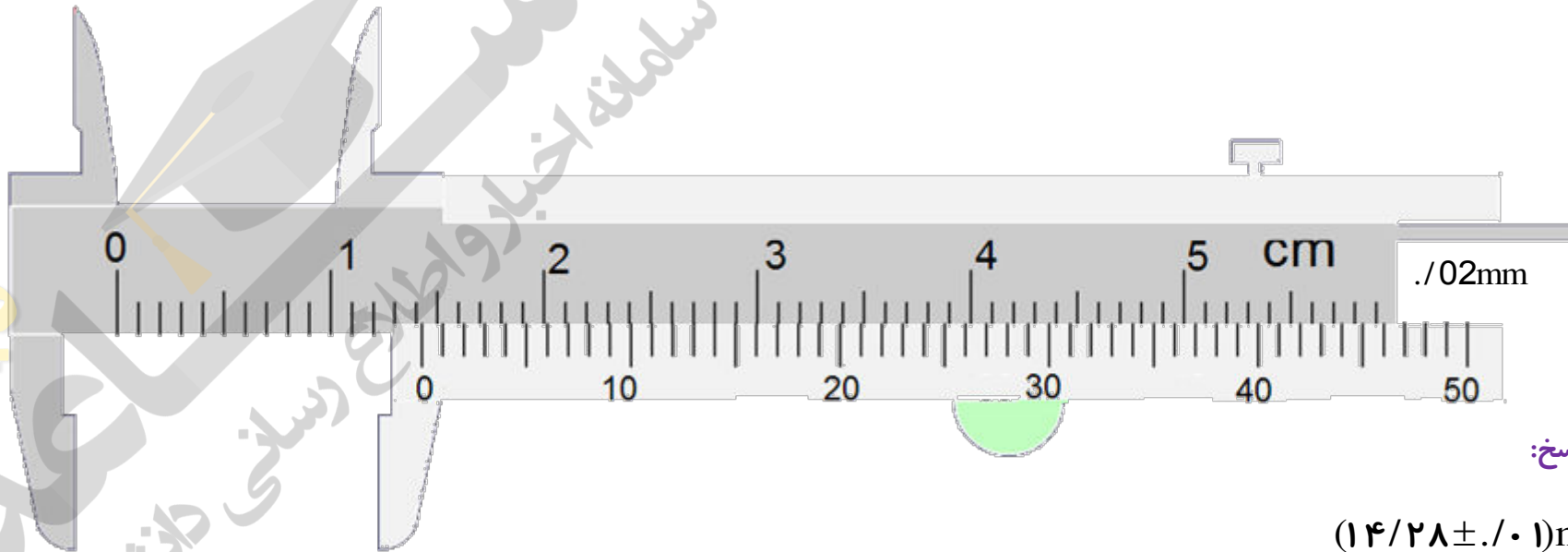


پاسخ:

$$(15.85 \pm 0.3)\text{mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.02mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

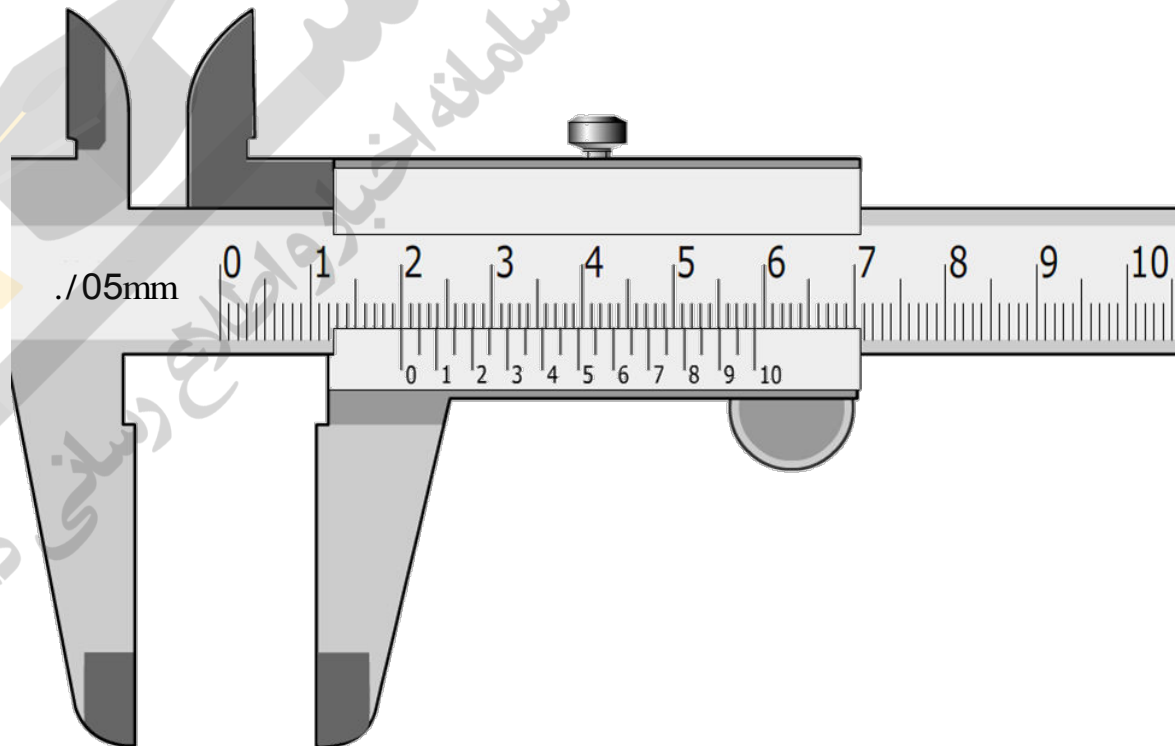


پاسخ:

$$(14.28 \pm 0.01) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

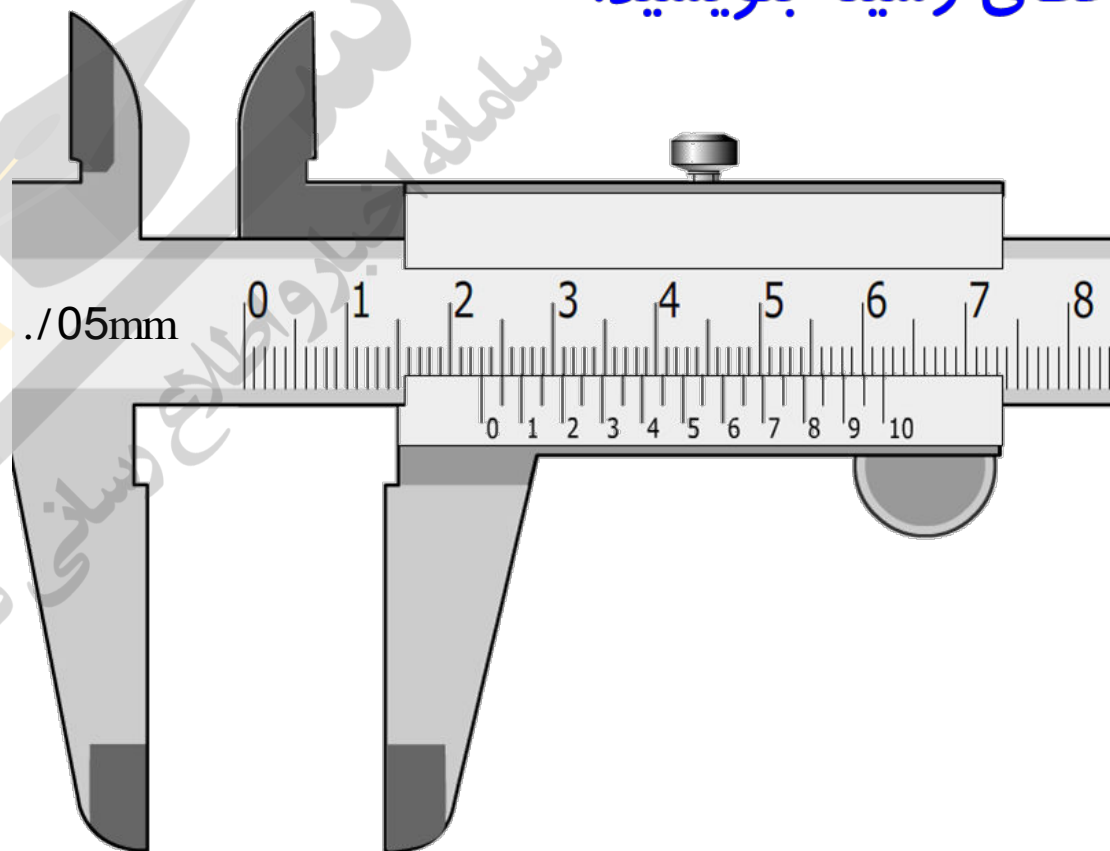


پاسخ:

 $(20.00 \pm 0.03)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

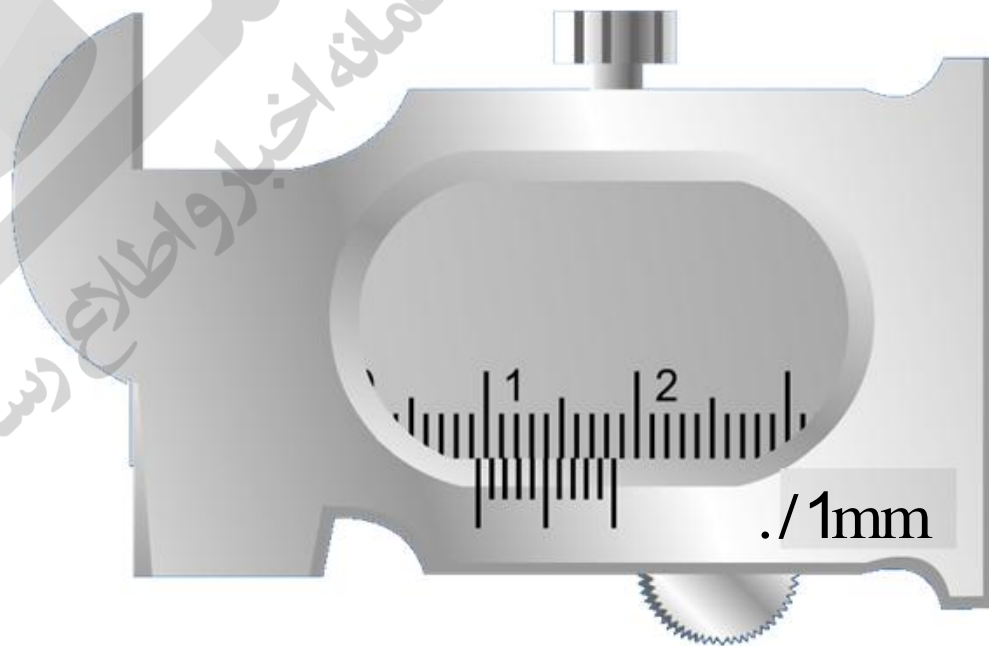


پاسخ:

 $(23.5 \pm 0.3)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.1 mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

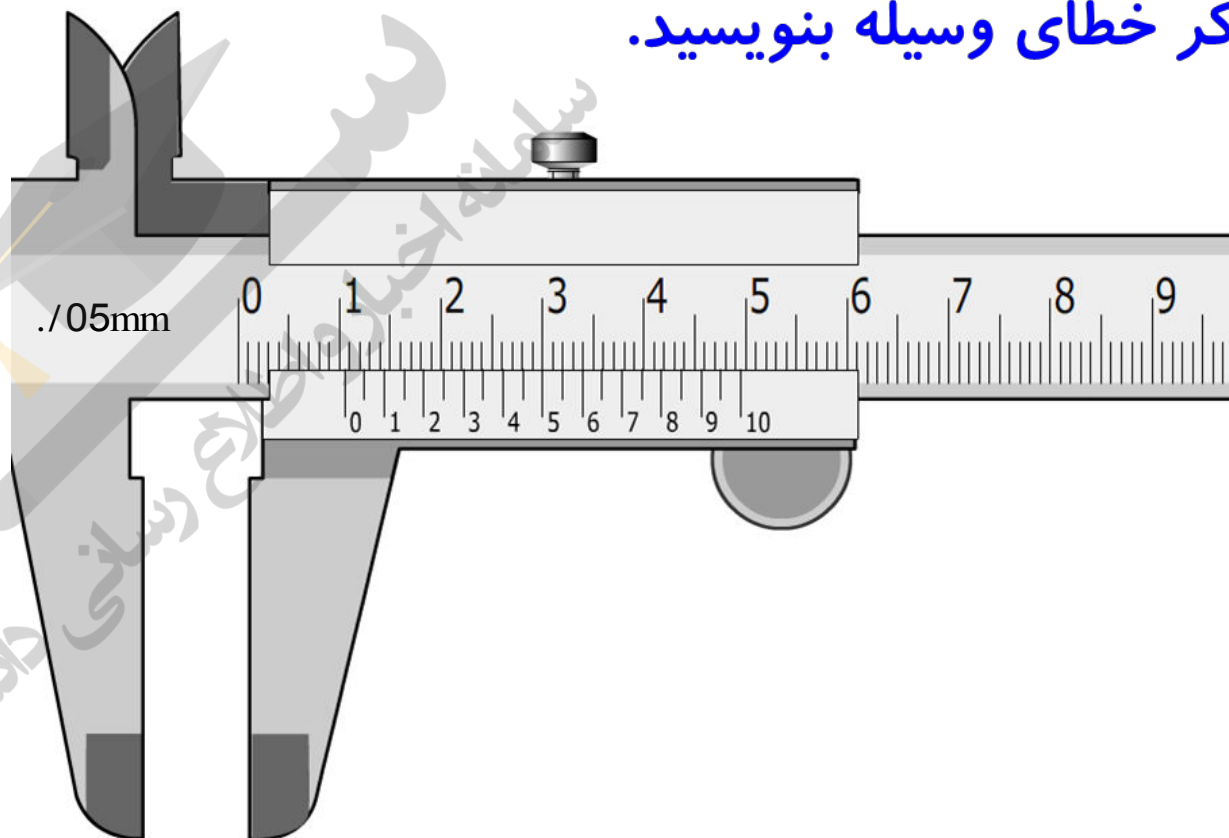


پاسخ:

 $(1.6 \pm 0.05)\text{ mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

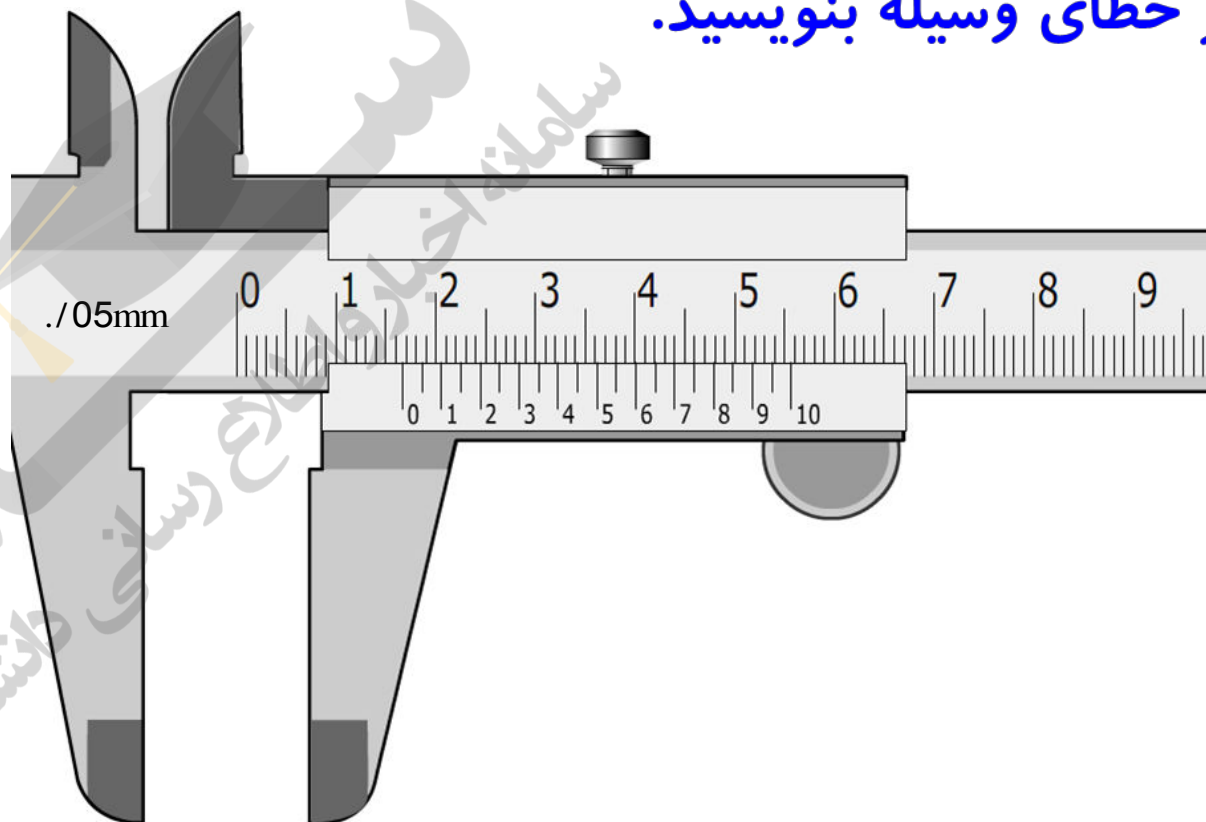


پاسخ:

$$(5.6 \pm 0.05) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

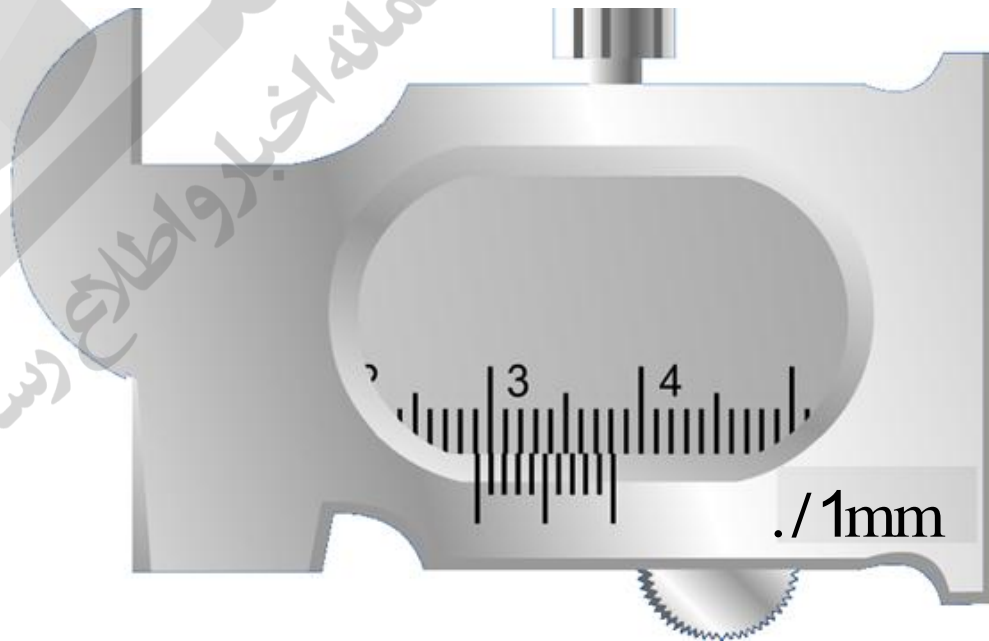


پاسخ:

 $(16.70 \pm 0.3)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس $1\text{ mm} / 0$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

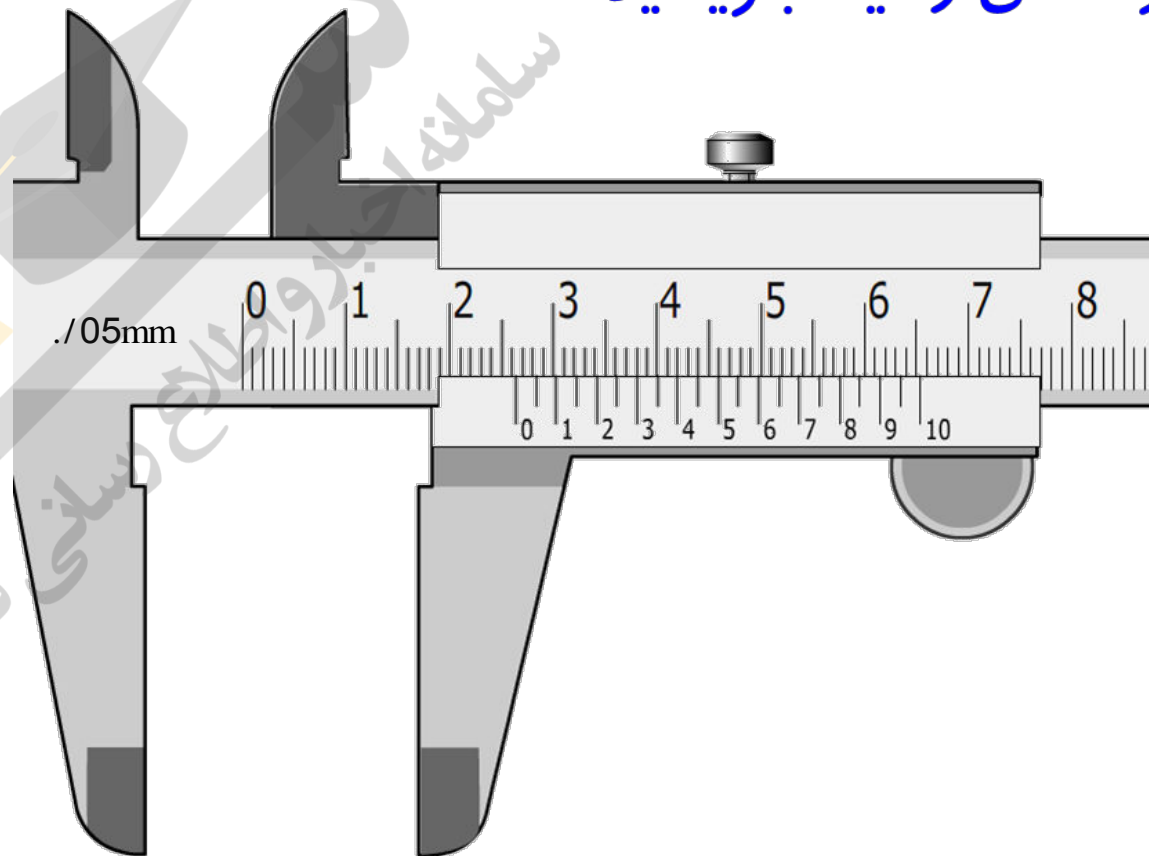


پاسخ:

 $(29/10 \pm 0.5)\text{ mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

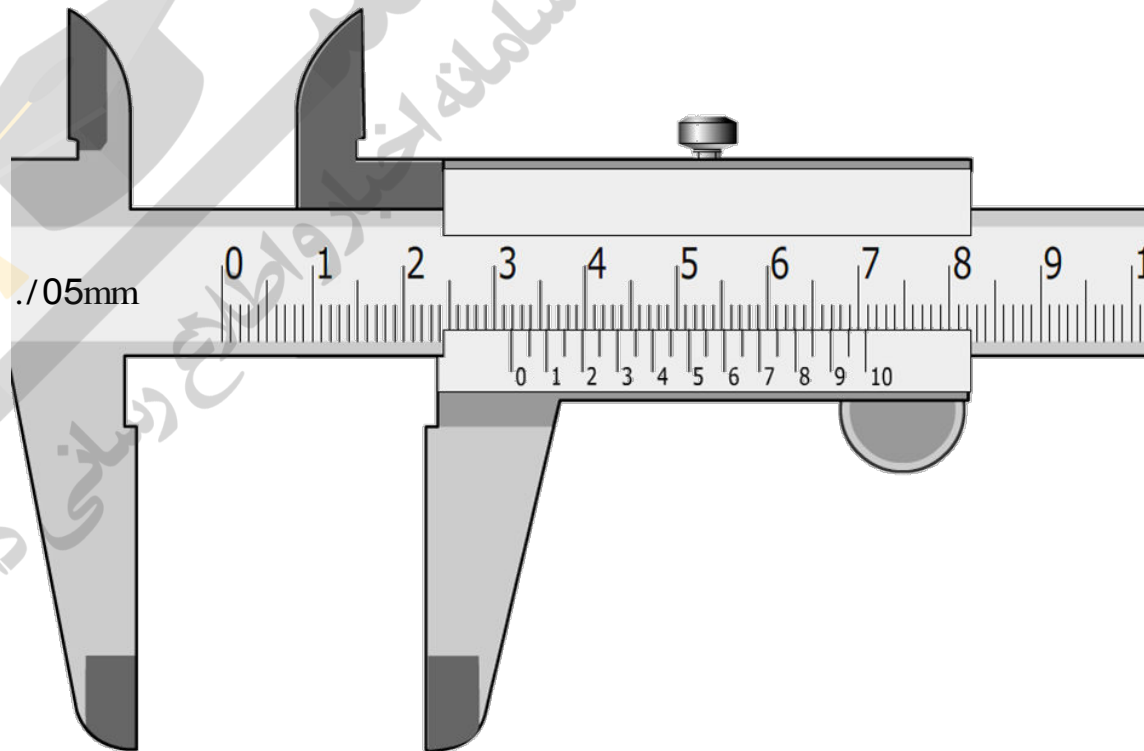


پاسخ:

 $(26/40 \pm 0.3)\text{mm}$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک کولیس 0.5mm را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

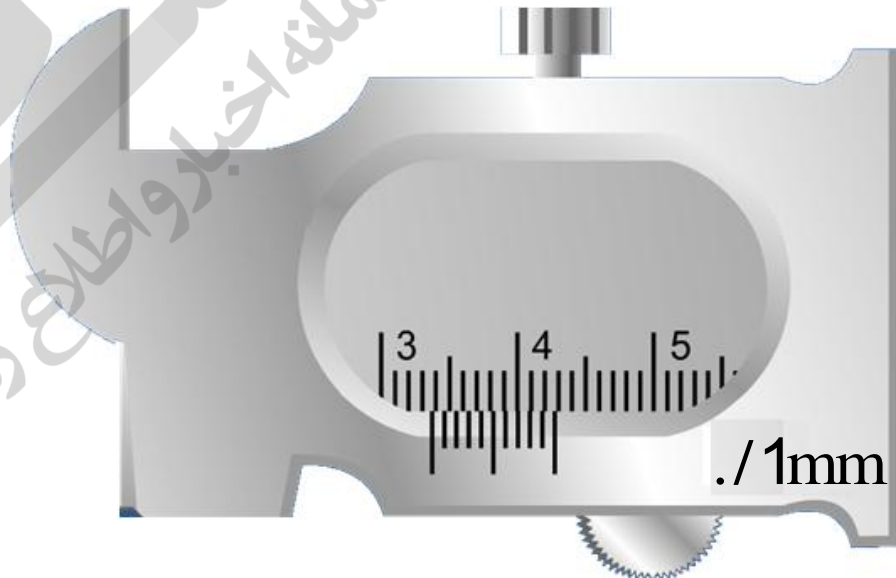


پاسخ:

$$(31/85 \pm 0.3)\text{mm}$$

پرسش:

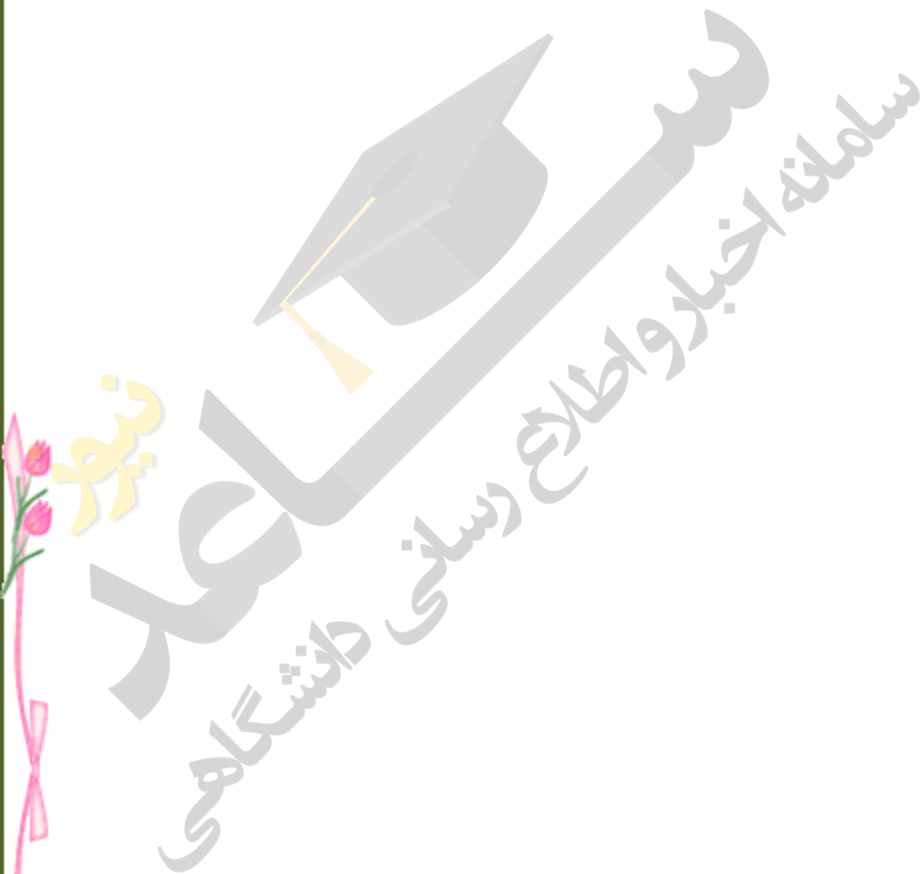
شکل زیر بخشی از یک کولیس $1\text{ mm} / 0$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



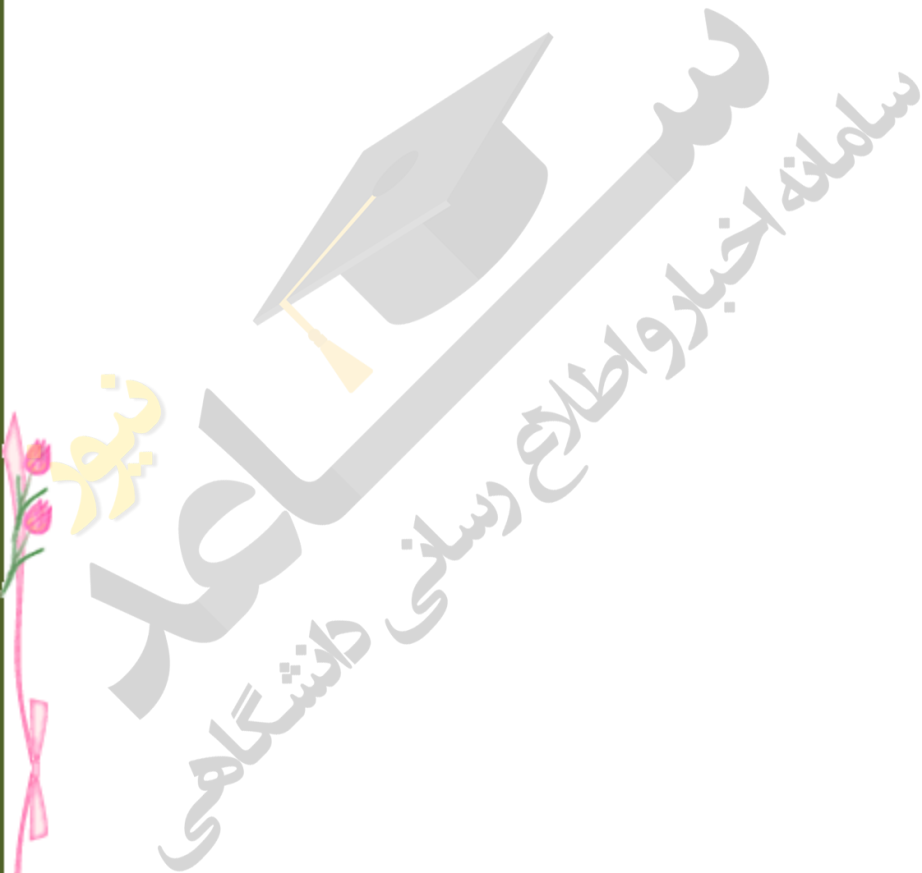
پاسخ:

 $(33/70 \pm 0.5)\text{ mm}$

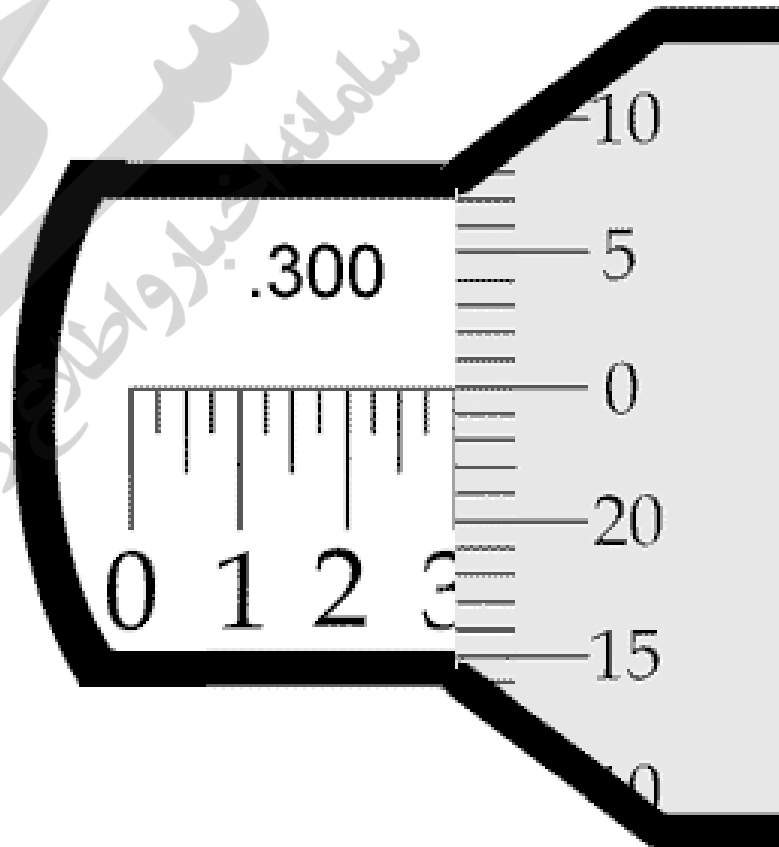
انیمیشن ریز سنج



انیمیشن ریز سنج



انیمیشن ریزسنج



پیدا کردن دقت و خطا در ریزسنج

0.5mm



با یک دور چرخاندن استوانه چرخان (کلاهک)
زبانه ها نیم میلیمتر از هم فاصله می گیرند.

$$\text{دقت ریزسنج} = \frac{\text{دقت خط کش اصلی}}{\text{تعداد درجه های کلاهک}}$$

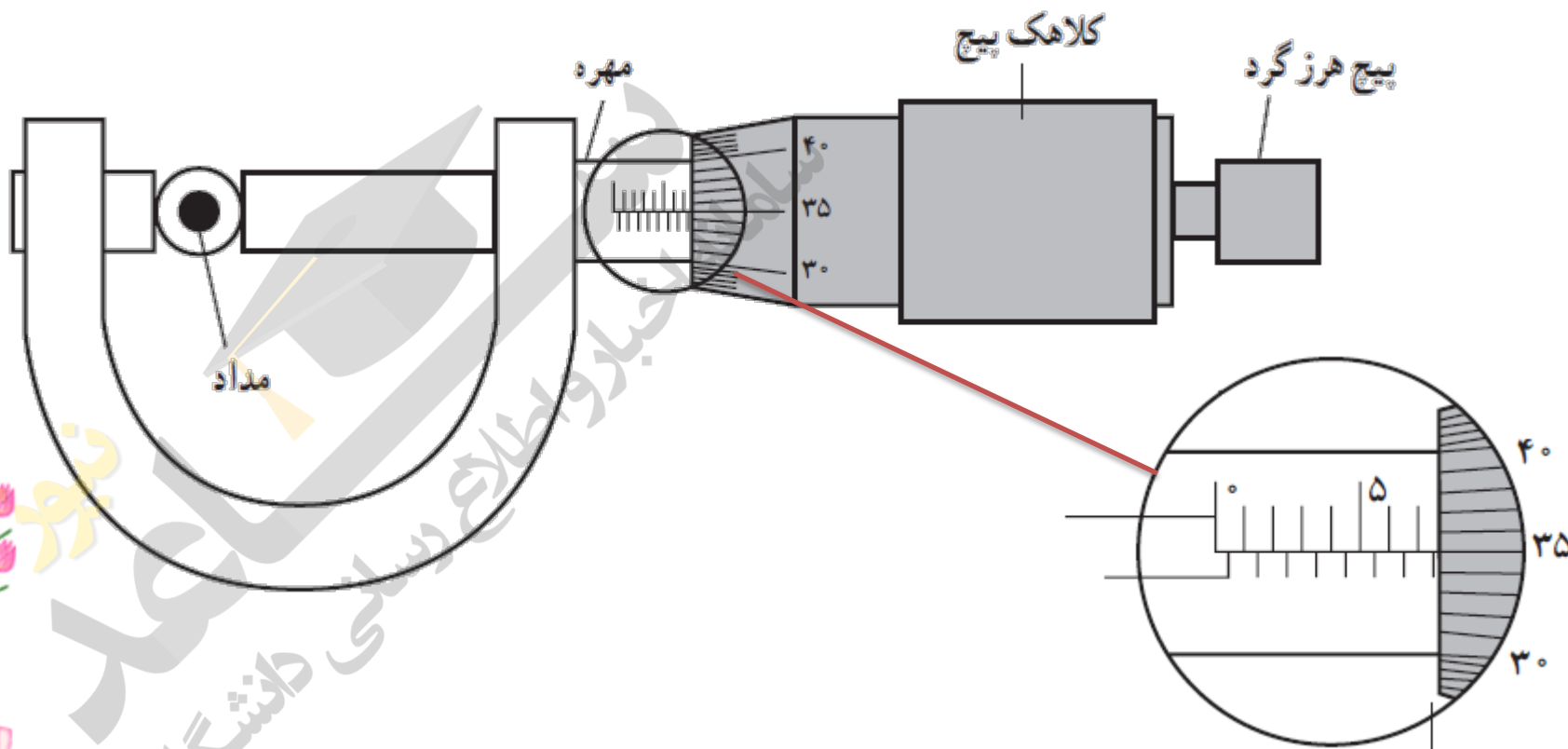
$$\text{دقت} = \frac{0.5\text{mm}}{50} = 0.01\text{mm}$$

ارقم بامعنا

$$\text{خطا} = \pm \frac{0.01\text{mm}}{2} = \pm 0.005\text{mm}$$

ارقم بامعنا

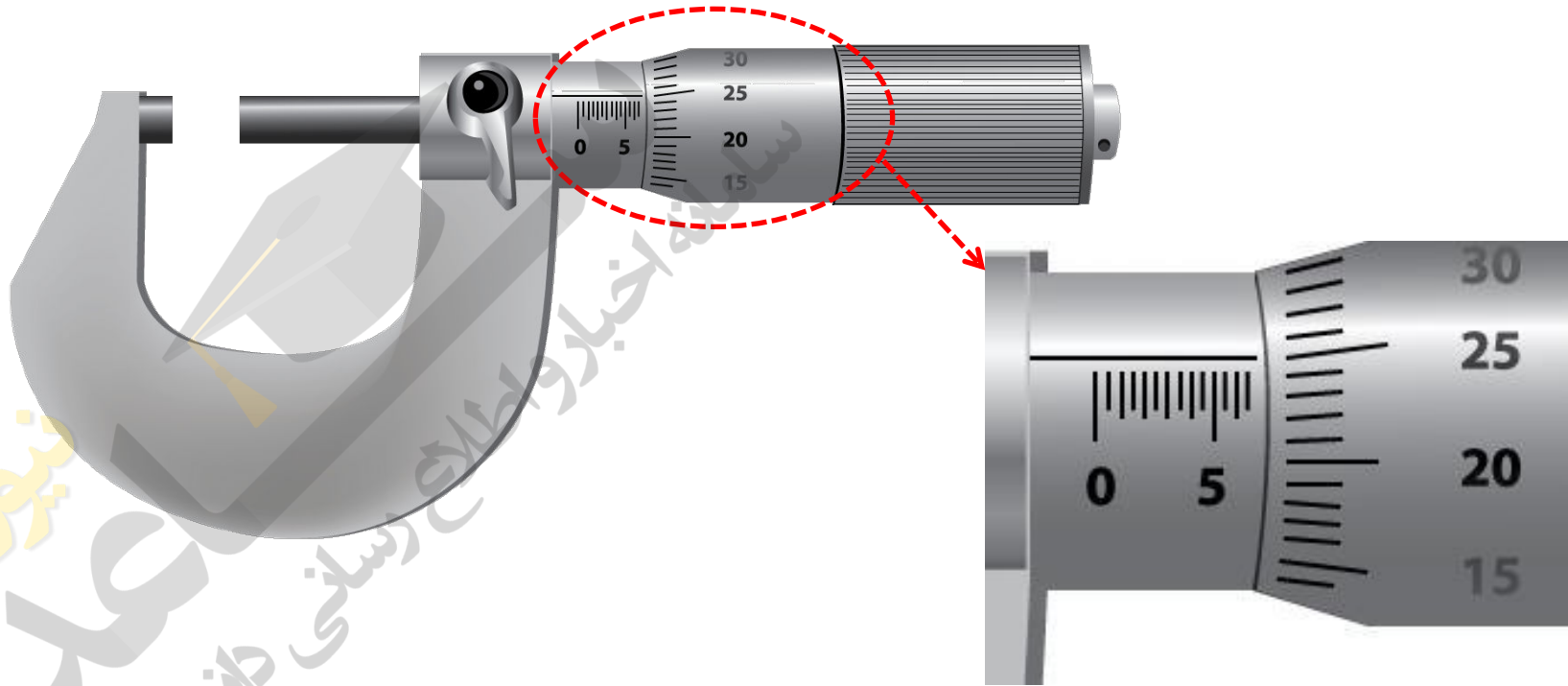
اندازه گیری قطر مداد با ریزسنج :



خطا $\pm$ درجه بندی از کلاهک + درجه بندی روی مهره = قطر مداد

$$\text{قطر مداد} = (7/50.0 + . / 35.0 \pm . / 0.05) \text{mm} = (7/85.0 \pm . / 0.05) \text{mm}$$

نحوه خواندن و گزارش نتیجه اندازه گیری با ریزسنج 0.01mm



خطا $\pm$ + درجه بندی از کلاهک که روی مهره است = اندازه ریزسنج

$$\text{اندازه ریزسنج} = (6/500 + 0.025 \pm 0.005) \text{mm} = (6/750 \pm 0.005) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



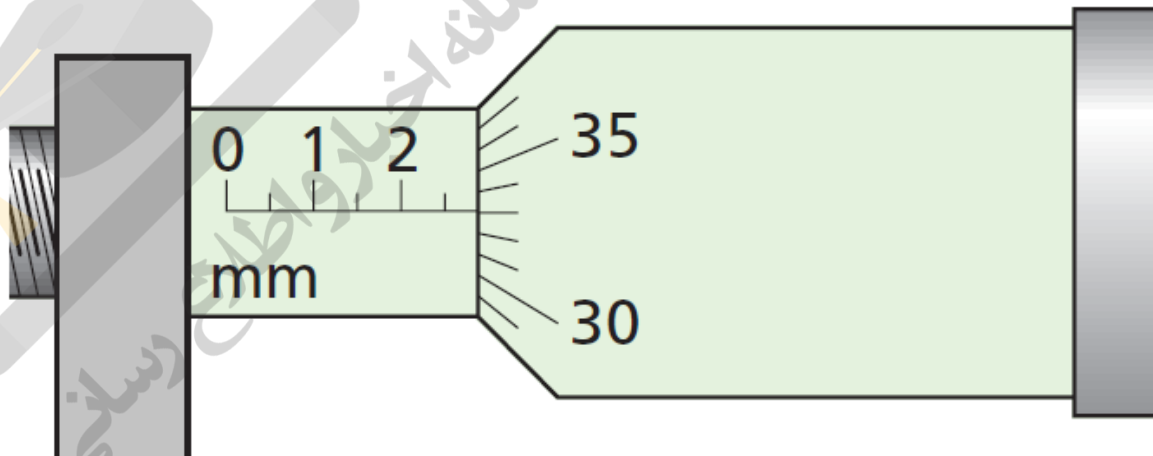
پاسخ:

خطا $\pm$ درجه بندی از کلاهک + درجه بندی روی مهره = مقدار

$$\text{مقدار} = (0.000 + 0.005) \text{ mm} = 0.005 \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک ریزسنج $mm\ 0.1/0$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

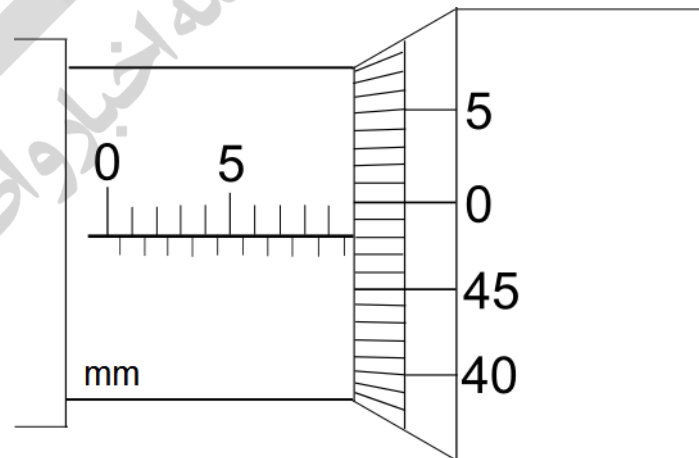


پاسخ:

$$\text{مقدار} = (2/500 + . / 332 \pm . / 0.05) \text{mm} = (2/832 \pm . / 0.05) \text{mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک ریزسنج $mm\ 0.01/0$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

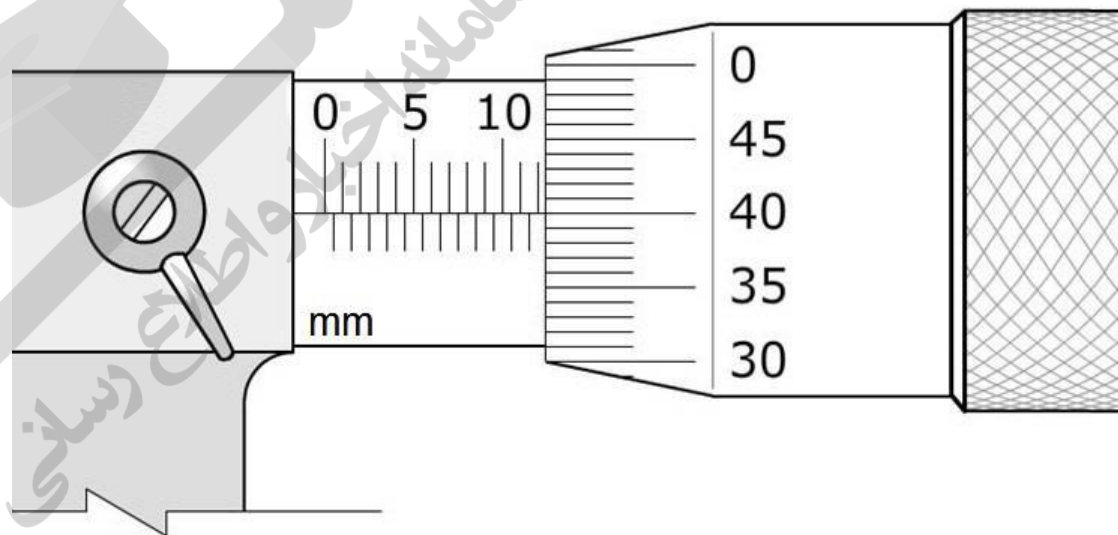


پاسخ:

$$\text{مقدار} = (9.81 \pm 0.005) \text{ mm} = (9.81 \pm 0.005) \text{ mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک ریزسنج $mm\ 0.01$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (12/0.01 + 0.40 \pm 0.005) \text{ mm} = (12/40.0 \pm 0.005) \text{ mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید

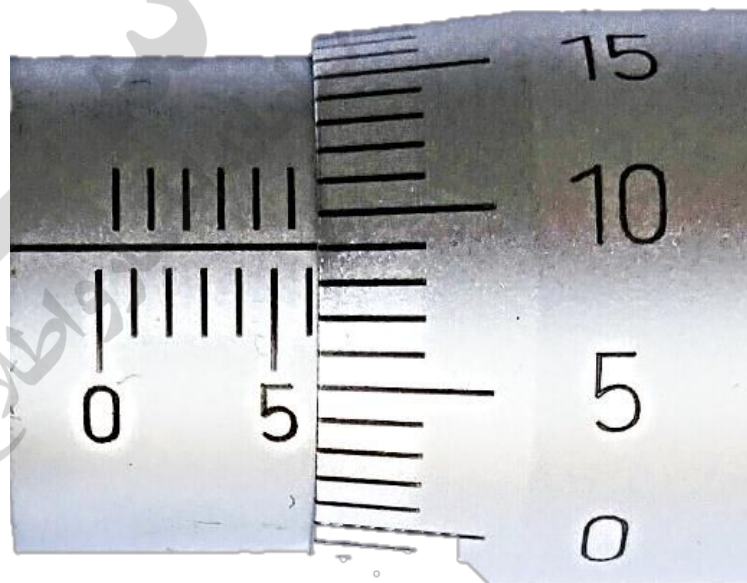


پاسخ:

$$\text{مقدار} = (3/0.00 + ./.09 \pm ./.005) \text{mm} = (3/0.9 \pm ./.005) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (6/0.00 + ./.09 \pm ./.005) \text{mm} = (6/0.9 \pm ./.005) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید

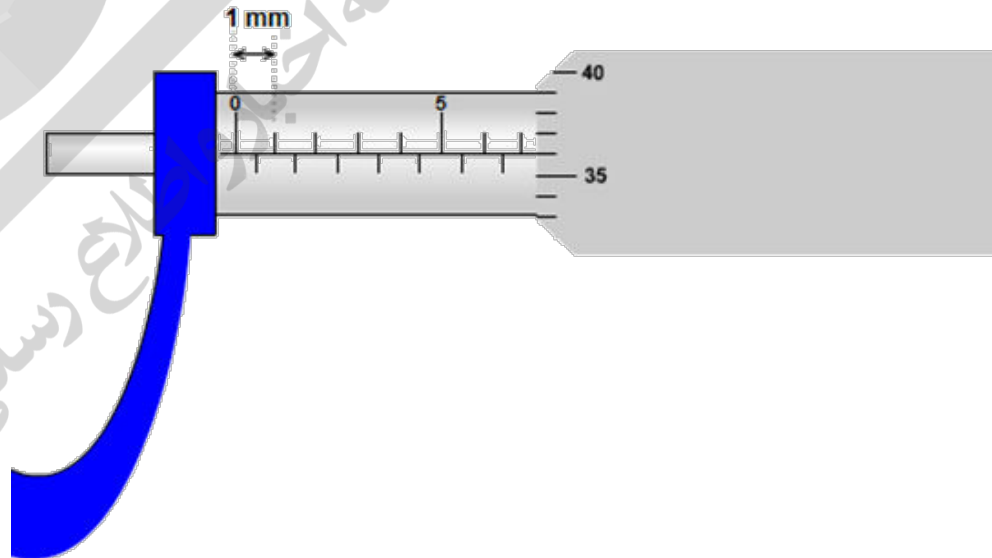


پاسخ:

$$\text{مقدار} = (۳/۵۰۰ + ./۰۶۰ \pm ./۰۰۵) \text{mm} = (۳/۵۶۰ \pm ./۰۰۵) \text{mm}$$

پرسش:

شکل زیر بخشی از یک ریزسنج $1\text{ mm}/0.01$ را نشان می دهد. نتیجه اندازه گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ:

$$(7/360 \pm 0.05)\text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (۳/۵۰۰ + ./۴۶۰ \pm ./۰۰۵) \text{mm} = (۳/۹۶۰ \pm ./۰۰۵) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (20 / 500 + . / 263 \pm . / 005) \text{mm} = (20 / 763 \pm . / 005) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (5/500 + ./.31 \pm ./.005) \text{mm} = (5/81.0 \pm ./.005) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید

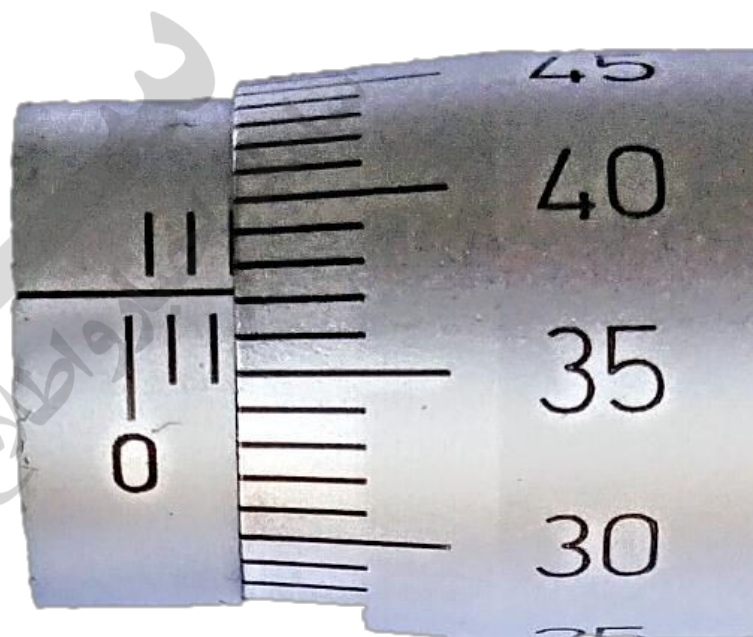


پاسخ:

$$\text{مقدار} = (۷/۵۰۰ + ./۲۲۱ \pm ./۰.۰۵) \text{mm} = (۷/۷۷۱ \pm ./۰.۰۵) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید

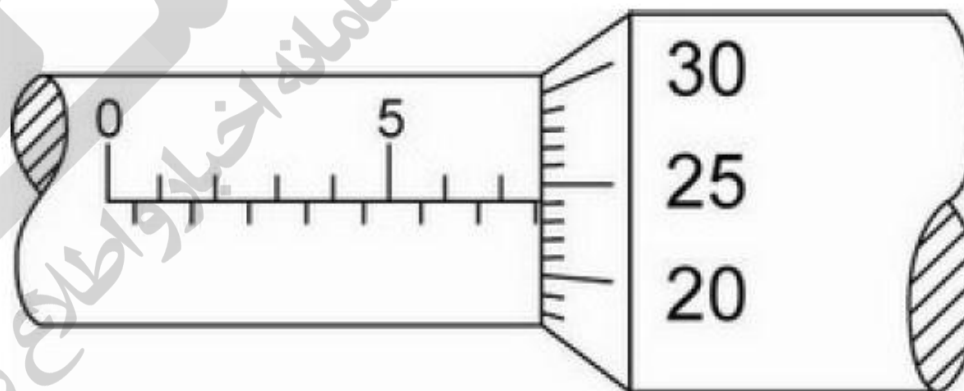


پاسخ:

$$\text{مقدار} = (۲/۰۰۰+./۳۷۲\pm./۰۰۵)\text{mm} = (۲/۳۷۲\pm./۰۰۵)\text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (7/500 + . / 240 \pm . / 005) \text{mm} = (7/740 \pm . / 005) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (۷/۰۰۰ + ./۳۸.۰ \pm ./۰.۰۵) \text{mm} = (۷/۸۸.۰ \pm ./۰.۰۵) \text{mm}$$

پرسش:

اندازه ی روی ریزسنج را بخوانید



پاسخ:

$$\text{مقدار} = (5/500 + . / 278 \pm . / 0.05) \text{mm} = (5/778 \pm . / 0.05) \text{mm}$$

پرسش:

جرم یک سوزن ته گرد را چگونه می توان با یک ترازوی آشپزخانه اندازه گیری کرد؟

پاسخ:

تعدادی سوزن ته گرد روی کفه ترازو می ریزیم تا به ۱۰ گرم برسد آنگاه تعداد سوزن ته گرد ها را شمارش می کنیم، عدد ۱۰ را بر تعداد سوزن ته گرد تقسیم می کنیم جرم یک سوزن ته گرد به دست می آید.



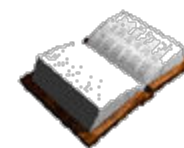
پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان باکمک خط کش معمولی ضخامت یک برگ کاغذ را اندازه گیری نمود؟



پاسخ:

تعدادی کاغذ بین خط کش قرار می دهیم تا به ۱ سانتی متر برسد آنگاه تعداد کاغذ ها را شمارش می کنیم، عدد ۱ را بر تعداد کاغذها تقسیم می کنیم ضخامت یک کاغذ به دست می آید.

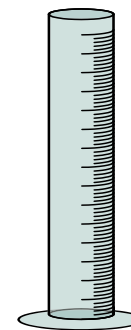
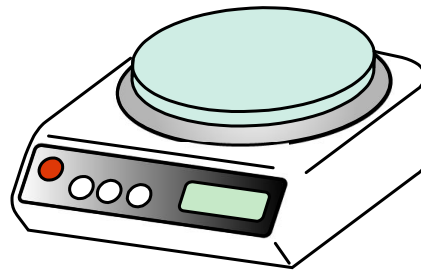


پرسش:

آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطره آب را اندازه گیری کرد.

پاسخ:

به کمک قطره جکان تعداد ۵۰ یا ۱۰۰ قطره آب را داخل یک استوانه مدرج می ریزیم. حجم آن بدست می آید این عدد را بر تعداد قطره ها تقسیم می کنیم حجم یک قطره بدست می آید. برای تعیین جرم، تعداد ۵۰ یا ۱۰۰ قطره آب را روی ترازو گذاشته، مقدار بدست آمده را بر تعداد قطره ها تقسیم می کنیم و جرم یک قطره را به دست می آید.

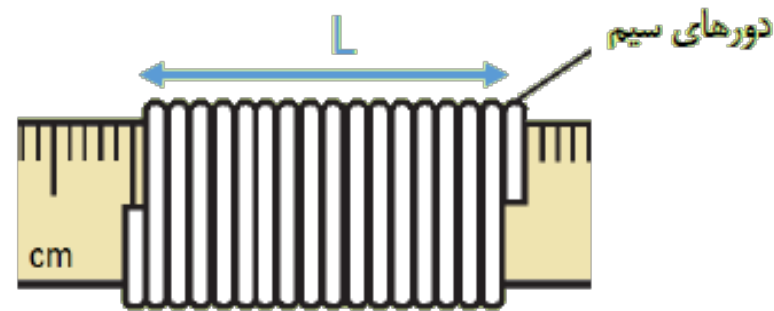
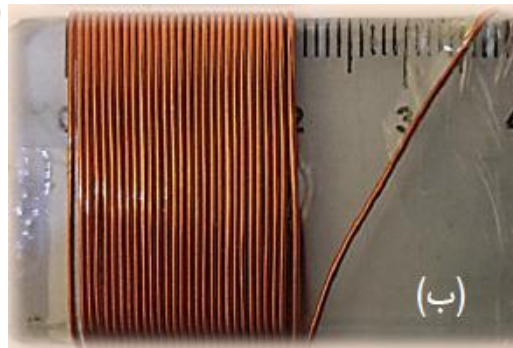


پرسش:

تکه ای سیم لاکی نازک یا نخ قرقره به طول تقریبی یک متر تهیه کنید.
آزمایشی طراحی و اجرا کنید که به کمک یک خط کش میلیمتری بتوان قطر
این سیم یا نخ را اندازه گیری کرد.

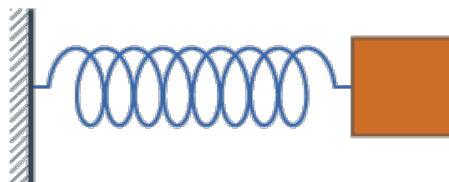
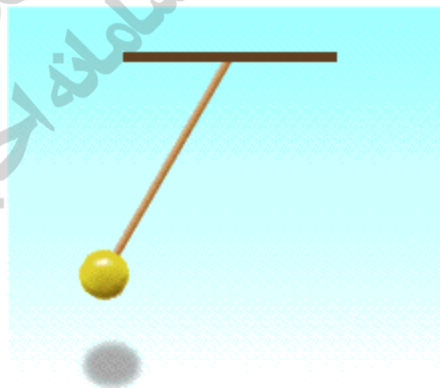
پاسخ:

سیم را دور یک خط کش میلیمتری و کاملاً مجاور هم پیچید. با تقسیم طول L بر تعداد
دور سیم، قطر سیم به دست می آید.



پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان باکمک ساعت، زمان نوسان آونگ (رفت و برگشت) را اندازه گیری نمود؟





پرسش:

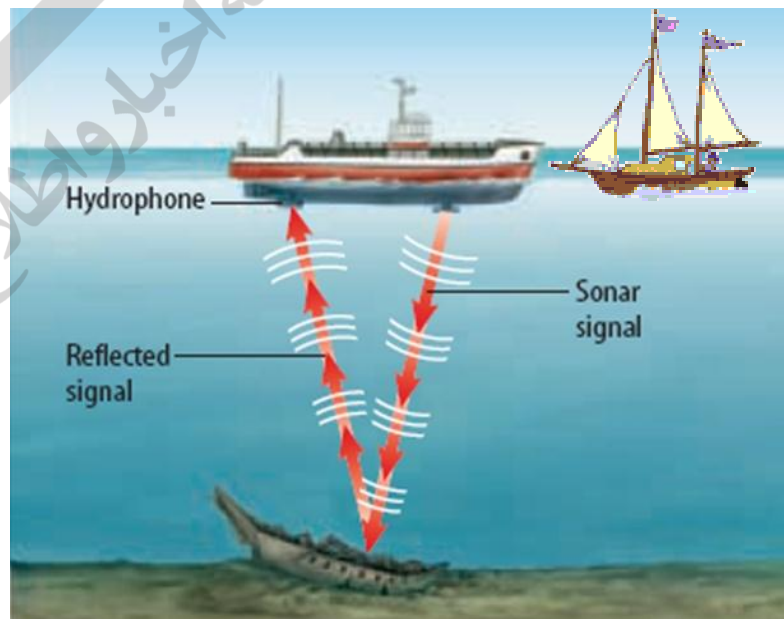
روشی ابداع کنید که بتوان باکمک آن، ارتفاع چاهی را اندازه گیری نمود؟





پرسش:

روشی ابداع کنید که بتوان با کمک آن، عمق اقیانوس را اندازه گیری نمود؟



پرسش:

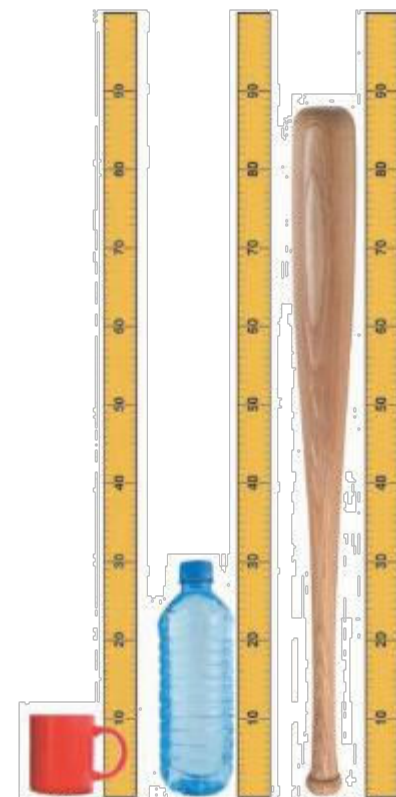
روشی ابداع کنید که بتوان باکمک آن ارتفاع یک برج را اندازه گیری نمود؟

انیمیشن





موضوع: تخمین مرتبه بزرگی



تخمین مرتبه ی بزرگی

نوعی تخمین در فیزیک اصطلاحاً تخمین مرتبه ی بزرگی نامیده می شود.

در تخمین مرتبه بزرگی، همه اعداد به یک رقم بامعنی و توانی از ۱۰ گرد می شوند.

اگر عدد مورد نظر بین ۱ الی ۵ باشد در این صورت آن را برابر ۱ در نظر می گیریم
اما اگر عدد بین ۵ تا ۱۰ باشد آن را برابر ۱۰ در نظر می گیریم.

$$\left. \begin{array}{l} \text{اگر عدد بین } 1 \leq X < 5 \text{ باشد} \\ \approx 1 \times 10^n \\ \text{اگر عدد بین } 5 \leq X < 10 \text{ باشد} \\ \approx 10 \times 10^n \end{array} \right\} X \times 10^n \text{ یک عدد علمی}$$

چند مثال از گرد کردن اعداد

$4 = 4 \times 1 \div \approx 1 \times 1 \div = 1$	$./8 = 8 \times 10^{-1} \approx 1 \times 10^{-1} = 1$
$7 = 7 \times 1 \div \approx 1 \times 1 \div = 1$	$./0.5 = 5 \times 10^{-2} \approx 1 \times 10^{-2} = 10^{-1}$
$45 = 4/5 \times 10^1 \approx 1 \times 10^1 = 10$	$./0.49 = 4/9 \times 10^{-2} \approx 1 \div \times 10^{-2} = 10^{-2}$
$51 = 5/1 \times 10^1 \approx 10^1 \times 10^1 = 10^2$	$./50.4 = 5/0.4 \times 10^{-1} \approx 10^1 \times 10^{-1} = 1$
$2.51 = 2/0.51 \times 10^3 \approx 1 \times 10^3 = 10^3$	$./90.2 = 9/0.2 \times 10^{-1} \approx 10 \times 10^{-1} = 1$
$99200 = 9/92 \times 10^4 \approx 10 \times 10^4 = 10^5$	$./49 = 4/9 \times 10^{-1} \approx 1 \div \times 10^{-1} = 10^{-1}$

پرسش:

چه موقع از تخمین استفاده می کنیم:

پاسخ:

دقت بالا در محاسبه ها، اهمیت چندانی نداشته باشد.

زمان کافی برای محاسبه های دقیق نداشته باشیم.

همه یا بخشی از داده های مورد نیاز، در دسترس نباشد.

تمرین:

در شهری با مساحتی حدود ۲۵۰ کیلومتر مربع در یک روز بارانی ۸ میلی متر باران باریده است. اگر هر قطره باران به صورت کره ای به شعاع ۵mm. فرض کنیم مرتبه بزرگی تعداد قطره های باران را در این روز تخمین بزنید.

پاسخ:

 $\approx 10^{15}$

$$\left\{ \begin{aligned} A &= 250 \cdot \text{km}^2 \times \frac{(10^{-3})^2 \text{m}^2}{1 \text{km}^2} = 250 \times 10^{-6} \text{m}^2 \approx 10^{-2} \times 10^{-6} \text{m}^2 \approx 10^{-8} \text{m}^2 \\ d &= 8 \text{mm} = 8 \times 10^{-3} \text{m} \approx 10 \times 10^{-3} \text{m} \approx 10^{-2} \text{m} \\ r &= 5 \text{mm} = 5 \times 10^{-3} \text{m} \end{aligned} \right.$$

حجم باران باریده شده $V_1 = Ad = 10^{-8} \text{m}^2 \times 10^{-2} \text{m} = 10^{-10} \text{m}^3$

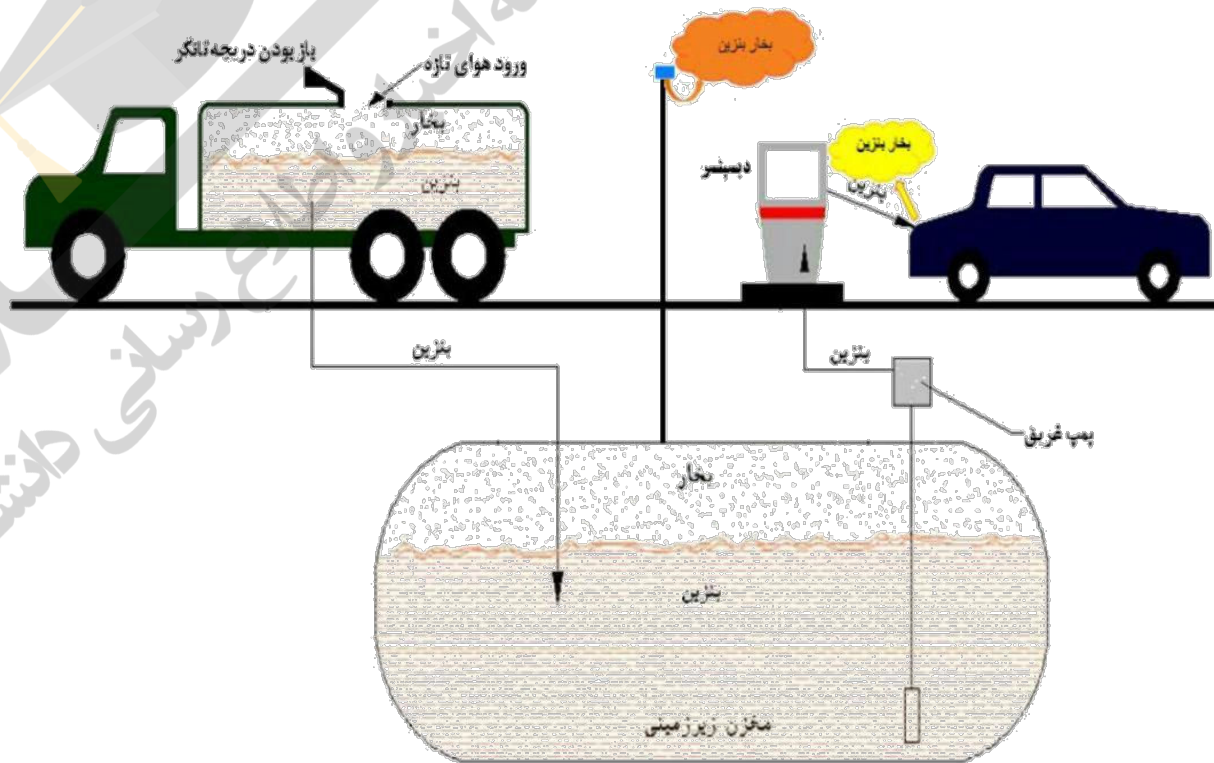
حجم یک قطره باران $V_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times (5 \times 10^{-3})^3 = 523 \times 10^{-9} \text{m}^3 \approx 10^{-9} \text{m}^3$

مرتبه بزرگی $\frac{V_1}{V_2} = \frac{10^{-10}}{10^{-9}} = 10^{-10} \times 10^9 = 10^{-1}$

پرسش:

تخمین بزنید در هر شبانه روز چند لیتر بخار بنزین وارد هوای شهر تهران می شود.
(حجم بنزین مصرفی در ایران در سال $10^8 \times 2/6$ L)

پاسخ:

 $\approx 10^8$ L

پرسش:

تخمین بزنید در هر شبانه روز چند لیتر بخار بنزین وارد هوای شهر تهران می شود.
(حجم بنزین مصرفی در ایران در سال $2/6 \times 10^{10} \text{ L}$)

پاسخ:

$$\approx 10^8 \text{ L}$$

مصرف بنزین در تهران تقریباً یک سوم مصرف در ایران است

$$\frac{2/6 \times 10^{10} \text{ L}}{3} \text{ مصرف بنزین در تهران در سال}$$

$$\frac{2/6 \times 10^{10} \text{ L}}{3 \times 365} \text{ مصرف بنزین در تهران در روز} = 2/37 \times 10^3 \times 10^{10} \text{ L} \approx 2 \times 10^9 \text{ L}$$

$$\text{مرتبه بزرگی حجم بخار بنزین که وارد هوای تهران می شود} \approx 2 \times 10^9 \text{ L} + 2 \times 10^9 \text{ L} + 2 \times 10^9 \text{ L} = 6 \times 10^9 \text{ L} \approx 10^8 \text{ L}$$

از باک یک خودرو
هنگام سوخت گیری

از مخزن جایگاه پمپ
بنزین هنگام دریافت
سوخت از تانکر

از مخزن تانکر، هنگام دریافت
سوخت از خطوط لوله

تمرین:

مرتبه بزرگی تعداد نفس هایی را که یک شخص در طول عمرش می کشد، تخمین بزنید.
مرتبه بزرگی تعداد پلک هایی را که چشم یک شخص در طول عمرش می زند، تخمین بزنید.

پاسخ:

عمر متوسط انسان ۷۰ سال در نظر می گیریم.

$$\begin{aligned} \text{دقیقه} \quad 3679200 &= (60 \text{ (دقیقه)}) \times (24 \text{ (ساعت)}) \times (365 \text{ (روز)}) \times (70 \text{ (سال)}) \\ \text{عمر شخص} &= 70 \text{ (سال)} \\ \text{بر حسب دقیقه} & \end{aligned}$$

$$\text{دقیقه} \quad 1.7 \approx$$

$$1.8 \approx 2 \times 1.7 \approx 20 \times 1.7 \approx 34 \text{ (تعداد نفس ها)}$$

اگر شخص در هر دقیقه ۲۰ بار نفس بکشد.

$$1.8 \approx 3 \times 1.7 \approx 30 \times 1.7 \approx 51 \text{ (تعداد پلک زدن ها)}$$

اگر شخص در هر دقیقه ۳۰ بار پلک بزند.

تمرین:

مرتبه بزرگی موهای سریک شخص را تخمین بزنید.

پاسخ:

 ≈ 1.5

فرض می کنیم نیمی از سر شخص پوشیده از مو و سر رایک کره به شعاع ۱۰ cm در نظر می گیریم.

$$\frac{\text{مساحت قسمتی از سر که مو دارد}}{\text{مساحت کره}} = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{\pi \times 10^2}{2} = \frac{3.14 \times 100}{2} = 157 \text{ cm}^2 \approx 1.6 \text{ cm}^2$$

اگر هر cm^2 از سر ۱۰۰ تار داشته باشد.

$$\text{مرتبه بزرگی موها} \approx 1.6 \times 100 = 1.6$$

تمرین:

مرتبه بزرگی حجم هوایی که یک انسان در طول عمر خود تنفس می کند را تخمین بزنید.

پاسخ:

 $\approx 10^9 \text{ L}$

مرتبه بزرگی عمر یک شخص بر حسب دقیقه 10^7 به دست آمد. اگر شخص در هر دقیقه ۲۰ بار نفس بکشد و شش ها را که ای به شعاع ۱۵ cm در نظر بگیریم خواهیم داشت:

مرتبه حجم هوای
تنفس شده

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \times 20 \times 10^7 = \frac{4}{3} \times \frac{3}{4} \times 15^3 \times 20 \times 10^7 = 2/7 \times 10^{12} \text{ cm}^3$$

مرتبه حجم هوای
تنفس شده

$$= 2/7 \times 10^{12} \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 2/7 \times 10^9 \text{ L} \approx 10^9 \text{ L}$$

تمرین:

تخمین بزنید در یک ماه، چند لیتر آب در هنگام مسواک زدن در کشور ایران هدر می رود؟ این مقدار معادل چند لیتر آب معدنی ۱/۵ لیتری است؟

پاسخ:

 $\approx 10^9$

فرض می شود ۶۰ درصد از جمعیت ۸۰ میلیونی ایران روزی یکبار مسواک بزنند و در هنگام مسواک زدن نیم لیتر آب هدر برود:

$$\text{تعداد افرادی که در یک ماه مسواک می زنند} = ۳۰ \text{ (روز)} \times \frac{۶۰}{۱۰۰} \times ۸۰,۰۰۰,۰۰۰ \text{ (نفر)} = ۱۴۴ \times ۱۰^۷$$

$$\text{مقدار آب هدر رفته} = ۱۰^۹ \text{ L} \approx ۱۴۴ \times ۱۰^۷ \text{ (لیتر)} \times ۰.۵$$

$$\text{تعداد بطری ها} = \frac{۱۰^۹}{۱/۵} \approx ۶/۷ \times ۱۰^۸ \approx ۱۰^۹$$

تمرین:

مرتبه بزرگی انرژی الکتریکی اتلافی در کشور ایران، به علت روشن بودن لامپهای اضافه در خانه رادر مدت یک شبانه در روز تخمین بزنید.

پاسخ:

 $\approx 1.0^{13} \text{ J}$

جمعیت ایران را ۸۰ میلیون در نظر گرفته و فرض می شود هر خانواده ۴ نفره یک خانه داشته باشند.

$$\text{تعداد خانه} = \frac{80,000,000}{4} = 20,000,000 = 2 \times 10^7 \approx 10^7$$

فرض می شود در هر خانه در طول یک شبانه روز دو لامپ ۴۰ W به مدت ۴ ساعت اضافه روشن بماند:

$$(\text{وات}) \times 40 \times (\text{ثانیه}) \times 3600 \times (\text{ساعت}) \times 4 \times (\text{لامپ}) \times 2 \times (\text{خانه}) \times 10^7 = \text{انرژی اتلافی}$$

$$10^{13} \text{ J} \approx 1.0^{13} \text{ J} \times 1/152 = \text{انرژی اتلافی}$$

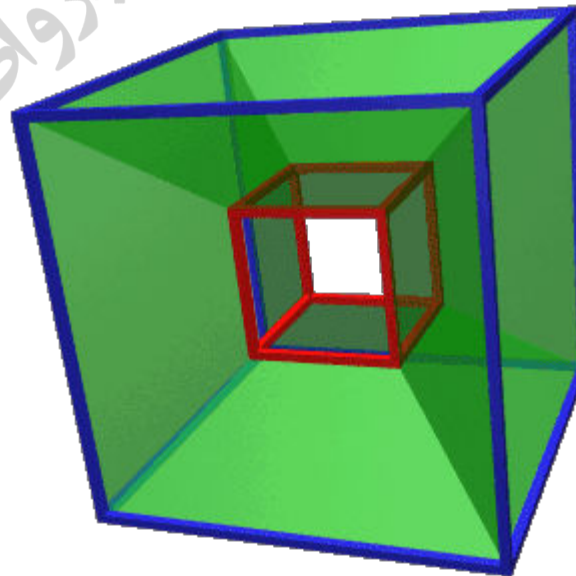
موضوع : چگالی



چگالی ρ (رُ و)

جرم یکای حجم هر ماده را چگالی آن ماده می نامند :

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

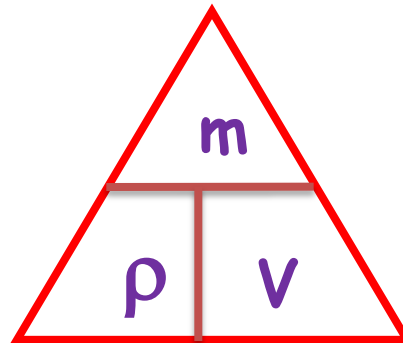


نکته:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

در SI، یکای چگالی، $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است

یکاهای $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\frac{\text{g}}{\text{lit}}$ هم رایج اند



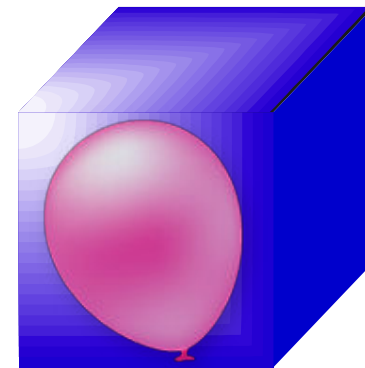
پرسش:

چگالی کدام حالات ماده بیشتر است؟

پاسخ:

چگالی گازها > چگالی مایعات > چگالی جامدات

هرچه فاصله بین مولکولها یک جسم کمتر باشد چگالی جسم بیشتر است (چگال تر است).

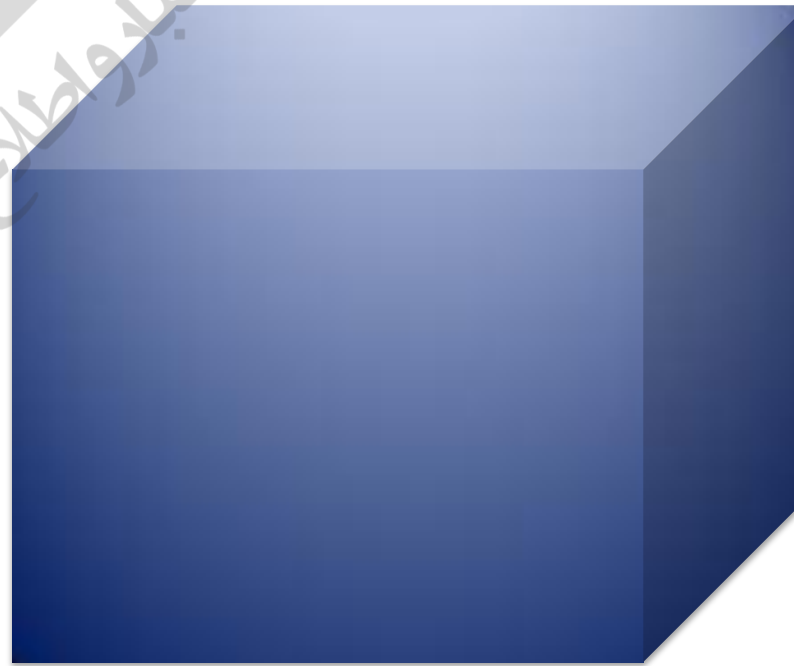


پرسش:

۱- چگالی جیوه 13600 kg/m^3 است یعنی چه؟

پاسخ:

یعنی هریک متر مکعب جیوه، 13600 kg جرم دارد



پرسش:

۲- چگالی آب 1 g/cm^3 است یعنی چه؟ ■

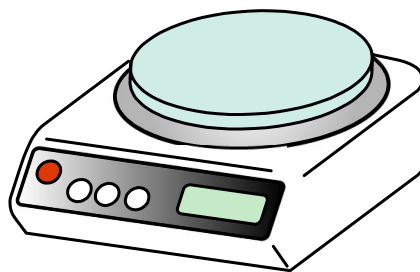
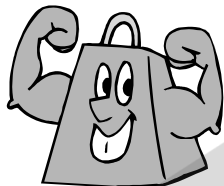
پاسخ:

یعنی هر سانتی متر مکعب آب، یک گرم جرم دارد.
به چگالی اجسام جرم حجمی نیز گفته می شود.

جرم:

مقدار ماده تشکیل دهنده یک جسم را جرم گویند.

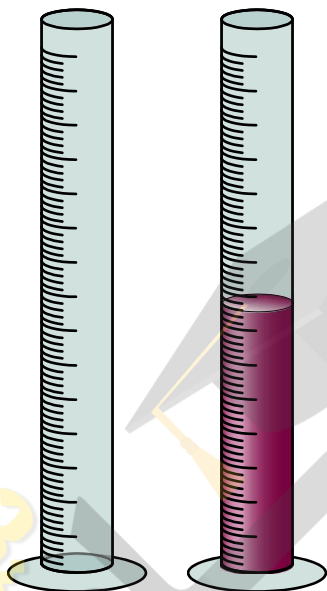
جرم را معمولا با ترازو اندازه می گیرند.



حجم:

فضایی که یک جسم اشغال می کند

حجم را با روابط هندسی یا استوانه مدرج اندازه می گیرند



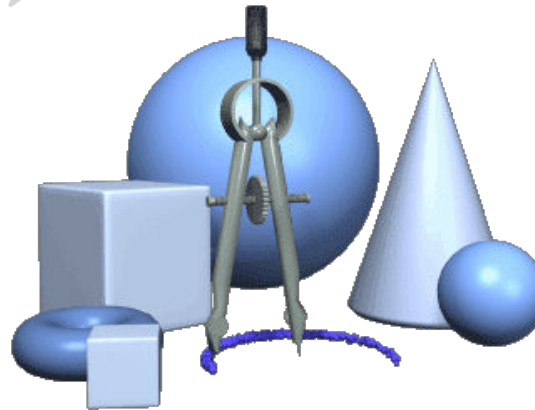
پرسش:

حجم یک جسم را چگونه می توان تعیین کرد؟

پاسخ:

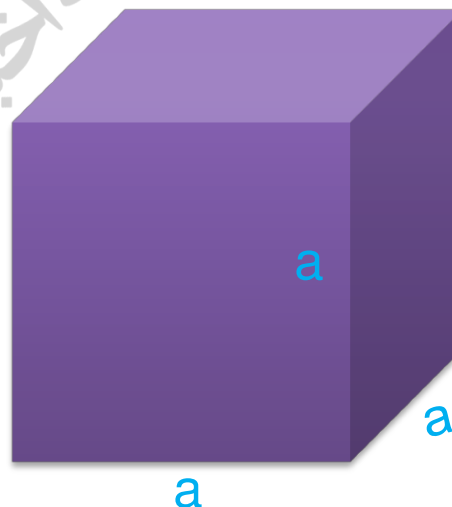
۱- اگر جسم شکل هندسی مشخصی داشته باشد (مکعب، مکعب مستطیل، استوانه، کره و...)

به کمک فرمولهای هندسی محاسبه می کنیم



الف-حجم مکعب

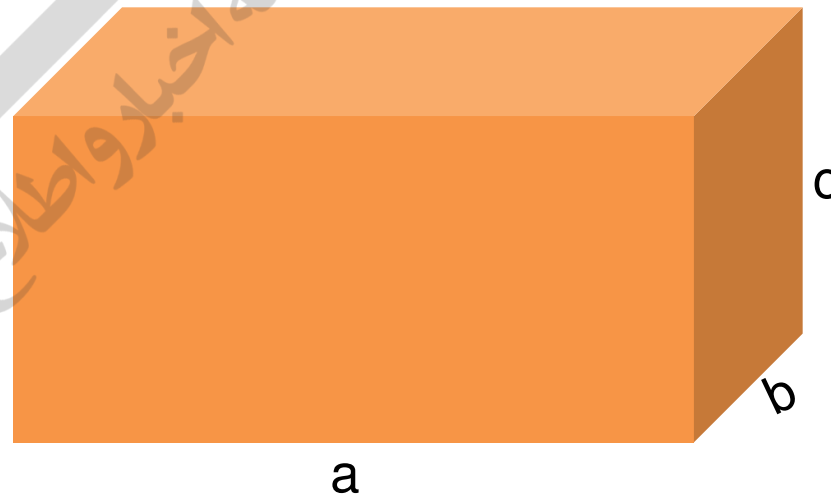
یک ضلع مکعب را به توان ۳ می رسانیم ، حجم مکعب پیدا می شود



$$V = a^3$$

ب- حجم مکعب مستطیل

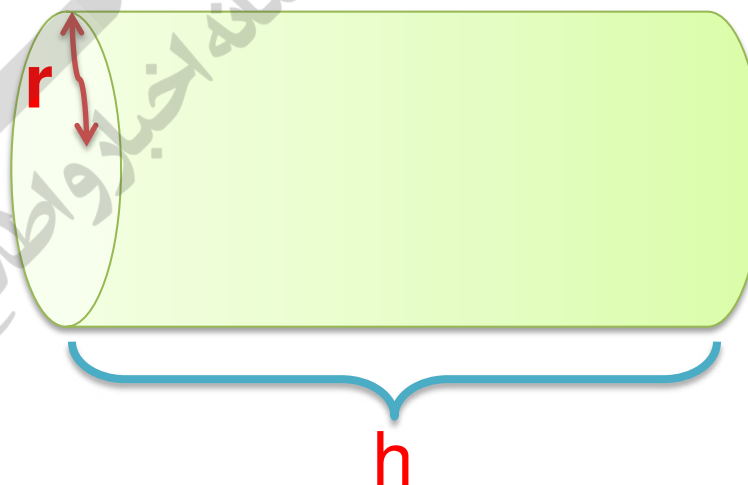
حاصل ضرب **طول** در **عرض** در **ارتفاع** ، حجم مکعب مستطیل پیدا می شود



$$V=abc$$

ج-حجم استوانه

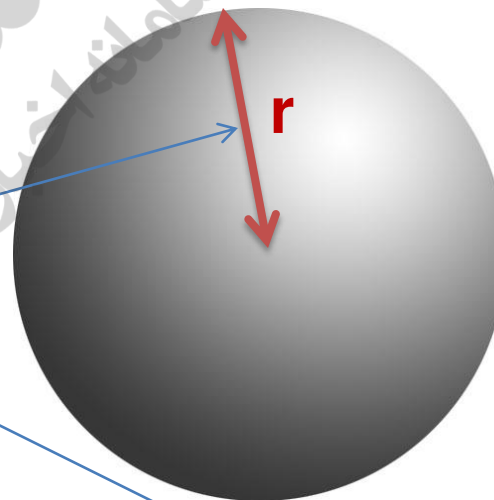
حاصل ضرب **مساحت قاعده** (دایره) در **ارتفاع** ، حجم استوانه پیدا می شود



$$V = A.h = \pi r^2 . h$$

د-حجم کره

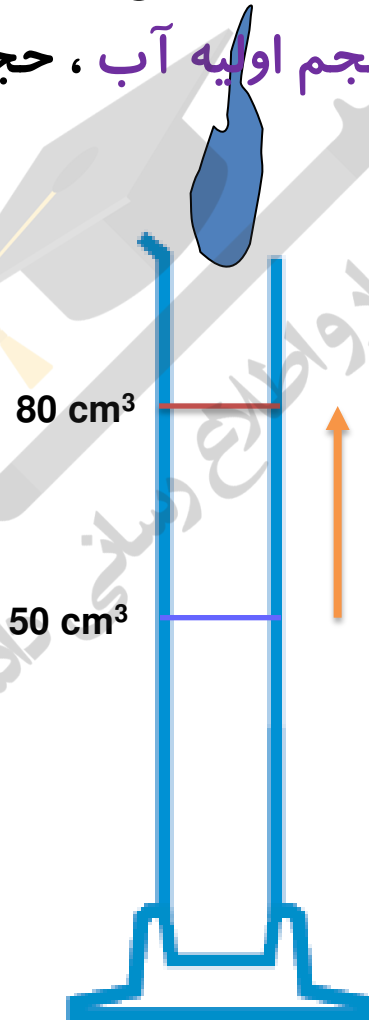
شعاع کره



$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

۲- اگر جسم شکل هندسی مشخصی نداشته باشد

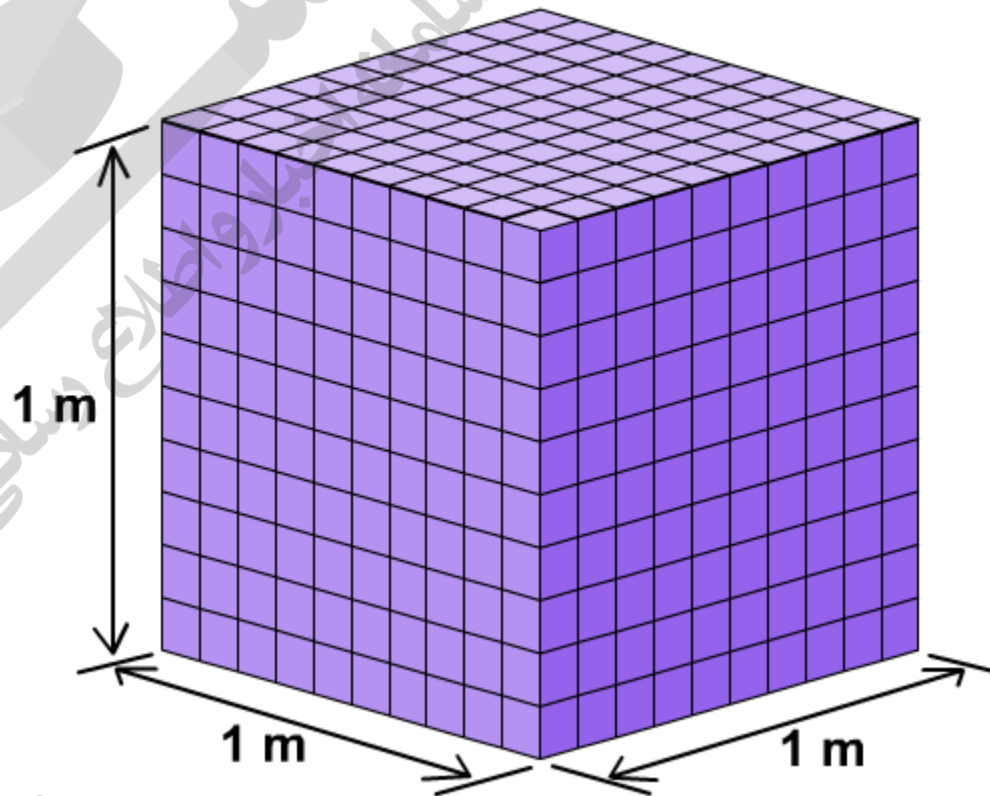
جسم را داخل استوانه‌ی مدرجی که حاوی مقدار مشخصی آب است می‌اندازیم؛ حجم بالا آمده، حجم جسم است (با کم کردن حجم اولیه آب، حجم بالا آمده بدست می‌آید)



انیمیشن تبدیل واحد حجم

Start

$$1\text{m}^3 = x \text{ lit}$$

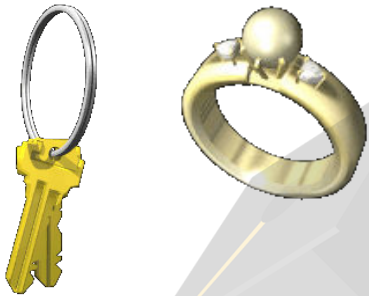


ویرایش: انصاری تبار

پرسش:

چگونه چگالی اشیایی مانند؛ کلید، قاشق، چنگال، کارد، انگشتر و را بدست بیاوریم؟

پاسخ:



۱. جسم را در ترازو قرار داده و جرم آنها را بدست می آوریم

۲. جسم مورد نظر را در استوانه مدرجی که حاوی مقداری آب است، انداخته، بصورتی که کاملاً در آب فرو رود، حجم آب بالا آمده، حجم جسم مورد نظر است.

۳. طبق فرمول چگالی، جرم را بر حجم تقسیم کنیم تا چگالی بدست آید. $\rho = \frac{m}{V}$

پرسش:

تاج فلزی به شما داده شده است و ادعا می شود که از طلاي خالص ساخته شده است. چگونه می توانید درستی این ادعا را بررسی کنید؟



پاسخ:

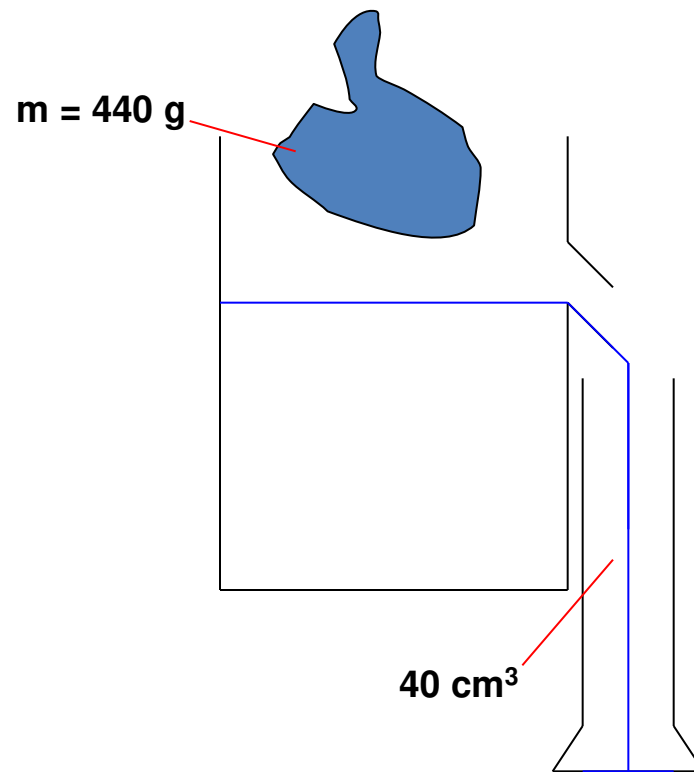
m جرم قطعه فلزی را با استفاده از ترازو به دست می آوریم. **v** حجم آن را بایک استوانه مدرّج محتوی آب و اندازه گیری تغییر حجم آن قطعه به دست می آوریم. حال با تقسیم جرم بر حجم **p** چگالی رابه دست می آوریم، حال نتیجه را با چگالی طلا مقایسه می کنیم.

تمرین:

چگالی یک قطعه فلز به جرم 440 g و حجم 40 cm^3 را بدست آورید؟

پاسخ:

$$\rho = 11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

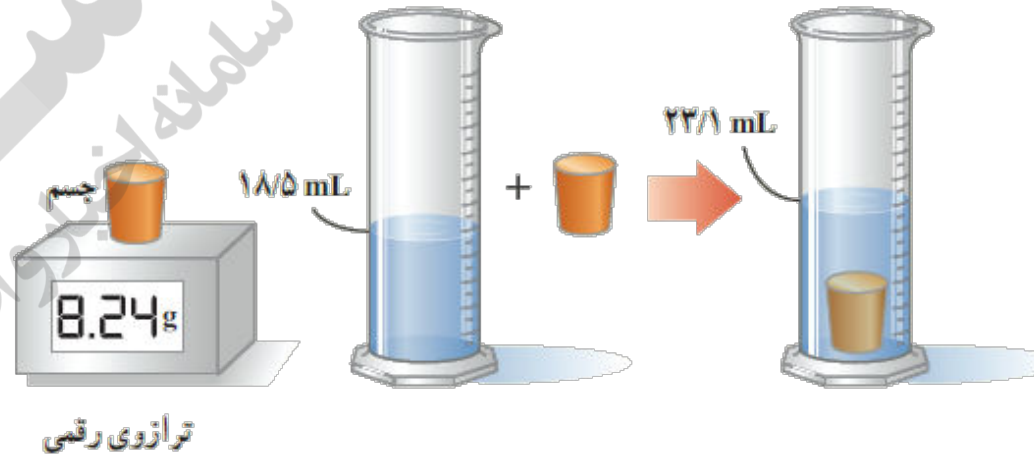


$$\left\{ \begin{array}{l} m = 440 \text{ g} \\ V = 40 \text{ cm}^3 \\ \rho = ? \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho = \frac{m}{V} \\ \rho = \frac{440}{40} \\ \rho = 11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \end{array} \right.$$

تمرین:

برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده ایم. با توجه به داده های روی شکل، چگالی جسم را بر حسب g/L و g/cm^3 حساب کنید.

پاسخ:



$$m = 8.24 \text{ g}$$

$$V = (23.1 - 18.5) \text{ mL} = 4.6 \text{ mL} = 4.6 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8.24}{4.6 \times 10^{-3}} = 1.79 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$\rho = \frac{8.24 \text{ g}}{4.6 \text{ cm}^3} = 1.79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

تمرین:

حجم خون در گردش یک فرد بالغ با توجه به جرمش، می تواند بین $4/70 \text{ L}$ تا $5/50 \text{ L}$ باشد. جرم $4/70 \text{ L}$ خون چند کیلو گرم است؟ چگالی خون را $1/05 \text{ g/cm}^3$ بگیرید.

پاسخ:

$$m = . / 439 \text{ kg}$$

$$V = 4/70 \cdot L \times \frac{1000 \cdot \text{cm}^3}{1 \text{ L}} = 4/70 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1/05 \times 4/70 \times 10^3 = 493 \text{ g}$$

$$\rho = 1/05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = . / 439 \text{ kg}$$

تمرین:

جرم و وزن تقریبی هوای درون کلاستان را پیدا کنید.

(ابعاد یک کلاس فرضی $4m \times 9m \times 3m$ برآورد شود و چگالی هوا $\rho = 1/29 \frac{kg}{m^3}$ است)

پاسخ:

$$m = 139kg$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1/29 \times 1.08$$

$$m = 139kg$$

$$W = mg = 139 \times 1.0 = 139.0N$$

$$V = 4 \times 9 \times 3 = 1.08 m^3$$

$$m = ?$$

$$\rho = 1/29 \frac{kg}{m^3}$$

تمرین:

جرم ۲۰۰ لیتر نفت، چند کیلوگرم است؟ (چگالی نفت g/cm^3 ۰/۸ .)

پاسخ:

$$m = 16 \cdot kg$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 0.8 \times 20 = 16 \cdot kg$$

$$V = 200 \cdot lit = \frac{200}{1000} = 0.2 m^3$$

$$\rho = 0.8 \frac{g}{cm^3} = 0.8 \times 1000 = 800 \frac{kg}{m^3}$$

$$m = ?$$

تمرین:

۲ Lit لیتر روغن چند گرم سنگین تر از ۲ Lit بنزین است؟ (چگالی روغن 8 g/cm^3 / چگالی بنزین 680 kg/m^3)

پاسخ:

تمرین:

حجم ۱۵۸۰ گرم الکل، چند لیتر است؟ (چگالی الکل 790 Kg/m^3)

پاسخ:

$$v = 2 \text{ lit}$$

$$m = 1580 \cdot g = \frac{1580}{1000} = 1.58 \cdot \text{kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = 790 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = ?$$

$$V = \frac{1.58}{790} = 0.002 \text{ m}^3$$

$$V = 0.002 \times 1000 = 2 \text{ lit}$$

تمرین:

چگالی کره‌ای همگن به جرم 2 Kg و به شعاع 20 cm چند کیلو گرم بر متر مکعب و چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟ ($\pi \cong 3$)

پاسخ:

$$\rho = 625 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.625 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 2\text{ Kg}$$

$$r = 20\text{ cm} = 0.2\text{ m}$$

$$\rho = ?$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rightarrow V = \frac{4}{3} \times 3 \times 0.2^3 = 4 \times 0.008 = 32 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{2}{32 \times 10^{-3}} = 625 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{یا} \quad \rho = 0.625 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

تمرین:

چگالی هوا در شرایط متعارفی، تقریباً $1/3 \text{ kg/m}^3$ است. جرم هوای داخل یک سالن به ابعاد 20 m ، 15 m و 3 m ، چند کیلوگرم است؟

پاسخ:

$$m = 117 \cdot \text{kg}$$

$$\rho = 1/3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = a.b.c$$

$$a = 20 \cdot \text{m}$$

$$v = 20 \times 15 \times 3 = 900 \cdot \text{m}^3$$

$$b = 15 \text{ m}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$c = 3 \text{ m}$$

$$m = \rho v = 1/3 \times 900 = 1170 \cdot \text{kg}$$

$$m = ?$$

پرسش:

چگونه چگالی اجسامی که دارای حفره (قسمتی از جسم توخالی) است. محاسبه می کنیم؟

پاسخ:

حجم واقعی - حجم ظاهری = حجم حفره (فضای خالی)

$$\rho_{\text{توپر}} = \frac{m}{V_{\text{توپر}}} \rightarrow V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho}$$

تمرین:

جرم جسمی به حجم 100 cm^3 برابر 500 g است. اگر چگالی آن 8 g/cm^3 باشد،
حجم حفره‌ی درون جسم چند cm^3 است؟



پاسخ:

$$V_{\text{حفره}} = 37/5 \text{ cm}^3$$

ابتدا مشخص می‌کنیم که اگر جسم 500 g توپر بود چه حجمی می‌داشت:

$$V = 100 \text{ cm}^3 \quad \text{حجم ظاهری}$$

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V_{\text{حفره}} = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{500}{8} = 62/5 \text{ cm}^3 \quad \text{حجم توپر}$$

حجم توپر - حجم ظاهری = حجم حفره

$$V_{\text{حفره}} = 100 - 62/5 = 37/5 \text{ cm}^3$$

تمرین:

یک مجسمه فلزی 40 kg جرم و 0.60 m^3 حجم دارد. چگالی فلز به کار رفته در مجسمه 8000 kg/m^3 است. حجم فضای خالی درون مجسمه را حساب کنید.

پاسخ:

$$V_{\text{حفره}} = 0.55 \text{ m}^3$$

ابتدا مشخص می کنیم که اگر جسم 40 kg توپر بود چه حجمی می داشت:

$$V = 0.60 \text{ m}^3 \quad \text{حجم ظاهری}$$

$$m = 40 \text{ kg}$$

$$\rho = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_{\text{حفره}} = ?$$

$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} \rightarrow V = \frac{40}{8000} = 0.005 \text{ m}^3$$

حجم توپر

حجم توپر - حجم ظاهری = حجم حفره

$$V_{\text{حفره}} = 0.60 - 0.005 = 0.595 \text{ m}^3$$

تمرین:

دومکعب مشابه از یک فلز به چگالی $۱۰ \frac{g}{cm^3}$ ، یکی توپرو دیگری توخالی داریم
اگر جرم مکعب توپر $۸۰۰g$ و جرم مکعب توخالی $۴۰۰g$ باشد، حجم فضای خالی
داخل مکعب را حساب کنید.

پاسخ:

$$\Delta v = ۴۰ cm^3$$

پرسش:

چگالی خون بین 1.04 g/cm^3 تا 1.06 g/cm^3 است. علت این اختلاف چیست؟

پاسخ:

زیرا افزایش گلبول های سرخ خون باعث افزایش چگالی آن می شود.

پرسش:

اگر برای اندازه گیری جرم جسمی وزنه در اختیار نداشته باشیم چگونه می توانیم جرم آن را اندازه بگیریم؟

پاسخ:

با استفاده از فرمول چگالی $\rho = \frac{m}{V}$ با داشتن چگالی و حجم جسم به راحتی می توانیم جرم را بدست آوریم

$$m = \rho v$$

نکته:

۱- اگر دو مایع را مخلوط کنیم و هیچ تغییر حجمی صورت نگیرد، چگالی مخلوط با توجه به تعریف چگالی از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

۲- دو مایع به چگالیهای ρ_1 و ρ_2 به حجمهای برابر بایکدیگر مخلوط شده‌اند. اگر در اختلاط تغییر حجم صورت نگیرد، چگالی مخلوط را بدست آورید؟

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \quad \left. \begin{array}{l} \\ V_1 = V_2 = V \end{array} \right\} \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V + \rho_2 V}{V + V} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

تمرین:

۱۲ g از مایعی به حجم ۲۰ cm^3 را با ۱۸ g مایع دیگری به حجم ۳۰ cm^3 را مخلوط کرده ایم. چگالی مخلوط به شرط اینکه در اختلاط تغییر حجم صورت نگیرد، چند گرم بر لیتر است؟

پاسخ:

$$m_1 = ۱۲ \text{ g}$$

$$V_1 = ۲۰ \text{ cm}^3$$

$$m_2 = ۱۸ \text{ g}$$

$$V_2 = ۳۰ \text{ cm}^3$$

$$\rho = ?$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{۱۲ + ۱۸}{۲۰ + ۳۰} = \frac{۳۰}{۵۰} = ۰.۶ \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = ۰.۶ \cdot \frac{\text{g}}{\text{lit}}$$

تمرین:

بزرگ ترین شمش طلا با حجم 1.0^4 cm^3 و جرم $250. \text{ kg}$ توسط یک شرکت ژاپنی ساخته شده است. چگالی این شمش طلا را به دست آورید.



پاسخ:

$$V = 1.0^4 \text{ cm}^3 \times \frac{1.0^{-6} \text{ m}^3}{1.0^6 \text{ cm}^3} = 1.0^4 \times 1.0^{-2} \text{ m}^3$$

$$m = 250. \text{ Kg}$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{250.}{1.0^4 \times 1.0^{-2}} = 15893 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

تمرین:

مرتبه بزرگی جرم آب اقیانوس ها را تخمین بنید.

(شعاع زمین $R = 6/4 \times 10^6 \text{ m}$ چگالی آب دریا $\rho \approx 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

پاسخ:

$$m \approx 1.2 \cdot 10^{21} \text{ kg}$$

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3/14 \times (6/4 \times 10^6)^2 = 5/14 \times 10^{14} \text{ m}^2$$

مساحت سطح زمین

از آنجا که ۷۵ درصد سطح زمین را آب اقیانوس ها فراگرفته است و عمق اقیانوس ها از مرتبه 10^3 m است،

$$\text{مساحت آب اقیانوس} = 5/14 \times 10^{14} \text{ m}^2 \times \frac{3}{4} = 3/855 \times 10^{14} \text{ m}^2 \approx 10^{14} \text{ m}^2$$

$$V = Ah = 10^{14} \times 10^3 = 10^{17} \text{ m}^3$$

حجم آب اقیانوس

$$m = \rho V = 10^3 \times 10^{17} \approx 1.2 \cdot 10^{21} \text{ kg}$$

جرم آب اقیانوس