

فیزیک: دانش بنیادی

(۴ سؤال شناسنامه‌دار)

فیزیک: دانش بنیادی

- فیزیک علمی تجربی است که آزمایش و مشاهده، اهمیت زیادی در آن دارد. دانشمندان فیزیک برای توصیف پدیده‌های گوناگون طبیعت، اغلب از قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی استفاده می‌کنند که توسط آزمایش مورد آزمون قرار گرفته‌اند.
- تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌های پیرامونشان، بیش از آزمایش و مشاهده در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند.
- در صورتی که نتایج آزمایش‌های جدید با مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی موجود قابل توجیه نباشند، آن مدل یا نظریه بازننگری شده و حتی ممکن است نظریه‌ای جدید جایگزین آن شود. به عبارت دیگر، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نبوده و ممکن است دستخوش تغییر شوند. تغییر نظریه‌ی اتمی در دهه‌های آغازین قرن بیستم میلادی، نمونه‌ای از این اصلاحات و جایگزینی‌هاست.
- نقطه‌ی قوت دانش فیزیک، ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی است که همین ویژگی، نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.

قانون‌های فیزیکی: معمولاً رابطه‌ی بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کنند و در دامنه‌ی وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت، معتبرند؛ مانند قانون‌های نیوتون.

اصل‌های فیزیکی: برای توصیف دامنه‌ی محدودتری از پدیده‌های فیزیکی که عمومیت کمتری دارند، استفاده می‌شوند؛ مانند اصل پاسکال. اصل‌های فیزیکی را می‌توان زیرمجموعه‌ای از قانون‌های فیزیکی به‌شمار آورد.

فیزیک: دانش بنیادی

۱- به هر یک از سؤالات زیر، پاسخ کوتاه دهید.

آ) کدام شاخه از علم، یکی از بنیادی‌ترین دانش‌ها بوده و شالوده‌ی تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌های اثرگذار بر زندگی انسان‌ها به‌شمار می‌رود؟
(صفحه‌ی ۲- مرتبط با پاراگراف اول و صفحه‌ی ۳- مرتبط با پاراگراف اول)

ب) چه عواملی بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کنند؟
(صفحه‌ی ۲- مرتبط با کادر حاشیه)

پ) نقطه‌ی قوت دانش فیزیک که نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت از جهان پیرامون داشته، چیست؟
(صفحه‌ی ۲- مرتبط با پاراگراف چهارم)

ت) برای توصیف پدیده‌های فیزیکی با دامنه‌ی محدود و عمومیت کم‌تر، از اصطلاح «قانون» استفاده می‌شود یا «اصل»؟

(صفحه‌ی ۲- مرتبط با پلاگراف پنجم)

۲- نتایج آزمایشات جدید دانشمندان فیزیک، با نظریه‌ای که حدود صد سال پیش مطرح شده و تاکنون مورد استفاده قرار می‌گرفت، قابل توجیه نیست. به نظر شما، چه اتفاقی برای این نظریه‌ی فیزیکی خواهد افتاد؟

(صفحه‌ی ۲- مرتبط با پلاگراف سوم و صفحه‌ی ۳۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۱)

۳- هر یک از عبارت‌های ستون سمت راست را که در مورد یکی از مدل‌های اتمی هستند، به نام دانشمند مناسب از ستون سمت چپ متصل نمایید.

(صفحه‌ی ۲- مکمل و مرتبط با شکل ۱-۱)

۱- این دانشمند در ساختاری که برای اتم ارائه داد، نخستین بار الکترون را به‌عنوان یکی از ذرات تشکیل‌دهنده‌ی اتم معرفی نمود.	آ) ارنست رادرفورد
۲- در مدل اتمی پیشنهاد شده توسط این دانشمند، اتم مانند توپ بیلیارد، تجزیه‌ناپذیر در نظر گرفته شده است.	ب) اروین شرودینگر
۳- جدیدترین مدل اتمی که مدل ابر الکترونی نام دارد، در سال ۱۹۲۶ میلادی توسط این دانشمند ارائه شده است.	پ) نیلز بور
۴- این دانشمند نخستین کسی بود که در مدل اتمی خود، برای اتم هسته در نظر گرفت.	ت) جوزف تامسون
۵- در مدل اتمی پیشنهاد شده توسط این دانشمند، الکترون‌ها در مدارهایی دایره‌ای شکل به دور هسته گردش می‌کنند.	ث) جان دالتون

۴- به نظر شما، چرا برای توصیف نتایج کارهای ایزاک نیوتون در زمینه‌ی نیروشناسی که در کتاب علوم تجربی سال نهم با آن‌ها آشنا شده‌اید، از اصطلاح «قانون» استفاده می‌شود، نه «اصل»؟

(صفحه‌ی ۲- مرتبط با پلاگراف پنجم)

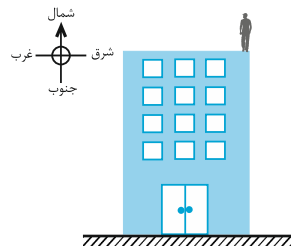
مدل‌سازی در فیزیک
(۳ سوال شناسنامه‌دار)

مدل‌سازی در فیزیک

- در فیزیک برای بررسی و تحلیل پدیده‌های پیچیده از حرکت اجسام گرفته تا الکتریسیته، نورشناسی و امواج، از مدل‌سازی استفاده می‌شود. مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن، یک پدیده‌ی فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.
- نکته‌ی کلیدی هنگام مدل‌سازی یک پدیده‌ی فیزیکی این است که باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را.

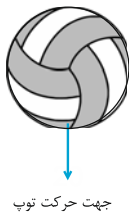
مدل‌سازی در فیزیک

- ۵- با ذکر یک مثال، توضیح دهید که فیزیک‌دانان برای بررسی و تحلیل پدیده‌های فیزیکی پیچیده چه کاری انجام می‌دهند؟
(صفحه‌ی ۵- مرتبط با پاراگراف اول، شکل ۱-۳ و کادر حاشیه و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مشابه با مسئله‌ی ۲)



- ۶- مطابق شکل مقابل، دانش‌آموزی در یک روز بهاری که نسیم بسیار آرامی در جهت غرب به شرق می‌وزد، یک توپ والیبال را از بالای ساختمانی بلند رها می‌کند و قصد دارد از نظر فیزیکی به بررسی و تحلیل حرکت توپ بپردازد.
(آ) عواملی که بررسی و تحلیل حرکت توپ را پیچیده می‌کنند، نام برده و بر روی شکل زیر که تصویر بزرگ‌شده‌ی توپ والیبال است، نشان دهید.

(صفحه‌ی ۵- مرتبط با پاراگراف دوم و مکمل و مشابه با شکل ۱-۳ الف)



- (ب) با ذکر فرضیات ساده‌کننده، یک مدل آرمانی و ساده برای بررسی و تحلیل حرکت توپ پیشنهاد کنید.

(صفحه‌ی ۵- مرتبط با پاراگراف سوم و مکمل و مشابه با شکل ۱-۳ ب)

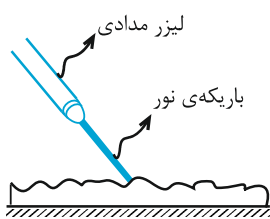
پ) آیا در مدل آرمانی پیشنهادی خود در بخش (ب)، می‌توانید از نیروی جاذبه‌ی زمین صرف‌نظر کنید؟ چرا؟

(صفحه‌ی ۵- مرتبط با پاراکراف چهارم و شکل ۱-۳)



ت) به نظر شما، آیا می‌توان مدل آرمانی پیشنهاد شده در بخش (ب) را هنگام بررسی و تحلیل حرکت یک پر که از بالای یک ساختمان رها شده، استفاده کرد؟ چرا؟

(صفحه‌ی ۵- مرتبط با پاراکراف چهارم و مکمل و مرتبط با شکل ۱-۳)



۷- با قانون بازتاب نور در کتاب علوم تجربی سال هشتم آشنا شده‌ایم. در شکل مقابل، یک باریکه‌ی نور که توسط لیزری مدادی تولید شده است، به یک سطح شفاف و ناهموار برخورد می‌نماید. (آ) با رسم شکلی ساده، توضیح دهید که چگونه می‌توانید این باریکه‌ی نور را مدل‌سازی کنید؟ (صفحه‌ی ۶- مکمل و مشابه با شکل الف) از پرسش ۱-۱)

ب) مدل پیشنهادی در بخش (آ)، چگونه در رسم پرتوهای بازتاب به شما کمک می‌کند؟

(صفحه‌ی ۶- مکمل و مشابه با شکل ب) از پرسش ۱-۱)

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی
(۲ سوال شش‌نامه‌دار)

کمیت‌های نرده‌ای و کمیت‌های برداری

کمیت‌های نرده‌ای و کمیت‌های برداری

کمیت نرده‌ای: کمیتی فیزیکی که برای بیان آن، تنها کافی است یک عدد به همراه یکای مناسب آن گزارش شود. مانند: جرم، طول، انرژی و ...

کمیت‌های فیزیکی

کمیت برداری: کمیتی فیزیکی که برای بیان آن، افزون بر یک عدد و یکای مناسب آن، لازم است به جهت آن نیز اشاره کنیم. مانند: جابه‌جایی، سرعت متوسط، نیرو و ...

کمیت‌های نرده‌ای و کمیت‌های برداری

۸- مفاهیم فیزیکی زیر را تعریف کرده و برای هر یک از آن‌ها چند مثال بیاورید.

(صفحه‌ی ۶- مرتبط با پاراگراف‌های اول و دوم و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۳)

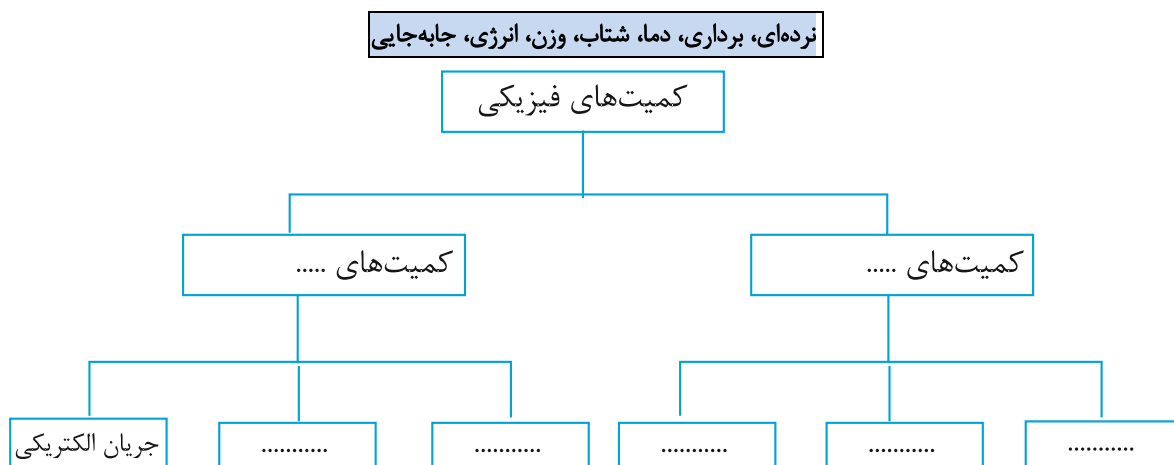
آ) کمیت فیزیکی

ب) کمیت فیزیکی نرده‌ای

پ) کمیت فیزیکی برداری

۹- با استفاده از جعبه‌ی کلمه‌ها، نقشه‌ی مفهومی زیر را کامل کنید.

(صفحه‌ی ۶- مرتبط با پاراگراف دوم و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۳)



کمیت‌های اصلی و فرعی

پیشوندهای SI و تبدیل یکاها

سازگاری یکاها

نمادگذاری علمی

اندازه‌گیری و دستگاه
بین‌المللی یکاها
(۲۲ سوال شناسنامه‌زار)

کمیت‌های اصلی و فرعی

کمیت اصلی: کمیتی فیزیکی است که طبق توافق بین‌المللی، یکای استاندارد و مستقل دارد. در فیزیک، ۷ کمیت اصلی داریم.

کمیت یکا	طول (m)	جرم کیلوگرم (kg)	زمان ثانیه (s)	دما کلوین (K)	مقدار ماده مول (mol)	جریان الکتریکی آمپر (A)	شدت روشنایی کندلا یا شمع (cd)
-------------	------------	---------------------	-------------------	------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------------------

کمیت فرعی: کمیتی فیزیکی است که یکای آن به طور وابسته و بر حسب یکاهای کمیت‌های اصلی بیان می‌شود. مانند: تندی، نیرو، فشار، توان، انرژی و ...

- * ویژگی‌های یکای یک کمیت: ۱- تغییرناپذیر بودن ۲- قابلیت بازتولید (در دسترس بودن)
- * برای بیان یکای یک کمیت فرعی بر حسب یکاهای اصلی، از رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم. مثلاً:

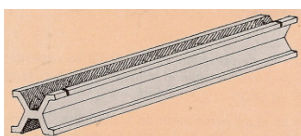
$$[نیرو] = \frac{kg \cdot m}{s^2} \rightarrow \text{شتاب} \times \text{جرم} = \text{نیرو} \quad \text{قانون دوم نیوتون}$$

یکای نیرو $(\frac{kg \cdot m}{s^2})$ به افتخار ایزاک نیوتون فیزیکدان برجسته‌ی



به ترتیب از راست به چپ: ایزاک نیوتون، بلز پاسکال، جیمز وات و جیمز پرسکات ژول

انگلیسی، «نیوتون (N)» نامیده می‌شود. معرفی چنین یکاهای خاصی (مانند نیوتون، پاسکال، وات، ژول و ...) ضمن احترام به فعالیت‌های دانشمندان گذشته، سبب سهولت در گفتار و نوشتار نیز می‌شود.



سال ۱۷۹۱ میلادی (اولین تعریف): یک ده میلیونیم فاصله‌ی استوا تا قطب شمال
از سال ۱۸۹۳ میلادی تا سال ۱۹۶۰ میلادی: فاصله‌ی میان ۲ خط نازک حک شده
در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس آلیاژ پلاتین-ایریدیم در دمای ۰°C (شکل
روبه‌رو)

*متر (یکای طول در SI)

از سال ۱۹۸۳ میلادی تاکنون (جدیدترین تعریف): مسافت پیموده شده توسط نور
در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ



جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین-ایریدیم که به دقت درون دو
حباب شیشه‌ای جای گرفته و در موزه‌ی سور فرانسه نگهداری می‌شود.
(شکل روبه‌رو)

*کیلوگرم (یکای جرم در SI)

سال ۱۷۹۱ میلادی (اولین تعریف): زمان لازم برای حرکت آونگی به طول یک متر از یک طرف به طرف دیگر

از سال ۱۸۸۹ میلادی تا سال ۱۹۶۷ میلادی (۱۲۶۸ تا ۱۳۴۶ هـ.ش): $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی

از سال ۱۹۶۷ میلادی تاکنون (جدیدترین تعریف): بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی

*ثانیه (یکای زمان در SI)

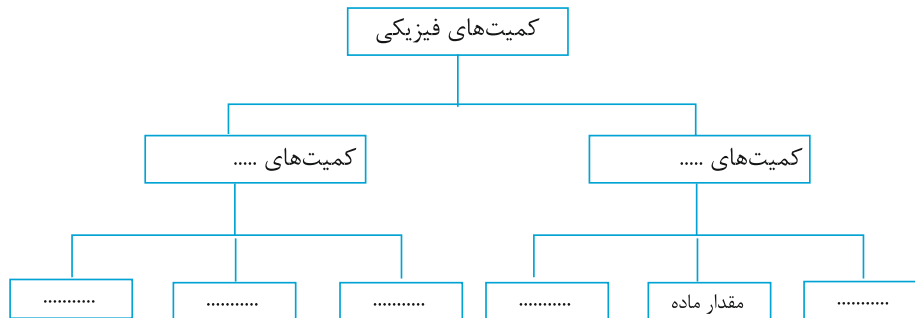
کمیت‌های اصلی و فرعی

۱۰- «کمیت‌های اصلی» و «کمیت‌های فرعی» را تعریف کرده و برای هر یک از آنها، چند مثال بیاورید.

(صفحه ۲۳ - مرتبط با پاراگراف‌های دوم و سوم و صفحه ۲۳ - مکمل و مشابه با مسئله ۳)

۱۱- با استفاده از جعبه‌ی کلمه‌ها، نقشه‌ی مفهومی زیر را کامل کنید.

فرعی، اصلی، کار، زمان، نیرو، فشار، شدت روشنایی



۱۲- به هر یک از سؤالات زیر، پاسخ کوتاه دهید.

آ) دستگاه یک‌گانه‌ی که امروزه بیش‌تر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان به کار می‌برند، چه نام دارد؟

(صفحه ۷ - مرتبط با پاراگراف اول)

ب) مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، چه تعداد کمیت فیزیکی را به عنوان کمیت‌های اصلی تشکیل‌دهنده‌ی دستگاه بین‌المللی یک‌گانه انتخاب کرده است؟ آنها را فقط نام ببرید.

(صفحه ۷ - مرتبط با جدول ۱-۱)

پ) یکای اصلی کمیت‌های جرم، دما و شدت روشنایی در SI چیست؟

(صفحه ۷ - مرتبط با جدول ۱-۱)

ت) چه عاملی موجب شده که لازم نباشد برای همه‌ی کمیت‌های فیزیکی، یکای مستقل تعریف کنیم؟

(صفحه ۷ - مرتبط با پاراگراف سوم)

ث) معرفی یک‌گانه‌ی خاص برای برخی یک‌گانه‌ی پرکاربرد فرعی در SI، چه فوایدی دارد؟ (۲ مورد)

(صفحه ۷ - مرتبط با پاراگراف سوم)

ج) مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد، چه نام دارد؟

(صفحه ۹ - مرتبط با پاراگراف چهارم)

چ) دو پدیده‌ی تکراری در طبیعت را نام ببرید که می‌توانند به عنوان ابزار اندازه‌گیری زمان در کارهای غیردقیق مورد استفاده قرار گیرند.

(صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مشابه با مسئله‌ی ۶)

ح) کدام یک از هفت کمیت اصلی در دستگاه بین‌المللی، برداری هستند؟ نام ببرید.

(صفحه‌ی ۷- مکمل و مرتبط با جدول ۱-۱)

۱۳- آ) به منظور انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان، یکای هر کمیت فیزیکی باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟

(صفحه‌ی ۷- مرتبط با پاراگراف اول و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مشابه با مسئله‌ی ۳)

ب) انتخاب وجب (فاصله‌ی بین نوک انگشت شست و نوک انگشت کوچک، وقتی انگشت‌ها از هم باز باشند) به عنوان یکای استاندارد

(صفحه‌ی ۸- مکمل و مشابه با پرسش ۱-۲)

اندازه‌گیری طول، چه مزایا و چه معایبی دارد؟

۱۴- یکاهای استاندارد «طول»، «جرم» و «زمان» در دستگاه بین‌المللی را تعریف کنید.

(صفحه‌ی ۸- مرتبط با پاراگراف اول و شکل ۱-۶، صفحه‌ی ۹- مرتبط با پاراگراف‌های اول و سوم و شکل ۱-۷)

۱۵- در جدول زیر، یکای کمیت‌های داده شده را به کمک رابطه‌ی فیزیکی آن‌ها، بر حسب یکای کمیت‌های اصلی بنویسید و خانه‌های خالی جدول

(صفحه‌ی ۷- مکمل و مرتبط با پاراگراف سوم و جدول ۱-۲)

را با عبارتهای مناسب، کامل کنید.

ردیف	نام کمیت	رابطه‌ی فیزیکی	یکای SI	نماد یکا	یکای بر حسب یکای کمیت‌های اصلی
۱	نیرو	شتاب \times جرم = نیرو		N	
۲	کار	جابه‌جایی \times نیرو = کار	ژول		
۳	فشار	$\frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \text{فشار}$		Pa	

پیشوندهای SI و تبدیل یکاها

ضرب	پیشوند	نماد	ضرب	پیشوند	نماد
۱۰ ^{۱۲}	ترا	T	۱۰ ^{-۱۲}	پیکو	p
۱۰ ^۹	گیگا (جیگا)	G	۱۰ ^{-۹}	نانو	n
۱۰ ^۶	مگا	M	۱۰ ^{-۶}	میکرو	μ
۱۰ ^۳	کیلو	k	۱۰ ^{-۳}	میلی	m
۱۰ ^۲	هکتو	h	۱۰ ^{-۲}	سانتی	c
۱۰ ^۱	دکا	da	۱۰ ^{-۱}	دسی	d

پیشوندهای SI: برای سهولت در نوشتن نتایج اندازه‌گیری‌هایی با اندازه‌های بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی یک کمیت، از پیشوندهای SI استفاده می‌کنیم. هر پیشوند، توان معینی از ۱۰ را نشان می‌دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می‌رود. به عبارت دیگر، وقتی پیشوندی به یکایی افزوده می‌شود، آن یکا در ضرب مربوط به آن پیشوند، ضرب می‌گردد. در جدول روبه‌رو، پرکاربردترین پیشوندها که بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید، آورده شده است.

تبدیل یکاها: برای تبدیل یکای یک کمیت فیزیکی، از روشی موسوم به «تبدیل زنجیره‌ای» استفاده می‌کنیم. در این روش، اندازه‌ی کمیت را در مجموعه‌ای از ضرب تبدیل‌ها (نسبتی از یکاها که برابر با عدد یک است) ضرب می‌کنیم.

$$6m = ? \mu m$$

مثال ۱.

۱۱ پیشوندی است که ضرب معادل آن، ۱۰^{-۶} است. چون $1m = 10^6 \times 10^{-6}m = 10^6 \mu m$ ، پس ضرب تبدیل مورد نظر به صورت

$$\frac{10^6 \mu m}{1 m} \text{ باید باشد (یکای } m \text{ را در مخرج قرار داده‌ایم تا هنگام ضرب کردن، ساده شده و فقط } \mu m \text{ باقی بماند): پس:}$$

$$6m \times \frac{10^6 \mu m}{1 m} = 6 \times 10^6 \mu m$$

توجه ۱: هرگاه یک یکا، دو بعدی یا سه بعدی باشد، پیشوند آن می‌بایست به توان ۲ یا ۳ برسد.

$$5cm^2 = ? m^2 \rightarrow 5cm^2 = 5cm^2 \times \frac{1m^2}{(10^2)^2 cm^2} = 5 \times 10^{-4} m^2$$

مثال ۲.

$$4m^3 = ? \mu m^3 \rightarrow 4m^3 = 4m^3 \times \frac{(10^6)^3 \mu m^3}{1m^3} = 4 \times 10^{18} \mu m^3$$

مثال ۳.

توجه ۲: هرگاه بخواهیم یک یکای پیشونددار را به یک یکای پیشونددار دیگر تبدیل کنیم، ابتدا یکای اول را به یکای اصلی و سپس یکای اصلی را به یکای پیشونددار نهایی تبدیل می‌کنیم.

$$2kN = ? nN \rightarrow 2kN = 2kN \times \frac{10^3 N}{1kN} \times \frac{10^9 nN}{1N} = 2 \times 10^{12} nN$$

مثال ۴.

توجه ۳: هرگاه یکایی به صورت کسری باشد، هم صورت و هم مخرج آن را به صورت مستقل تبدیل واحد می‌کنیم.

$$30 \frac{m}{s} = ? \frac{km}{min} \rightarrow 30 \frac{m}{s} = 30 \frac{m}{s} \times \frac{1km}{10^3 m} \times \frac{60s}{1min} = 1/8 \frac{km}{min}$$

مثال ۵.

پیشوندهای SI و تبدیل یکاها

۱۶- به هر یک از سوالات زیر، پاسخ کوتاه دهید.

(آ) روش تبدیل یکایی که در آن اندازه‌ی کمیت در یک ضرب تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر با عدد یک است) ضرب می‌شود، چه نام دارد؟

(صفحه‌ی ۱۰- مرتبط با پاراگراف اول)

(ب) در فیزیک، تغییر هر کمیت نسبت به زمان را چه می‌نامند؟

(صفحه‌ی ۱۰- مرتبط با تمرین ۱-۲)

(پ) در چه شرایطی برای بیان اندازه‌ی یک کمیت فیزیکی، از پیشوندهای SI استفاده می‌کنیم؟

(صفحه‌ی ۱۱- مرتبط با پاراگراف دوم)

(ت) در فیزیک، یک میکرومتر (۱μm) را به چه نام دیگری نیز می‌شناسند؟

(صفحه‌ی ۱۱- مرتبط با پاراگراف دوم)

۱۷- تبدیل‌های زیر را به روش تبدیل زنجیره‌ای، انجام دهید.

(صفحه‌ی ۱۰- مکمل و مرتبط با پاراگراف‌های دوم و سوم و صفحه‌ی ۱۲- مکمل و مرتبط با جدول ۱-۶)

$$۶۵ \mu\text{g} = \boxed{} \text{pg} \quad (\text{ب})$$

$$۹۰ \text{dam} = \boxed{} \text{Mm} \quad (\text{ا})$$

$$۴۸ \text{Mm}^2 = \boxed{} \text{cm}^2 \quad (\text{ت})$$

$$۶/۴ \text{min} = \boxed{} \text{ms} \quad (\text{پ})$$

$$۸۱ \frac{\text{km}}{\text{h}} = \boxed{} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{ج})$$

$$۱۲۰۰ \mu\text{m}^3 = \boxed{} \text{km}^3 \quad (\text{ث})$$

$$۰/۹ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \boxed{} \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \quad (\text{ح})$$

$$۱۳۶۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \boxed{} \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3} \quad (\text{چ})$$

$$۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} = \boxed{} \frac{\text{TJ}}{\text{dg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad (\text{د})$$

$$۱۲۵ \frac{\text{mm}^3}{\text{s}} = \boxed{} \frac{\text{L}}{\text{day}} \quad (\text{خ})$$

$$۱۲۰ \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \boxed{} \frac{\text{dag} \cdot \text{nm}^2}{\text{hs}^2} \quad (\text{ز})$$

$$۶۰ \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = \boxed{} \frac{\text{pg}}{\text{cm} \cdot \mu\text{s}^2} \quad (\text{ذ})$$

۱۸- بزرگ‌نمایی میکروسکوپ الکترونی یک مرکز تحقیقاتی برابر با ۸×10^8 است. اگر در تصویری که این میکروسکوپ ایجاد کرده، طول یک ریزذره حدود ۶۴ میلی‌متر باشد، طول واقعی آن چند پیکومتر است؟

(صفحه‌ی ۱۰- مرتبط با پاراگراف دوم و صفحه‌ی ۱۲- مکمل و مرتبط با جدول ۱-۶)

۱۹- ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول هستند. هر ذرع ۱۰۴cm و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است. مسافت مسابقه‌ی دو ماراتن که یکی از انواع دو استقامت در المپیک است، برابر با $۴۲/۱۹۵$ کیلومتر می‌باشد. این مسافت را بر حسب ذرع و فرسنگ بیان کنید.

(صفحه‌ی ۲۵- مکمل و مشابه با مسئله‌ی ۱۴)

۲۰- تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام «گره دریایی» بیان می‌شود. هر گره دریایی برابر با $1/6878$ فوت بر ثانیه است. اگر یک ناو هواپیمابر با تندی ثابت ۲۹ گره دریایی عازم یک منطقه‌ی جنگی باشد، تندی آن را بر حسب فوت بر ثانیه، متر بر ثانیه و کیلومتر بر ساعت به دست آورید. (فوت یکای اصلی طول در دستگاه بریتانیایی یکاها بوده و برابر با $30/48$ سانتی‌متر است.)

(صفحه‌ی ۳۴- مکمل و مرتبط با مسئله‌های ۱۱ و ۱۳)

۲۱- من تبریز، سیر، مثقال، نخود و قیراط از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم هستند که به صورت زیر به یک‌دیگر مرتبط‌اند:

$$1 \text{ من تبریز} = 40 \text{ سیر} = 640 \text{ مثقال} = 15360 \text{ نخود} = 15552 \text{ قیراط}$$

با توجه به این که هر مثقال تقریباً معادل با $4/6$ گرم است، به سؤالات زیر پاسخ دهید:

آ) برای ساختن داروی گیاهی تجویز شده در یک نسخه‌ی طب سنتی، مواد زیر مورد نیاز است. جرم هر یک از این مواد را بر حسب گرم محاسبه نمایید. ۲۶ مثقال آویشن- ۲ سیر پرسیاوشان- ۵۰۰ نخود سنبل‌الطیب

(صفحه‌ی ۱۱- مکمل و مرتبط با فعالیت ۱-۳ و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۹)

ب) الماس کولینان به جرم $3106/75$ قیراط، بزرگ‌ترین الماس خامی است که تاکنون در معادن الماس یافت شده است. جرم این الماس بر حسب مثقال، سیر و گرم چقدر است؟

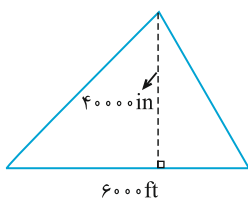
(صفحه‌ی ۱۱- مکمل و مرتبط با فعالیت ۱-۳ و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۹)

پ) یک گاوداری صنعتی روزانه 1840 کیلوگرم شیر تازه‌ی گاو تولید می‌کند. این گاوداری در یک ماه 30 روزه، چند من تبریز شیر تازه تولید می‌نماید؟

(صفحه‌ی ۱۱- مکمل و مرتبط با فعالیت ۱-۳ و صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۹)

۲۲- فوت (ft) و اینچ (in) یکاهای طول در دستگاه بریتانیایی یکاها هستند که به صورت زیر به یک‌دیگر مرتبط‌اند:

(صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۸- صفحه‌ی ۳۴- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۱۱)



$$1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$$

یکی از یکاهای متداول مساحت در دستگاه بریتانیایی، جریب (acre) می‌باشد که برابر با 43560 فوت‌مربع است. با توجه به این که هر اینچ برابر با $2/54$ سانتی‌متر و هر هکتار برابر با 10 هزار مترمربع است، مساحت زمین کشاورزی مثلثی شکل روبه‌رو را بر حسب مترمربع، هکتار، فوت‌مربع و جریب به دست آورید.

سازگاری یکاها و نمادگذاری علمی

سازگاری یکاها: در فیزیک، هنگام استفاده از یک رابطه‌ی فیزیکی و جای‌گذاری اندازه‌ی هر کمیت در آن، باید یکاها در دو طرف رابطه با هم سازگار باشند. به عبارت دیگر، اگر بخواهیم حاصل دو طرف رابطه بر حسب یکاهای SI بیان شوند، باید یکای کمیت‌های داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم. مثلاً:

$$\begin{array}{l} \text{جابه‌جایی} \times \text{نیرو} = \text{کار} \\ \uparrow \quad \quad \uparrow \quad \quad \uparrow \\ \text{m} \quad \quad \text{N} \quad \quad \text{J} \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{شتاب} \times \text{جرم} = \text{نیرو} \\ \uparrow \quad \quad \uparrow \\ \text{m/s}^2 \quad \quad \text{kg} \\ \text{N} \end{array}$$

نمادگذاری علمی: روشی است که نوشتن و محاسبه‌ی مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک را ساده‌تر می‌کند. در این روش، اندازه‌ی هر کمیت فیزیکی، باید شامل ۳ قسمت باشد:

(۱) عددی از ۱ تا ۱۰ (۲) توان صحیحی از ۱۰ (۳) یکای کمیت فیزیکی

$$x \times 10^n \text{ (یکای)} \rightarrow \begin{cases} 1 \leq x < 10 \\ n \in \mathbb{Z} \end{cases}$$

توجه ۱: در نمادگذاری علمی اعداد اعشاری کوچک‌تر از ۱، به تعداد شماره‌هایی که ممیز به جلو آورده شده است، برای ۱۰ نمای منفی قرار می‌دهیم.

مثال ۱. $7 \times 10^{-6} \text{ m} \xrightarrow{\text{نمادگذاری علمی}} 0.000007 \text{ m}$: قطر میانگین یک گویچه‌ی قرمز

توجه ۲: در نمادگذاری علمی اعداد بزرگ‌تر از ۱۰، به تعداد شماره‌هایی که ممیز به عقب آورده شده است، برای ۱۰ نمای مثبت قرار می‌دهیم. (هنگامی که ممیز وجود ندارد، یک ممیز جلوی اولین رقم از سمت راست قرار می‌دهیم.)

مثال ۲. $6400 \text{ km} \xrightarrow{\text{نمادگذاری علمی}} 6.4 \times 10^3 \text{ km}$: شعاع کره‌ی زمین

سازگاری یکاها

(صفحه‌ی ۱۱- مرتبط با پاراگراف اول)

۲۳- با ذکر مثال، توضیح دهید که منظور از سازگاری یکاها در دو طرف یک رابطه‌ی فیزیکی چیست؟

نمادگذاری علمی

(صفحه‌ی ۱۲- مرتبط با پاراگراف‌های اول و دوم)

۲۴- (آ) نمادگذاری علمی چه کاربردی دارد؟

(ب) به طور خلاصه و با ذکر یک مثال، توضیح دهید که اندازه‌ی یک کمیت فیزیکی را چگونه می‌توان به صورت نمادگذاری علمی بیان کرد؟

(صفحه‌ی ۱۲- مرتبط با پاراگراف سوم و جدول ۱-۷)

۲۵- اعداد زیر را با نماد علمی نشان دهید.

(صفحه‌ی ۱۳- مکمل و مشابه با جدول ۱-۷ و صفحه‌ی ۱۳- مکمل و مشابه با پرسش ۱-۳)

آ) ۶

ب) ۳۸۹۰۰۰۰۰

پ) ۰/۰۰۰۰۰۰۱

ت) ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱۱۹۵

$$\text{ث) } 120/01 \times 10^{11}$$

$$\text{ج) } 0/0046 \times 10^{18}$$

$$\text{چ) } 180030000 \times 10^{-12}$$

$$\text{ح) } 0/00000012 \times 10^{-6}$$

۲۶-

تبدیل واحدهای زیر را به روش تبدیل زنجیره‌ای انجام داده و عدد حاصل را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

(صفحه‌ی ۱- مکمل و مرتبط با تمرین ۱-۱ و تمرین ۱-۳)

$$3600 \text{ nm} = \boxed{} \text{ pm} = \boxed{} \text{ hm} \quad \text{ب)}$$

$$78 \times 10^{-7} \text{ m} = \boxed{} \mu\text{m} = \boxed{} \text{ fm} \quad \text{آ)}$$

$$25 \text{ day} = \boxed{} \text{ min} = \boxed{} \text{ ns} \quad \text{ت)}$$

$$0/000009 \text{ ms} = \boxed{} \mu\text{s} = \boxed{} \text{ min} \quad \text{پ)}$$

$$0/00068 \text{ Gm}^2 = \boxed{} \text{ dm}^2 \quad \text{ج)}$$

$$620 \text{ kg} = \boxed{} \text{ mg} = \boxed{} \text{ Tg} \quad \text{ث)}$$

$$1350 \frac{\text{km}}{\text{min}} = \boxed{} \frac{\text{cm}}{\text{s}} = \boxed{} \frac{\text{mm}}{\text{h}} \quad \text{ح)}$$

$$300 \times 10^8 \text{ cm}^3 = \boxed{} \text{ dam}^3 \quad \text{چ)}$$

$$\frac{1}{120} \frac{\text{L}}{\text{s}} = \boxed{} \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \quad \text{د)}$$

$$3600000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \boxed{} \frac{\text{ng}}{\text{pm}^3} \quad \text{خ)}$$

۲۷-

آ) فاصله‌ی تقریبی کره‌ی ماه تا کره‌ی زمین $382 \times 10^3 \text{ km}$ است. این فاصله را بر حسب هکتومتر و به صورت نمادگذاری علمی به دست

(صفحه‌ی ۱۳- مکمل و مرتبط با تمرین ۱-۱ و تمرین ۱-۳)

آورید.

ب) جرم الکترون تقریباً 9109×10^{-25} میکروگرم است. این جرم را بر حسب نانوگرم و کیلوگرم و به صورت نمادگذاری علمی به دست آورید.

(صفحه‌ی ۱۳- مکمل و مرتبط با تمرین ۱-۱ و تمرین ۱-۳)

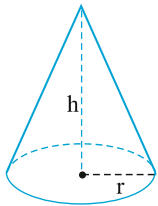
۲۸- پاسخ هر یک از سؤالات زیر را به صورت نمادگذاری علمی به دست آورید. (برای سادگی، هر سال را ۳۶۵ روز در نظر بگیرید.)

(آ) هر میلی قرن، چند دقیقه است؟

(صفحه ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله ۷)

(ب) یک انسان سالم به طور متوسط $\frac{1}{3}$ از عمر خود را در خواب می گذراند. یک انسان ۷۵ ساله، در طول عمر خویش چند ثانیه خوابیده است؟

(صفحه ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله ۷)



۲۹- حجم مخروط قائمی به قطر قاعده ۹ دسی متر و ارتفاع ۱۲۰۰ میلی متر را بر حسب سانتی متر مکعب به دست آورید و حاصل را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید. ($\pi = 3$)

(صفحه ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله ۸)

۳۰- در کارت سلامت نوزادان، قد، جرم و سایر مشخصات فیزیکی نوزاد در فاصله های منظم زمانی توسط پزشکان نوشته می شود. بر اساس اطلاعات نوشته شده در کارت سلامت یک نوزاد، قد او در ۳۰ روزگی اش برابر با ۵۶ سانتی متر و در ۲۴۰ روزگی اش برابر با ۷۱ سانتی متر بوده است. آنگه رشد قد این نوزاد در این بازه ی زمانی را بر حسب میکرومتر بر ثانیه و به صورت نمادگذاری علمی به دست آورید.

(صفحه ۲۴- مکمل و مرتبط با مسئله ۱۰)

۳۱- مسافتی را که نور در مدت زمان یک سال (۳۶۵ روز) در خلأ می پیماید، یک سال نوری می نامند و آن را با نماد ly نمایش می دهند. طبق مطالعاتی که دانشمندان علم نجوم به کمک تلسکوپ های فضایی پیشرفته انجام داده اند، فاصله ی منظومه ی شمسی تا نزدیک ترین ستاره $4/00 \times 10^{16}$ متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب اگزامتر، یکای نجومی (AU) و سال نوری و به صورت نمادگذاری علمی بنویسید. (یکای نجومی برابر با میانگین فاصله ی زمین تا خورشید یعنی $1/50 \times 10^{11}$ m بوده و تندی نور در خلأ را $3/00 \times 10^8$ متر بر ثانیه در نظر بگیرید. ضمناً پیشوند اگزا با نماد E به معنای ضریب 10^{18} می باشد.)

(صفحه ۸- مکمل و مشابه با تمرین ۱-۱)

عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری

اندازه‌گیری: خطا و دقت

(۹ سوال شناسنامه‌زار)

رقم‌های بامعنا و گزارش نتیجه‌ی اندازه‌گیری

عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری

دقت: کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس
خطا: $\pm \frac{1}{4}$ کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس

ابزارهای اندازه‌گیری مدرج

۱- دقت وسیله‌ی اندازه‌گیری

دقت: یک واحد از آخرین رقم قرائت
شده توسط ابزار
خطا: مثبت و منفی دقت ابزار

ابزارهای اندازه‌گیری رقمی (دیجیتال)

نحوه‌ی خواندن نتیجه‌ی اندازه‌گیری با ابزارهای مدرج، باید به گونه‌ای باشد که خطای مشاهده (ناشی از اختلاف منظر) به حداقل خود برسد. برای این کار، باید راستای دید ما، عمود بر محل قرائت باشد.

۲- مهارت شخص آزمایش‌گر

۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری ← متداول‌ترین راهکار برای کاهش خطا ← پس از حذف نتایجی که با بقیه اختلاف زیادی دارند، میانگین اعداد حاصل از اندازه‌گیری به عنوان نتیجه‌ی اندازه‌گیری گزارش می‌شود.

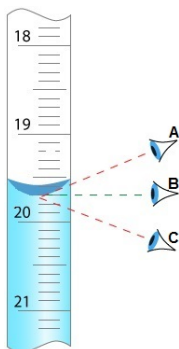
عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری

۳۲- آ) دقت اندازه‌گیری به چه عواملی بستگی دارد؟ (۳ مورد)

(صفحه‌ی ۱۴- مرتبط با پلاکراف دوم و صفحه‌ی ۱۵- مرتبط با پلاکراف‌های اول و دوم)

ب) آیا با انتخاب وسیله‌های اندازه‌گیری دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، می‌توانیم خطای اندازه‌گیری را به صفر برسانیم؟

(صفحه‌ی ۱۴- مرتبط با پلاکراف اول)



۳۳- در شکل مقابل، نگاه کردن از منظرهای A و C برای قرائت حجم آب درون استوانه‌ی مدرج، چه اثری بر روی دقت اندازه‌گیری می‌گذارد؟

(صفحه‌ی ۱۵- مرتبط با پلاکراف اول و مکمل و مشابه با شکل ۱-۹)

۳۴- آ) در علم فیزیک، برای کاهش خطا در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی، معمولاً چه کاری انجام می‌دهند؟ شرح دهید.

(صفحه ۱۵- مرتبط با پاراگراف دوم)

ب) دانش‌آموزی با هدف کاهش خطای اندازه‌گیری، جرم یک جسم را ده بار اندازه‌گیری نموده و اعداد زیر (همگی بر حسب گرم) را به دست آورده است. جرم این جسم چند گرم است؟

(صفحه ۱۵- مکمل و مرتبط با شکل ۱-۲)

$319/5 - 321/5 - 304/5 - 322/5 - 318/5 - 321/5 - 348/5 - 318/5 - 321/5 - 318/5$

۳۵- آ) با ذکر مثال، قاعده‌ی کلی تعیین خطای اندازه‌گیری وسیله‌های درجه‌بندی شده را بیان کنید.

(صفحه ۱۴- مرتبط با پاراگراف دوم)

ب) کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس و خطای اندازه‌گیری هر یک از وسیله‌های درجه‌بندی شده‌ی زیر را با استفاده از قاعده‌ی کلی بیان شده در قسمت (آ)، تعیین کنید.

(صفحه ۱۴- مکمل و مرتبط با شکل ۱-۸ الف) و (ب))



شکل (۲): خط‌کش میلی‌متری

کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس:

خطای اندازه‌گیری:



شکل (۱): خط‌کش سانتی‌متری

کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس:

خطای اندازه‌گیری:



شکل (۴): تندی‌سنج خودرو

کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس:

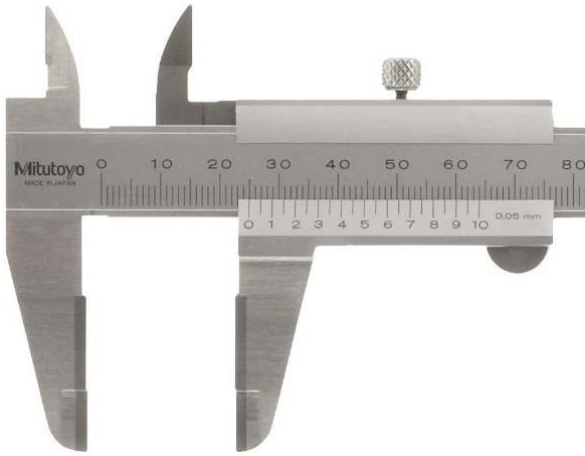
خطای اندازه‌گیری:



شکل (۳): زمان‌سنج عقربه‌ای (مدرج شده بر حسب ثانیه)

کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس:

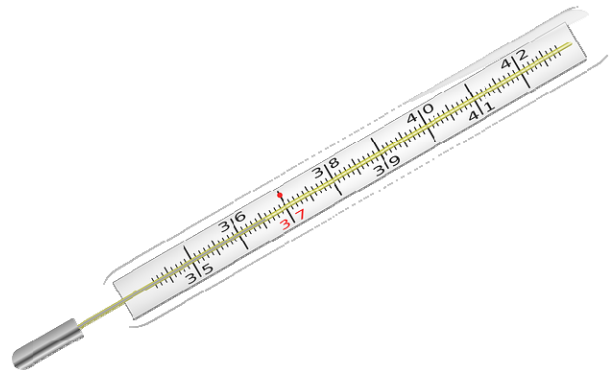
خطای اندازه‌گیری:



شکل (۶): کولیس $\frac{1}{20}$ mm

کمینه تقسیم بندی مقیاس: $\frac{1}{20}$ mm = 0.05 mm

خطای اندازه گیری:



شکل (۵): دماسنج پزشکی

کمینه تقسیم بندی مقیاس:

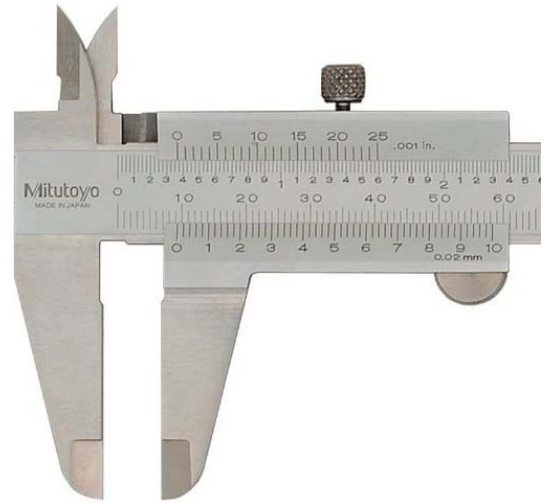
خطای اندازه گیری:



شکل (۸): ریزسنج

کمینه تقسیم بندی مقیاس:

خطای اندازه گیری:



شکل (۷): کولیس $\frac{1}{50}$ mm

کمینه تقسیم بندی مقیاس: $\frac{1}{50}$ mm = 0.02 mm

خطای اندازه گیری:

۳۶- آ) با ذکر مثال، قاعده‌ی کلی تعیین خطای اندازه‌گیری وسیله‌های رقمی (دیجیتال) را بیان کنید.

(صفحه‌ی ۱۴- مرتبط با پاراگراف دوم)

ب) خطای اندازه‌گیری هر یک از وسیله‌های رقمی (دیجیتال) زیر را با استفاده از قاعده‌ی کلی بیان شده در قسمت (آ)، تعیین کنید.

(صفحه‌ی ۱۴- مکمل و مرتبط با شکل ۱-۸ (پ) و (ت))



شکل (۲): تندی سنج جی.پی.اس

خطای اندازه‌گیری:



شکل (۱): زمان‌سنج دیجیتال مسابقات دو

خطای اندازه‌گیری:



شکل (۴): کولیس دیجیتال (رقمی)

خطای اندازه‌گیری:



شکل (۳): دماسنج دیجیتال صنعتی

خطای اندازه‌گیری:



شکل (۵): ریزسنج دیجیتال (رقمی)

خطای اندازه‌گیری:

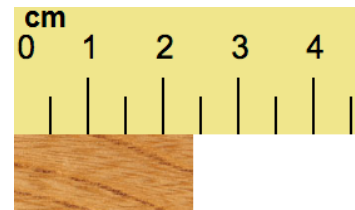
رقم‌های بامعنا و گزارش نتیجه‌ی اندازه‌گیری

تمام عددهای غیرصفر بامعنا هستند.
تمام صفرهایی که بین اعداد غیرصفر قرار دارند، بامعنا هستند.
صفرهایی که در سمت چپ اعداد قرار دارند، بامعنا نیستند.
صفرهایی که در سمت راست اعداد قرار دارند، می‌توانند بامعنا باشند یا نباشند.

رقم‌های بامعنا: رقم‌های ثبت شده قواعد پس از اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی

رقم غیرقطعی (حدسی یا مشکوک): آخرین رقم سمت راست نتیجه‌ی اندازه‌گیری (هم در ابزارهای مدرج و هم در ابزارهای رقمی)
توجه: رقم غیرقطعی (حدسی یا مشکوک) نیز جزء رقم‌های بامعنا محسوب می‌شود.

مثال ۱. خط کش ۰/۵ سانتی متری



دقت اندازه‌گیری: ۰/۵ cm

$$\pm 0.5 \text{ cm} \xrightarrow{\text{گرد کردن}} \pm 0.3 \text{ cm}$$

گزارش نتیجه‌ی اندازه‌گیری: $2.4 \text{ cm} \pm 0.3 \text{ cm}$

رقم ۲: تعداد رقم‌های بامعنا

رقم ۴: رقم غیرقطعی (حدسی یا مشکوک)

مثال ۲. تندی سنج جی.پی.اس دیجیتال



دقت اندازه‌گیری: $0.1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

خطای اندازه‌گیری: $\pm 0.1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

گزارش نتیجه‌ی اندازه‌گیری: $32.7 \frac{\text{km}}{\text{h}} \pm 0.1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

رقم ۳: تعداد رقم‌های بامعنا

رقم ۷: رقم غیرقطعی (حدسی یا مشکوک)

ضرب و تقسیم: تعداد رقم‌های بامعنا در نتیجه‌ی محاسبه نمی‌تواند بیش‌تر از تعداد رقم‌های بامعناى عددی باشد که کم‌ترین رقم بامعنا را دارد.

قواعد محاسبه‌های جبری با رقم‌های بامعنا:

جمع و تفریق: تعداد ارقام سمت راست ممیز در نتیجه‌ی محاسبه نمی‌تواند بیش‌تر از تعداد ارقام سمت راست ممیز عددی باشد که کم‌ترین تعداد ارقام سمت راست ممیز را دارد.

رقم‌های بامعنا و گزارش نتیجه‌ی اندازه‌گیری

(صفحه‌ی ۱۵- مرتبط با پلاگراف سوم)

۳۷- (آ) رقم‌های بامعنا را تعریف کنید.

(صفحه‌ی ۱۵- مرتبط با پلاگراف سوم)

(ب) رقم حدسی و غیرقطعی یک اندازه‌گیری، جزء رقم‌های بامعنا محسوب می‌شود یا نه؟

پ) آخرین رقم سمت راست نتیجه‌ی اندازه‌گیری با دستگاه‌های رقمی (دیجیتال) که توسط خود دستگاه گزارش می‌شود و ما آن را حدس نمی‌زنیم، مشکوک است یا نه؟
(صفحه‌ی ۱۶- مرتبط با پلاکراف دوم)

۳۸- ایستگاه طراحی آزمایش!

آ) چگونه می‌توان جرم یک پونز را به کمک ترازوی معمولی، اندازه‌گیری کرد؟

(صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مشابه با مسئله‌ی ۵)

ب) آزمایشی طراحی کنید که بتواند زمان نوسان (رفت و برگشت کامل) یک آونگ ساده را به کمک یک زمان‌سنج رقمی با دقت اندازه‌گیری یک ثانیه، اندازه‌گیری کند.
(صفحه‌ی ۲۳- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۵)

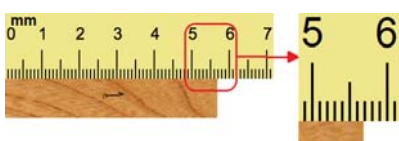
پ) با یک آزمایش ساده توضیح دهید که چگونه می‌توانید به وسیله‌ی یک خط‌کش معمولی، ضخامت یک ورق کاغذ کتاب فیزیک‌تان را اندازه بگیرید.
(صفحه‌ی ۱۷- مکمل و مشابه با فعالیت ۱-۶ ب)

ت) یک آزمایش ساده برای اندازه‌گیری جرم و حجم یک قطره روغن پیشنهاد دهید و بگویید برای این آزمایش به چه وسایلی نیاز دارید.

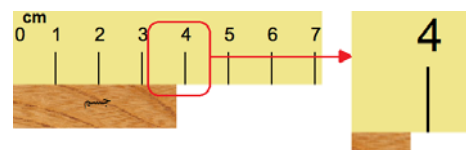
(صفحه‌ی ۱۷- مکمل و مشابه با فعالیت ۱-۶ الف)

۳۹- با توجه به شکل‌های (آ) تا (ث)، جدول زیر را کامل کنید.

(صفحه‌ی ۱۵- مکمل و مشابه با شکل ۱۱-۱ الف و ب)، صفحه‌ی ۱۶، مکمل و مشابه با شکل ۱۲-۱ و مثال ۲-۱، صفحه‌ی ۱۷- مکمل و مشابه با تمرین ۱-۴، صفحه‌ی ۲۵- مکمل و مرتبط با مسئله‌ی ۱۵)



شکل (ب): خط‌کش میلی‌متری



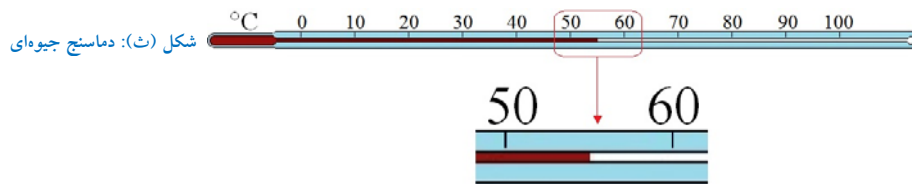
شکل (آ): خط‌کش سانتی‌متری



شکل (ت): تندیسنج خودروی برقی



شکل (ب): زمان‌سنج عقربه‌ای



شکل (ث): دماسنج جیوه ای

نام شکل	خطای وسیله اندازه گیری	گزارش نتیجه اندازه گیری	تعداد ارقام بامعنا	رقم غیرقطعی
شکل (آ)				
شکل (ب)				
شکل (پ)				
شکل (ت)				
شکل (ث)				

۴۰- با توجه به شکل های (آ) تا (ث)، جدول زیر را کامل کنید.

(صفحه ۱۵) - مکمل و مشابه با کادر حاشیه، صفحه ۱۷ - مکمل و مشابه با تمرین ۱-۴ و صفحه ۲۵ - مکمل و مشابه با مسئله ۱۶



شکل (ب)



شکل (آ)



شکل (ت)



شکل (پ)



شکل (ث)

نام شکل	نام وسیله اندازه گیری	خطای وسیله اندازه گیری	گزارش نتیجه اندازه گیری	تعداد ارقام بامعنا	رقم غیرقطعی
شکل (آ)					
شکل (ب)					
شکل (پ)	زمان سنج رقمی				
شکل (ت)	تندی سنج رقمی				
شکل (ث)	دماسنج رقمی				

