

بخش دوم: اندازه‌گیری

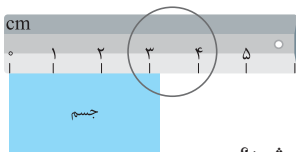
- ۱- دقت و خطای اندازه‌گیری
۲- تخمین مرتبه بزرگی یک عدد

زیرشاخه‌های بخش دوم B

1-B دقت و خطای اندازه‌گیری

احتمالاً مشاهده کرده‌اید که در هنگام زدن ضربه آزاد در بازی فوتبال، داور مسابقه با شمردن تعداد قدم‌های خود، فاصله بین توپ فوتبال و دیوار دفاعی را تخمین می‌زند. از سوی دیگر این اندازه‌گیری با یک متر فلزی نیز قابل انجام است. به نظر شما آیا در دو حالت، داور با یک دقت فاصله بین توپ و دیوار دفاعی را اندازه گرفته است؟ برای این‌که پاسخ این سؤال را بدهید، باید با مفهومی به نام دقت و خطای اندازه‌گیری آشنا شوید، که در این قسمت ما آن را به شما یاد می‌دهیم. در ادامه برای شروع کار، با بررسی چند سؤال مفهومی و با یک تحلیل ساده، ذهنیت بسیار خوبی را در رابطه با این موضوع به شما منتقل خواهیم کرد.

بررسی چند سؤال



فرض کنید مطابق شکل، می‌خواهیم با خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، طول یک جسم را اندازه‌گیری کنیم:

سؤال ۱: در یک نگاه اولیه برای فردی که با فیزیک آشنایی ندارد، اندازه جسم چند سانتی‌متر تخمین زده می‌شود؟

پاسخ: با یک نگاه سطحی به شکل فوق، می‌توان گفت که طول جسم بیش از ۳ سانتی‌متر است و افراد مختلف ممکن است برای طول آن اعداد زیر را ارائه دهند:

- ۱ فرد : ۳/۲ cm ۲ فرد : ۳/۳ cm ۳ فرد : ۳/۲۳ cm ۴ فرد : ۳/۲۳۵ cm

سؤال ۲: آیا تمام اعداد بیان‌شده توسط افراد مختلف در پاسخ سؤال قبل، با توجه به علم فیزیک می‌تواند صحیح باشد؟

پاسخ: احتمالاً با ما موافق هستید که عدد ۳ در قبل از ممیز، در تمام حدس‌های ارائه‌شده مورد توافق است و اختلاف بین افراد مختلف، در سایر ارقام است و این افراد به‌صورت زیر عمل کرده‌اند:

- ۱ فرد : ۳/۲ → با ۰/۲، حدس خود را در اندازه‌گیری کامل کرده است.
۲ فرد : ۳/۳ → با ۰/۳، حدس خود را در اندازه‌گیری کامل کرده است.
۳ فرد : ۳/۲۳ → با ۰/۲۳، حدس خود را در اندازه‌گیری کامل کرده است.
۴ فرد : ۳/۲۳۵ → با ۰/۲۳۵، حدس خود را در اندازه‌گیری کامل کرده است.

اعداد مشخص‌شده‌ای که این افراد برای تکمیل حدس خود آورده‌اند، اعدادی مشکوک و حدسی هستند و لزوماً درست نمی‌باشند.

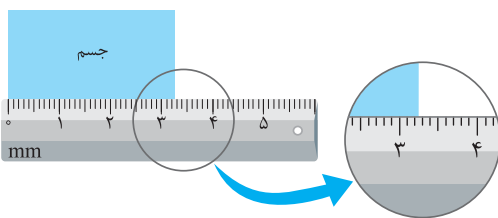
در علم فیزیک برای تخمین زدن اندازه‌گیری‌هایی که با چشم انجام می‌شود، تنها حق داریم **یک رقم غیرقطعی و مشکوک** داشته باشیم و این یعنی علم فیزیک حدسیات فرد ۳ و فرد ۴ را در اندازه‌گیری قبول نمی‌کند، زیرا آن‌ها در حدسیات خود، از بیش از یک رقم مشکوک و غیرقطعی استفاده کرده‌اند. بنابراین می‌توان گفت تنها اندازه‌گیری‌های افراد (۱) و (۲) از بین چهار عدد ارائه‌شده با علم فیزیک مطابقت دارد.

سؤال ۳: در تخمین طول این جسم، در نهایت آن را باید به چه صورتی اعلام کرد؟

پاسخ: به‌طور کلی در ارائه طول با این خط‌کش، مقداری خطا وجود خواهد داشت که این خطا به درجه‌بندی خط‌کش وابسته است. بنابر یک قاعده کلی، خطای اندازه‌گیری با یک خط‌کش و سایر وسایل اندازه‌گیری که با چشم عدد آن را تخمین می‌زنیم، $\pm \frac{1}{10}$ کوچک‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله است. به این ترتیب خطای اندازه‌گیری خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است برابر ± 0.5 سانتی‌متر می‌باشد. توجه شود که مطابق فیزیک، در نهایت نتیجه اندازه‌گیری طول جسم توسط افراد (۱) و (۲) به شکل‌های زیر می‌تواند نوشته شود:

$$3.2 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm} \quad \text{یا} \quad 3.3 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$$

رقم غیرقطعی خطای وسیله اندازه‌گیری رقم غیرقطعی خطای وسیله اندازه‌گیری



سؤال ۴: حال اگر همین جسم را مطابق شکل مقابل، با کمک

خط‌کشی با درجه‌بندی برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری کنیم، نمایش درست عدد ارائه‌شده به چه صورت می‌تواند باشد؟

پاسخ: مطابق شکل نشان داده شده در صفحه قبل، قطعاً طول جسم موردنظر بیش از ۳۲ mm است (توجه شود که ۳ cm معادل با ۳۰ mm است). بنابراین عددی که شخص برحسب میلی‌متر ارائه می‌دهد، با توجه به این موضوع که فقط یک رقم مشکوک در اندازه‌گیری مجاز است، می‌تواند به صورت زیر باشد:

$$32.5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm} \quad \text{یا} \quad 32.6 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$$

← رقم غیرقطعی
← رقم غیرقطعی

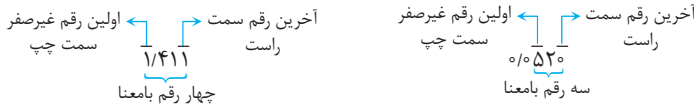
خطای وسیله اندازه‌گیری
خطای وسیله اندازه‌گیری

در ادامه پس از آشنا شدن با مفاهیم ارائه‌شده، نکات مرتبط با آن‌ها را دقیق‌تر بیان می‌کنیم.

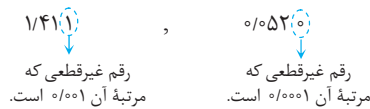
ارقام بامعنا و رقم غیرقطعی

نکات مهم مربوط به این موضوع، به صورت زیر است:

۱ برای شمارش ارقام معنادار از اولین عدد (غیرصفر) سمت چپ شروع می‌کنیم و تا آخرین رقم سمت راست (حتی صفرها) پیش می‌رویم. به عنوان مثال عدد ۱/۴۱۱ دارای چهار رقم بامعنا و عدد ۰/۰۵۲۰ دارای سه رقم بامعنا می‌باشد.



۲ آخرین رقم معنادار سمت راست را رقم غیرقطعی (حدسی) می‌گویند. به عنوان مثال در اعداد ۱/۴۱۱ و ۰/۰۵۲۰ داریم:



۳ در مقایسه دو اندازه‌گیری، بدیهی است که هرچه مرتبه رقم غیرقطعی کوچک‌تر باشد، یعنی حدس کم‌تری در اندازه‌گیری داشته‌ایم و اندازه‌گیری با وسیله دقیق‌تری انجام شده است.

تمرین ۰: با مشاهده عقربه دو تندی سنج A و B، تندی اتومبیلی را به ترتیب $25/00 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ و $25/0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ اندازه‌گیری کرده‌اند. دقت اندازه‌گیری کدام‌یک از این دو تندی سنج بیشتر است؟ (تألیفی)

پاسخ: برای هر یک از اندازه‌گیری‌های انجام‌شده، رقم غیرقطعی و مرتبه آن به صورت زیر است:

$$25/00 \quad \text{و} \quad 25/0$$

← رقم غیرقطعی که مرتبه آن ۰/۰۰۱ است.
← رقم غیرقطعی که مرتبه آن ۰/۰۱ است.

با توجه به این‌که مرتبه رقم غیرقطعی در اندازه‌گیری توسط دستگاه B کوچک‌تر است، بنابراین در استفاده از این دستگاه، حدس کم‌تری (کوچک‌تری) وجود داشته و دقت اندازه‌گیری دستگاه B بیشتر از A است.

کمی توجه

به‌طور کلی در روند تبدیل واحد، تعداد ارقام معنادار نباید تغییر کند. برای درک بهتر فرض کنید طول جسمی ۱۲/۱ m اندازه‌گیری شده است و مقدار آن را برحسب سانتی‌متر از ما می‌خواهند. در این حالت نمایش (۱) درست بوده و نمایش (۲) نادرست است.

$$(1) \quad 12.1 \text{ m} = 1210 \text{ cm} \quad \checkmark \quad \text{سه رقم بامعنا سه رقم بامعنا}$$

$$(2) \quad 12.1 \text{ m} = 121 \text{ cm} \quad \times \quad \text{چهار رقم بامعنا سه رقم بامعنا}$$

توجه: در نمایش (۱)، ضرب 10^2 ، در شمارش تعداد ارقام با معنای عدد، در نظر گرفته نمی‌شود.

این موضوع تو نمایش اعداد کتاب پایه دهم رعایت شده ولی باور کنید تو مسائل کنکور و تست‌های فصل‌های بعد پندار رعایت نمیشه ...

خطای اندازه‌گیری در وسایل درجه‌بندی شده

در وسایل درجه‌بندی شده (مانند خطکش فلزی) که در نهایت عدد اندازه‌گیری شده را با چشم تخمین می‌زنیم، نکات زیر حائز اهمیت است:

۱ دقت اندازه‌گیری یک خطکش و یا یک وسیله درجه‌بندی شده، برابر کوچک‌ترین مقدار درجه‌بندی آن می‌باشد. به عنوان مثال در یک خطکش مدرج برحسب سانتی‌متر، دقت اندازه‌گیری ۱ cm است.

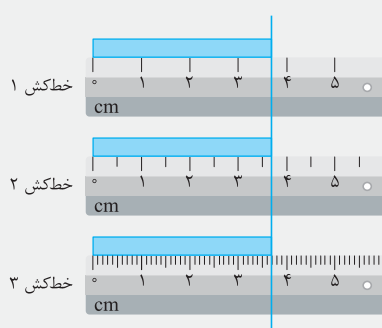
۲ بنا بر یک قاعده کلی، خطای اندازه‌گیری توسط خطکش و سایر وسایل درجه‌بندی شده، $\pm \frac{1}{2}$ کوچک‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله (دقت وسیله) است. به عنوان مثال در خطکشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، خطای اندازه‌گیری برابر $\pm 0.5 \text{ cm} = \pm \frac{1}{2} \text{ cm}$ و در خطکشی که برحسب میلی‌متر مدرج شده است، برابر $\pm 0.5 \text{ mm} = \pm 0.5 \text{ cm} = \pm \frac{1}{2} \text{ mm}$ است (این یعنی دقت اندازه‌گیری و خطای اندازه‌گیری، دو مفهوم متفاوت دارند).

۲ در وسیله‌های اندازه‌گیری، عدد ارائه‌شده باید به‌گونه‌ای باشد که رقم غیرقطعی و خطای اندازه‌گیری با یکدیگر هم‌خوانی داشته باشد. به‌عنوان مثال به موارد زیر توجه کنید:

خطکش مدرج شده برحسب سانتی‌متر (یعنی خطای اندازه‌گیری برابر $\pm 0.5 \text{ cm}$)	
توضیحات	عدد پیشنهادشده
رقم غیرقطعی با خطای اندازه‌گیری هم‌خوانی دارد (0.7 cm با 0.5 cm) و عدد پیشنهادی درست است.	$42.7 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$ رقم غیرقطعی
رقم غیرقطعی با خطای اندازه‌گیری هم‌خوانی ندارد (0.1 cm با 0.5 cm) و عدد پیشنهادی نادرست است.	$42.71 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$ رقم غیرقطعی

خطکش مدرج شده برحسب میلی‌متر (یعنی خطای اندازه‌گیری برابر $\pm 0.5 \text{ mm}$ یا $\pm 0.05 \text{ cm}$)	
توضیحات	عدد پیشنهادشده
رقم غیرقطعی با خطای اندازه‌گیری هم‌خوانی دارد (0.2 mm با 0.5 mm) و عدد پیشنهادی درست است.	$2.2 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ رقم غیرقطعی
رقم غیرقطعی با خطای اندازه‌گیری هم‌خوانی دارد (0.7 cm با 0.05 cm) و عدد پیشنهادی درست است.	$4.27 \text{ cm} \pm 0.05 \text{ cm}$ رقم غیرقطعی

تمرین ۱۱: در سه تصویر نشان داده شده، نتیجه اندازه‌گیری توسط هر خطکش چگونه (به همراه خطای آن) نمایش داده می‌شود؟ (کتاب درسی)



پاسخ: خطکش ۱: کمینه درجه‌بندی این خطکش، برابر ۱ cm و در نتیجه دقت آن نیز برابر ۱ cm است. مطابق قاعده‌ای که اشاره کردیم، خطای اندازه‌گیری توسط این خطکش به‌صورت $\pm 0.5 \text{ cm}$ بیان می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه اندازه‌گیری توسط این خطکش را $3.7 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$ بیان کرد.

خطکش ۲: کمینه درجه‌بندی این خطکش، برابر ۰/۵ cm و در نتیجه دقت آن نیز برابر ۰/۵ cm است. مطابق قاعده‌ای که اشاره کردیم، خطای اندازه‌گیری توسط این خطکش به‌صورت $\pm 0.25 \text{ cm}$ بیان می‌شود که باید به‌صورت $\pm 0.3 \text{ cm}$ گرد شود (در این روند گرد کردن، باید به سمت بالا گرد کنید). بنابراین می‌توان نتیجه اندازه‌گیری توسط این خطکش را $3.7 \text{ cm} \pm 0.3 \text{ cm}$ بیان کرد. اگر نتیجه اندازه‌گیری را به‌صورت $3.7 \text{ cm} \pm 0.25 \text{ cm}$ بیان کنید هر چند از نظر ریاضیات مشکلی ندارد ولی از نظر محاسبه‌های فیزیکی نادرست است، زیرا رقم غیرقطعی و خطای اندازه‌گیری با یکدیگر هم‌خوانی ندارد.

خطکش ۳: کمینه درجه‌بندی این خطکش، برابر ۱ mm و در نتیجه دقت آن نیز برابر ۱ mm است. مطابق قاعده‌ای که اشاره کردیم، خطای اندازه‌گیری توسط این خطکش، $\pm 0.5 \text{ mm}$ یا $\pm 0.05 \text{ cm}$ است. بنابراین می‌توان نتیجه اندازه‌گیری توسط این خطکش را $3.7 \text{ cm} \pm 0.05 \text{ cm}$ یا $3.7 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ بیان کرد.

تمرین ۱۲: با ترازوی عقربه‌ای و درجه‌بندی شده که کوچک‌ترین تقسیم‌بندی آن برابر یک گرم است، جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار، می‌تواند گزارش دقیق‌تری از نتیجه این اندازه‌گیری برحسب گرم باشد؟

(سراسری ترمی ۸۸ فارغ از کشور، با تغییر)

$$4.21 \pm 0.5 \text{ (g)}$$

$$4.2 \pm 0.5 \text{ (g)}$$

$$4.2 \pm 1 \text{ (g)}$$

$$4.2 \text{ (g)}$$

پاسخ: کوچک‌ترین تقسیم‌بندی این ترازوی مدرج، برابر یک گرم است. بنابراین خطای اندازه‌گیری آن برابر $\pm 0.5 \text{ gr}$ می‌باشد. هم‌چنین با توجه به این‌که دستگاه تا یک گرم، می‌تواند جرم جسم را اندازه بگیرد، بنابراین یک مرتبه کوچک‌تر، یعنی مرتبه یک دهم را می‌توانیم خودمان با نگاه کردن به ترازوی مدرج حدس بزنیم. بنابراین عدد نشان داده شده می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

$$4.2 \text{ gr} \pm 0.5 \text{ gr} \quad (\text{گزینه ۳})$$

خطای اندازه‌گیری وسیله $\pm 0.5 \text{ gr}$ ←
رقم غیرقطعی ← 4.2 gr

تمرین ۱۳: در تمرین قبل، اگر کوچک‌ترین تقسیم‌بندی دستگاه تا 0.1 gr بود، آن‌گاه کدام یک از اعداد زیر می‌توانست نمایش درستی از اندازه‌گیری باشد؟

(تألیفی)

$$4.21 \text{ gr} \pm 0.05 \text{ gr} \text{ (g)}$$

$$4.2 \text{ gr} \pm 0.05 \text{ gr} \text{ (g)}$$

$$4.21 \text{ gr} \pm 1 \text{ gr} \text{ (g)}$$

$$4.2 \text{ gr} \pm 0.1 \text{ gr} \text{ (g)}$$

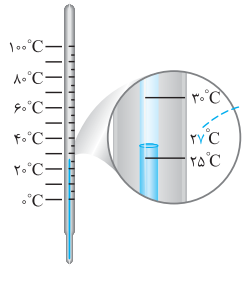
پاسخ: در این حالت، خطای اندازه‌گیری برابر $\pm 0.05 \text{ gr}$ ($\pm 0.05 \text{ gr} = \pm 0.1 \text{ gr} \times \frac{1}{2}$) می‌باشد و مشابه با استدلال تمرین قبل، نمایش درست می‌تواند به‌صورت زیر باشد:

$$4.21 \text{ gr} \pm 0.05 \text{ gr} \text{ (g)}$$

خطای اندازه‌گیری وسیله $\pm 0.05 \text{ gr}$ ←
رقم غیرقطعی ← 4.21 gr

بررسی یک موضوع

در دماسنج شکل مقابل، عددی که باید خوانده شود، به صورت زیر است (به گرد کردن مطرح شده توجه ویژه‌ای کنید):



خطای اندازه‌گیری $\Rightarrow 5^\circ\text{C} =$ کوچک‌ترین تقسیم‌بندی دماسنج رقم حدسی

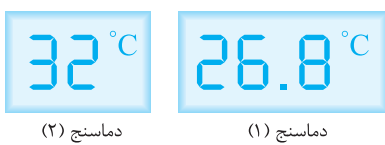
عدد دماسنج $= 27^\circ\text{C} \pm 2/5^\circ\text{C}$

خطای اندازه‌گیری، با رقم غیرقطعی مطابقت ندارد و به عدد ۳ گرد می‌شود.

اصلاح عدد ارائه شده \rightarrow عدد دماسنج $= 27^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$

دقت اندازه‌گیری در وسایل دیجیتال

با پیشرفت علم، در بسیاری از موارد عملاً اندازه‌گیری با وسایل دیجیتالی (رقمی) انجام می‌شود و دیگر به کمک چشم مقدار کمیت مورد نظر تخمین زده نمی‌شود. در دستگاه‌های دیجیتالی بحث دقت اندازه‌گیری با وسایل درجه‌بندی شده که تاکنون بررسی کردیم، اندکی متفاوت است و در مورد آن نکات زیر حائز اهمیت است:



۱ در این دستگاه‌ها، یک واحد از کوچک‌ترین (آخرین) رقمی که توسط دستگاه اندازه‌گیری می‌شود معادل با دقت و خطای دستگاه است. به عنوان مثال دماسنج‌های دیجیتالی مقابل را در نظر بگیرید: در این شکل‌ها، خطای دماسنج شکل (۱) که عدد $26/8^\circ\text{C}$ را می‌خواند برابر $\pm 0/1^\circ\text{C}$ و خطای دماسنج شکل (۲) که عدد 32°C را می‌خواند برابر $\pm 1^\circ\text{C}$ است.

۲ در شکل‌های نشان داده شده در نکته قبل، دماسنج (۱) دقت بیشتری نسبت به دماسنج (۲) دارد و اگر بخواهیم اعداد اندازه‌گیری شده توسط آن‌ها را دقیق‌تر نشان دهیم، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

(۱) دماسنج : $26/8^\circ\text{C} \pm 0/1^\circ\text{C}$
خطای اندازه‌گیری ← رقم غیرقطعی

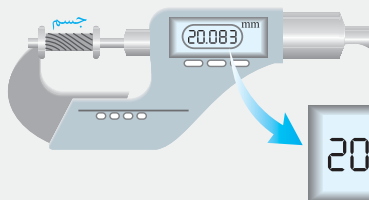
(۲) دماسنج : $32^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$
خطای اندازه‌گیری ← رقم غیرقطعی

۲ در دماسنج (۱)، عملاً عدد واقعی اندازه‌گیری شده برای دما، در محدوده‌های زیر قرار می‌گیرد:

$$26/7^\circ\text{C} \leq \text{عدد واقعی دما در دماسنج (۱)} \leq 26/9^\circ\text{C}$$

تمرین ۱۴: ریزسنج دیجیتالی، یکی از وسایلی است که به کمک آن با دقت بسیار زیادی می‌توان طول یک جسم را اندازه گرفت. شکل زیر

نمایشی از یک اندازه‌گیری با ریزسنج دیجیتالی است. در رابطه با این ریزسنج، به موارد زیر پاسخ دهید:



الف) این اندازه‌گیری چند رقم بامعنا دارد؟

ب) رقم غیرقطعی در این اندازه‌گیری کدام است؟

ج) دقت اندازه‌گیری ریزسنج دیجیتالی چند میلی‌متر است؟

د) نمایش واقعی این عدد به چه صورت است؟

ه) طول واقعی این جسم در چه محدوده‌ای قرار می‌گیرد؟

پاسخ: الف) همان‌طور که می‌دانید، رقم‌هایی که پس از اندازه‌گیری برای نمایش عدد مورد نظر به کار می‌رود، ارقام بامعنا نام دارند. این اندازه‌گیری با ۵ رقم نمایش داده شده است، بنابراین ۵ رقم بامعنا دارد.

ب) آخرین رقم سمت راست را رقم غیرقطعی گویند، بنابراین داریم:

$20/083\text{ mm}$
رقم غیرقطعی

ج) با توجه به این‌که نمایش عدد مورد نظر به صورت دیجیتالی است، بنابراین دقت و خطای اندازه‌گیری آن از مرتبه آخرین رقم قابل اندازه‌گیری توسط دستگاه، یعنی مرتبه رقم غیرقطعی بوده و برابر $0/001\text{ mm}$ است.

د) با توجه به خطای اندازه‌گیری دستگاه، نمایش واقعی این عدد به صورت زیر می‌باشد:

$20/083\text{ mm} \pm 0/001\text{ mm}$
خطای دستگاه اندازه‌گیری

ه) طول واقعی این جسم در محدوده زیر قرار می‌گیرد:

$$20/082\text{ mm} \leq \text{طول واقعی} \leq 20/084\text{ mm} \rightarrow 20/083\text{ mm} - 0/001\text{ mm} \leq \text{طول واقعی} \leq 20/083\text{ mm} + 0/001\text{ mm}$$

بررسی یک نکته تستی

در اندازه‌گیری با دستگاه‌های دیجیتالی، برای محاسبه دقت اندازه‌گیری، می‌توان به جای آخرین رقم سمت راست، عدد یک و به جای بقیه رقم‌ها عدد صفر گذاشت و ممیز در سر جای خود باقی می‌ماند. با این روش، دقت اندازه‌گیری برحسب واحد داده شده به دست می‌آید. به طور مثال در تمرین قبلی می‌توان نوشت:

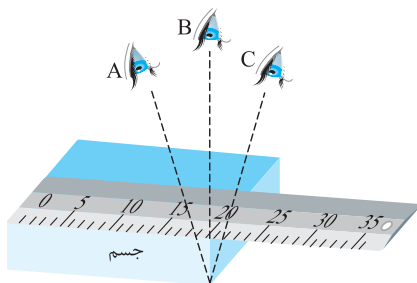
$$۲۰/۰۸۳ \xrightarrow{\text{محاسبه دقت اندازه‌گیری}} ۰۰/۰۰۱\text{mm یا } ۰/۰۰۱\text{mm}$$

سایر عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری

همان‌طور که احتمالاً تا این جای کار فهمیده‌اید، همیشه اندازه‌گیری با خطا همراه است. به‌طور کلی برای افزایش دقت اندازه‌گیری، دو عامل تأثیرگذار است:

(۱) کیفیت و دقت وسیله اندازه‌گیری مورد استفاده

(۲) دقت شخص آزمایشگر



در قسمت‌های قبل در مورد دقت وسایل اندازه‌گیری و نحوه نمایش عدد اندازه‌گیری شده توسط آن‌ها توضیح کافی داده شده و در این قسمت، می‌خواهیم به مواردی که شخص آزمایشگر باید در اندازه‌گیری به آن‌ها توجه داشته باشد، اشاره کنیم.

۱) مهارت شخص آزمایشگر در قرائت عدد اندازه‌گیری شده، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر روی دقت اندازه‌گیری داشته باشد. به‌طور مثال در شکل مقابل که تفاوت زاویه دید افراد مختلف را در اندازه‌گیری نشان می‌دهد، شخص B که به‌صورت عمود بر جسم نتیجه اندازه‌گیری را قرائت می‌کند، عملاً بیشترین دقت را در اندازه‌گیری داشته و خطای آن از سایرین کم‌تر است.

۲) برای کاهش خطای ناشی از اندازه‌گیری، می‌توان کمیت موردنظر را چندین بار اندازه‌گیری کرد و در نهایت میانگین آن‌ها را به‌عنوان نتیجه اندازه‌گیری آن کمیت در نظر گرفت. البته دقت کنید که اگر در نتایج مختلف اندازه‌گیری، یک یا دو عدد اختلاف زیادی با دیگر اعداد داشته باشند (داده‌های پرت) آن‌ها را حذف کرده و در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آوریم. به‌طور مثال در شکل زیر که هر یک از خطوط آبی رنگ نتیجه یک اندازه‌گیری می‌باشد، داده به دست آمده در سمت چپ که اختلاف زیادی با بقیه اعداد دارد را حذف کرده و در میانگین‌گیری وارد نمی‌کنیم.



2-B تخمین مرتبه بزرگی یک عدد

می‌خواهیم با یک مثال ساده، جرقه‌ای در ذهن شما، نسبت به این بحث ایجاد کنیم. فرض کنید که انتشارات گاج ۲۸۹ کارمند دارد که به‌طور متوسط ماهیانه به آن‌ها دو میلیون و صد هزار تومان حقوق می‌دهد. حال اگر از شما پرسند که کل حقوق پرداخت‌شده به کارمندان این انتشارات حدوداً چند میلیون تومان است، به چه صورت می‌توانید با سرعت بالا پاسخ این سؤال را بدهید؟

در این مواقع معمولاً می‌گوییم در یک تخمین اولیه، می‌توان ۲۸۹ کارمند را حدوداً ۳۰۰ کارمند و حقوق ۲,۱۰۰,۰۰۰ تومان را برابر ۲,۰۰۰,۰۰۰ تومان در نظر گرفت. حال به راحتی می‌توان گفت کل حقوق پرداخت‌شده به کارمندان، حدوداً برابر (۶۰۰ میلیون = ۲ × ۳۰۰ میلیون) است. با مثال فوق، مفهوم تخمین یا برآورد را یاد گرفتید. نوعی از تخمین که در فیزیک کاربرد دارد، **تخمین مرتبه بزرگی** یک عدد نامیده می‌شود. برای این نوع از تخمین، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: ابتدا عدد داده‌شده را به‌صورت نمادگذاری علمی نمایش می‌دهیم:

$$(1 \leq a < 10) \quad a \times 10^n \quad \text{عدد موردنظر}$$

گام دوم: در نهایت دو حالت زیر ممکن است رخ دهد:

حالت اول: عدد $1 \leq a < 5$ باشد \leftarrow برای تعیین مرتبه بزرگی، به جای a ، عدد ۱ را قرار می‌دهیم.

حالت دوم: عدد $5 \leq a < 10$ باشد \leftarrow برای تعیین مرتبه بزرگی، به جای a ، عدد ۱۰ را قرار می‌دهیم.

به‌طور مثال به تخمین مرتبه بزرگی اعداد زیر توجه کنید:

$$۷۶۴ \text{ (یعنی عدد } ۷۶۴ \text{ به سمت } ۱۰۰۰ \text{ تمایل دارد.) } = ۱۰^3 \sim ۱۰ \times ۱۰^2 \sim ۷/۶۴ \times ۱۰^2$$

این عدد بزرگ‌تر از ۵ است، بنابراین به جای آن، عدد ۱۰ را قرار می‌دهیم.

$$۱۲۶ \text{ (یعنی عدد } ۱۲۶ \text{ به سمت } ۱۰۰ \text{ تمایل دارد.) } = ۱۰^2 \sim ۱ \times ۱۰^2 \sim ۱/۲۶ \times ۱۰^2$$

به جای آن، عدد ۱ را قرار می‌دهیم.

$$۰/۰۰۲۸۷ = ۲/۸۷ \times ۱۰^{-3} \sim ۱ \times ۱۰^{-3} = ۱۰^{-3}$$

این عدد کوچک‌تر از ۵ است، بنابراین آن را ۱ در نظر می‌گیریم.

در ادامه با حل سه تمرین، کمی با این بحث بیشتر آشنا می‌شویم.

تمرین ۱۵: مرتبه بزرگی مدت زمانی که سپری می‌شود تا نور از سطح خورشید به سطح زمین برسد، برحسب میلی ثانیه کدام است؟

(۱) 10^1 (۲) 10^3 (۳) 10^6 (۴) 10^9 (تألیفی)

پاسخ: همان‌طور که گفتیم، واحد AU معادل با متوسط فاصله زمین از خورشید است و داریم:

زمان \times تندی = مسافت متوسط طی شده از زمین تا خورشید

$$1/5 \times 10^{11} = 3 \times 10^8 \times \text{زمان} \Rightarrow \text{زمان} = 0.5 \times 10^3 \text{ s} = 0.5 \times 10^3 \times 10^3 \text{ ms}$$

(گزینه ۳) $10^6 \text{ ms} = 10^5 \text{ ms} \xrightarrow{\text{مرتبه بزرگی}} 5 \times 10^5 \text{ ms} = \text{زمان}$

تمرین ۱۶: زمینی با مساحت 180 کیلومتر مربع درنظر بگیرید که 10 میلی‌متر باران بر روی آن باریده شده است. اگر قطرات باران را به صورت

کروی و با قطر 4 میلی‌متر درنظر بگیریم، مرتبه بزرگی تعداد قطره‌های باران با چه عددی تخمین زده می‌شود؟

(۱) 10^8 (۲) 10^{10} (۳) 10^{14} (۴) 10^{18} (کتاب درسی)

پاسخ: برای حل این تمرین، گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: مرتبه بزرگی مساحت زمین موردنظر و حجم باران باریده‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$A = 180 \text{ km}^2 = 180 \times 10^6 \text{ m}^2 = 1.8 \times 10^8 \times 10^6 \text{ m}^2 \sim 1 \times 10^2 \times 10^6 \text{ m}^2 = 10^8 \text{ m}^2$$

عدد ۱ درنظر می‌گیریم.

$$h = 10 \text{ mm} = 10 \times 10^{-3} \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$V_{\text{کل}} = Ah = 10^8 \times 10^{-2} = 10^6 \text{ m}^3$$

گام دوم: مرتبه بزرگی حجم یک قطره باران را تخمین می‌زنیم (شعاع هر قطره باران نصف قطر آن و برابر 2 mm است):

$$V_{\text{قطره}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \times (2 \times 10^{-3})^3 = \frac{32}{3} \pi \times 10^{-9} \approx 32 \times 10^{-9} = 3.2 \times 10^{-8} \approx 10^0 \times 10^{-8} \text{ m}^3 = 10^{-8} \text{ m}^3$$

مرتبه بزرگی عدد 3.2

گام سوم: بنابراین مرتبه بزرگی تعداد قطره‌های باران برابر است با:

$$\frac{V_{\text{کل}}}{V_{\text{قطره}}} \sim \frac{10^6}{10^{-8}} \sim 10^{14} \quad (\text{گزینه ۳})$$

تمرین ۱۷: مرتبه بزرگی تعداد کل تپش‌های قلب یک انسان عادی، در طول زندگی آن، به کدام یک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟

(۱) 10^9 (۲) 10^{12} (۳) 10^{15} (۴) 10^{18} (تألیفی)

پاسخ: برای بررسی این تمرین، باید اطلاعات کلی زیر را داشته باشیم و گام‌های زیر را طی می‌کنیم:

گام اول: یک قلب عادی، در حالت استراحت 70 بار در دقیقه تپیده و در هنگام فعالیت، مقدار تپش آن خیلی بیشتر است که در مجموع میانگین 80 بار

در دقیقه (8×10^1) برای آن منطقی است.

گام دوم: فرض کنید عمر مفید یک انسان حدوداً 70 سال است که بر حسب دقیقه برابر است با:

$$\text{تعداد تعداد تعداد} \\ \text{دقیقه ساعت روز} \\ 70 \times 365 \times 24 \times 60 \sim 70 \times 400 \times 20 \times 60 = 336 \times 10^5 \text{ min} = 3.36 \times 10^7 \text{ min}$$

حدوداً 20 فرض کردیم. حدوداً 400 فرض کردیم.

گام سوم: تعداد ضربان قلب فرد در طول عمر حدوداً برابر است با:

$$= 3.36 \times 10^7 \times (8 \times 10^1) \sim 4 \times 10^7 \times 8 \times 10^1 = 32 \times 10^8 = 3.2 \times 10^9$$

حدوداً 4 فرض کردیم.

$$3.2 \times 10^9 \sim 10^9$$

به جای آن 1 می‌گذاریم

بنابراین مرتبه بزرگی عدد به‌دست آمده، برابر 10^9 است و گزینه (۱) صحیح است.

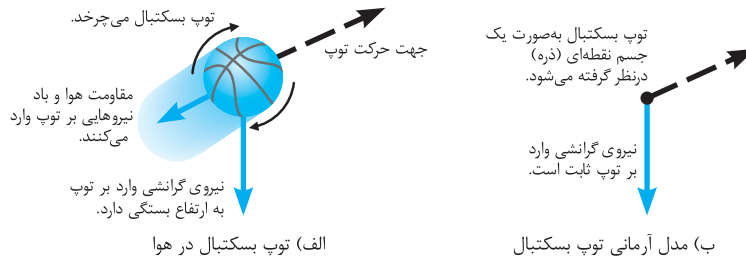
می‌بینید، برای تخمین مرتبه بزرگی باید قدر انبساطی اطلاعات کلی داشته باشید. به نظر ما طرح سؤال ارزش پندارن قالب نیست ولی اگر سؤال بدن،

افتلاف گزینه‌ها اونقدر زیاده که هیچ‌پوره چهار اشتباه نشود ...

مدل سازی در فیزیک

تو این زیرشافه سه تا سؤال آوردیم تا با شما، نحوه مدل کردن به پدیده رو بررسی کنیم. ای کاش کتاب این بحثو تو سالای بعد می آورد ...

☆ ۲۲- شکل زیر، نحوه مدل سازی آرمانی یک توپ بسکتبال را در هوا نشان می دهد:



(برگرفته از کتاب درسی)

در این مدل سازی، کدام یک از موارد زیر صرف نظر نشده است؟

- (۱) مقاومت هوا
(۲) گردش توپ به دور خودش
(۳) تغییر نیروی گرانش با تغییر ارتفاع
(۴) نیروی گرانش

☆ ۲۳- شکل زیر، نحوه مدل سازی آرمانی حرکت یک جسم بر روی سطح را نشان می دهد:



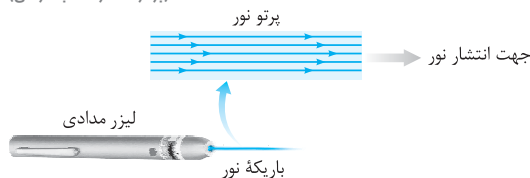
(تألیف)

کدام یک از موارد زیر، در این مدل سازی نباید انجام بگیرد؟

- (۱) صرف نظر کردن از مقاومت هوا
(۲) در نظر گرفتن ساییدگی جسم به زمین و کم شدن جرم آن
(۳) ذره‌ای فرض کردن جسم
(۴) در نظر گرفتن نیروی اصطکاک

☆ ۲۴- در بررسی نور لیزر مدادی در شکل زیر، منبع نور در واقع بوده و در مدل سازی آن را در نظر می گیریم. از سوی دیگر پرتوها بوده و در مدل سازی آن را در نظر می گیریم.

(برگرفته از کتاب درسی)



- (۱) نقطه‌ای - گسترده - واگرا - هم‌گرا
(۲) نقطه‌ای - گسترده - هم‌گرا - موازی
(۳) گسترده - نقطه‌ای - هم‌گرا - موازی
(۴) گسترده - نقطه‌ای - واگرا - موازی

اندازه‌گیری

- پس از بررسی تست‌های این شاخه، برای تسلط بیشتر، در اولویت اول حل تست‌های ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۹ و ۱۰۱ از قسمت یک قدم تا ۱۰۰ را به شما عزیزان پیشنهاد می‌کنیم.

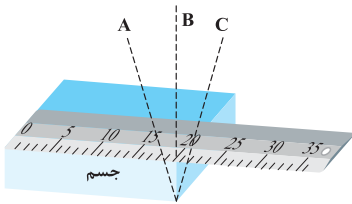
دقت و خطای اندازه‌گیری

تو این زیرشافه می فهمیم وقتی به اندازه‌گیری با به وسیله مدرج مثل فلکس یا به وسیله دیجیتال اتمام میشه، چه پوری باید اونو نمایش بدیم ...

(تألیف)

۲۵- طول جسمی برابر ۲۳۷cm اندازه‌گیری شده است. رقم غیرقطعی در این اندازه‌گیری از چه مرتبه‌ای است؟

- (۱) سانتی‌متر
(۲) میلی‌متر
(۳) دهم سانتی‌متر
(۴) صدم سانتی‌متر



☆ ۲۶- مطابق شکل مقابل، برای آن‌که ناظری طول جسم را اندازه بگیرد، پس از قرار دادن خطکش بر روی جسم، در سه مکان A، B و C قرار گرفته و عدد خطکش را قرائت می‌کند. ناظر در کدام یک از این مکان‌ها قرار گیرد تا عدد قرائت شده برای طول جسم، دقیق‌تر باشد؟

- (۱) A (۲) B (۳) C (۴) هر سه عدد خوانده شده یکسان است.

☆ ۲۷- خطای اندازه‌گیری توسط خطکش و سایر وسیله‌های درجه‌بندی شده، برابر کم‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله است و خطای اندازه‌گیری برای وسیله‌های رقمی (دیجیتال)، واحد از آخرین رقمی است که می‌تواند اندازه بگیرد.

- (۱) ± 1 (۲) $\pm \frac{1}{2}$ (۳) $\pm \frac{1}{3}$ (۴) $\pm \frac{1}{4}$

☆ ۲۸- ترازوی دیجیتالی A جرم جسمی را $۲/۴۰۰ \text{ kg}$ و ترازوی دیجیتالی B جرم یک جسم دیگر را $۴/۹۰۱ \text{ kg}$ اندازه‌گیری کرده است. به ترتیب از راست به چپ، دقت اندازه‌گیری ترازوی A چند کیلوگرم و دقت اندازه‌گیری ترازوی B چند گرم است؟

- (۱) $۰/۱ - ۰/۰۱$ (۲) $۰/۱ - ۱$ (۳) $۰/۱ - ۰/۰۰۱$ (۴) $۰/۰۰۰۱ - ۰/۰۰۱$

☆ ۲۹- یک ساعت دیجیتال، نیمه روز را با عدد $۱۲:۰۰$ و ساعت دیجیتال دیگر آن را با عدد $۱۲:۰۰:۰۰$ نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری این دو ساعت به ترتیب از راست به چپ چند ثانیه است؟

- (۱) $۱ - ۶۰$ (۲) $۶۰ - ۶۰$ (۳) $۱ - ۱$ (۴) $۶۰ - ۱$

☆ ۳۰- یک ریزسنج دیجیتالی ضخامت ورقه‌ای را $۰/۰۳۲ \text{ cm}$ اندازه‌گیری کرده است. تعداد ارقام با معنای این اندازه‌گیری و دقت اندازه‌گیری این ریزسنج برحسب میلی‌متر، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) $۱۰^{-۵}$ ، ۲ (۲) $۱۰^{-۲}$ ، ۲ (۳) $۱۰^{-۵}$ ، ۴ (۴) $۱۰^{-۲}$ ، ۴

☆ ۳۱- فاصله بین دو نقطه، به شکل چهار گزینه زیر اعلام شده است. دقت اندازه‌گیری در کدام یک از آن‌ها بیشتر است؟ (سراسری ریاضی ۸۱)

- (۱) $۸/۷۹ \text{ km}$ (۲) $۸/۷۹۰ \times ۱۰^۶ \text{ mm}$ (۳) ۸۷۹۰۰۰ cm (۴) $۸/۷۹۰۰ \times ۱۰^۳ \text{ m}$

☆ ۳۲- طول جسمی بین ۲۰ و ۲۱ سانتی‌متر است و با کمک خطکشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، طول آن را تخمین زده‌ایم. برای این تخمین زدن از چند رقم بامعنا کمک می‌گیریم؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

☆ ۳۳- در سؤال قبل، اگر با کمک یک خطکش که برحسب میلی‌متر مدرج شده است، طول جسم را اندازه‌گیری کنیم، باید از چند رقم بامعنا استفاده کنیم؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

☆ ۳۴- با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی، جرم جسمی را $۵/۳۰ \text{ kg}$ اندازه‌گیری کرده‌ایم. با اطمینان می‌توان گفت که جرم این جسم است.

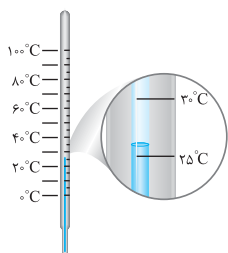
- (۱) ۵ کیلوگرم (۲) $۵/۳۰$ کیلوگرم (۳) بین $۵/۲۹$ کیلوگرم و $۵/۳۱$ کیلوگرم (۴) $۵/۳۰۰$ کیلوگرم

☆ ۳۵- با کمک یک خطکش که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، طول جسمی را $۲۲/۳ \text{ cm}$ می‌خوانیم. طول واقعی این جسم:

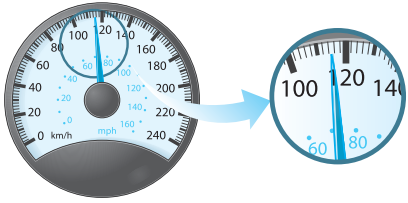
- (۱) بین $۲۲/۲۵ \text{ cm}$ تا $۲۲/۳۵ \text{ cm}$ است. (۲) بین $۲۲/۲ \text{ cm}$ تا $۲۲/۳ \text{ cm}$ است. (۳) بین $۲۱/۸ \text{ cm}$ تا $۲۲/۸ \text{ cm}$ است. (۴) بین ۲۱ cm تا ۲۲ cm است.

☆ ۳۶- کدام گزینه می‌تواند حاصل اندازه‌گیری برحسب درجه سلسیوس در دماسنج نشان داده شده باشد؟

- (۱) ۲۷ ± ۳ (۲) $۲۷ \pm ۲/۵$ (۳) $۲۷/۲ \pm ۳$ (۴) $۲۷/۲ \pm ۲/۵$



☆ ۳۷- تندی سنج یک خودرو، وضعیت مقابل را نشان می‌دهد. کدام گزینه نمایش عدد این دستگاه برحسب کیلومتر بر ساعت می‌تواند باشد؟ (کتاب درسی)



۱) 115 ± 1

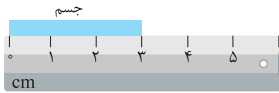
۲) $115/5 \pm 0/5$

۳) $115 \pm 0/5$

۴) $115/5 \pm 1/4$

(کتاب درسی)

☆ ۳۸- برای نمایش طول جسم نشان داده شده برحسب سانتی‌متر، کدام گزینه صحیح است؟



۱) $3 \pm 0/5$ (۲)

۱) 3 ± 1

۲) $3/0 \pm 0/5$ (۴)

۳) $3/0 \pm 1$ (۳)

☆ ۳۹- فردی طول جسمی را با یک خطکش که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، ۶ بار اندازه‌گیری کرده و داده‌های (تألیفی)

۴/۳ و ۸/۳، ۸/۴، ۸/۳، ۸/۲، ۱۳/۴ را ارائه کرده است. نتیجه این اندازه‌گیری، چگونه ارائه می‌شود؟

۱) $8/3 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$ (۲)

۱) $8/48 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$

۲) $8/3 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ (۴)

۳) $8/48 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$

تخمین مرتبه بزرگی

عیب بحث پفر و بدرتیه این تخمین مرتبه بزرگی به عدد!!! فیلی وقت بایر به سری اطلاعات عجیب و غریب توش داشته باشی عین تست ۱۰۳ تو قسمت یک قرم تا ۱۰۰ ...

☆ ۴۰- مرتبه بزرگی حجم آب موجود در یک دریاچه با قطری حدود ۱ km و عمق ۱۰ m برحسب مترمکعب، معادل با کدام گزینه است؟ (تألیفی)

۱) 10^{18}

۲) 10^{12}

۳) 10^5

۴) 10^7

☆ ۴۱- قدمت یک شیء باستانی، ۲۵۵۰ سال تخمین زده شده است. مرتبه بزرگی قدمت این شیء برحسب ثانیه کدام است؟ (کتاب درسی)

۱) 10^8

۲) 10^{11}

۳) 10^{14}

۴) 10^{17}

☆ ۴۲- مرتبه بزرگی میزان حجم خونی که قلب یک نفر در طول عمرش به سرخرگ آنورت پمپاژ می‌کند، برحسب لیتر کدام است؟ (قلب در هر ضربان (beat) به طور میانگین 70 cm^3 خون به سرخرگ آنورت پمپاژ می‌کند.) (کتاب درسی)

۱) 10^8

۲) 10^{12}

۳) 10^{16}

۴) 10^{20}



☆ ۴۳- اطراف کره زمین، لایه‌ای از هوا وجود دارد که به آن جو زمین گفته می‌شود. مرتبه بزرگی جرم جو زمین برحسب کیلوگرم کدام است؟ (فشار جو را در تمام نقاط سطح زمین 10^5 پاسکال فرض کنید، شعاع تقریبی زمین ۶۴۰۰ km است.) (تألیفی)

۱) 10^{19}

۲) 10^{22}

۳) 10^{24}

۴) 10^{26}

چکاله

پس از بررسی تست‌های این شاخه، برای تسلط بیشتر، در اولویت اول حل تست‌های ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۱۱ و ۱۱۵ از قسمت یک قدم تا ۱۰۰ را به شما عزیزان پیشنهاد می‌کنیم.

رابطه چگالی یک جسم با جرم و حجم آن (تسلط به تبدیل واحد)

فوب توی شروع شافه بیدر، می‌فوایم اول روی واحدهای چگالی مسلط بشیم و بعدش هم چگالی اجسام با هم مشفقن (مثل مکعب، کره و ...) رو حساب کنیم ...

(کتاب درسی)

☆ ۴۴- در مورد چگالی یک ماده، کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟

۱) جرم واحد (یکای) حجم یک ماده را چگالی آن ماده می‌نامند.

۲) آهن نسبت به چوب سنگین تر است.

۳) یک جسم سنگین تر، می‌تواند چگالی کمتری داشته باشد.

۴) با دو برابر شدن جرم یک ماده، چگالی آن ثابت می‌ماند.

(تألیفی)

☆ ۴۵- کدام یک از رابطه‌های زیر، درست است؟

$$(۱) \quad 1 \text{ kg / m}^3 = 10^{-6} \text{ gr / cm}^3 = 10^3 \text{ kg / lit} = 10^{-3} \text{ gr / cm}^3 = 10^{-3} \text{ kg / lit} = 1 \text{ gr / lit}$$

$$(۲) \quad 1 \text{ kg / m}^3 = 10^{-3} \text{ gr / cm}^3 = 10^{-3} \text{ kg / lit} = 1 \text{ gr / lit}$$

$$(۳) \quad 1 \text{ gr / cm}^3 = 10^{-6} \text{ kg / m}^3 = 10^{-6} \text{ gr / lit} = 1 \text{ kg / lit}$$

$$(۴) \quad 1 \text{ kg / m}^3 = 10^{-3} \text{ gr / cm}^3 = 10^{-6} \text{ kg / lit} = 1 \text{ gr / lit}$$

☆ ۴۶- اگر چگالی جسمی ۱/۱۰ گرم بر میلی‌متر مکعب باشد، چگالی آن بر حسب میلی‌گرم بر سانتی‌متر مکعب کدام است؟ (آزمون‌های سراسری گاه)

$$(۱) \quad 10^{-4} \quad (۲) \quad 10^2 \quad (۳) \quad 10^4 \quad (۴) \quad 10$$

(M.K.A)

☆ ۴۷- جرم قطعه فلزی ۴۰۵ گرم و حجم آن ۱۵۰ سانتی‌متر مکعب است. چگالی این فلز چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

$$(۱) \quad 2/7 \quad (۲) \quad 27 \quad (۳) \quad 2700 \quad (۴) \quad 270$$

(سراسری ریاضی ۷۹)

☆ ۴۸- جرم ۲۰ لیتر از مایعی با چگالی 1200 kg / m^3 ، چند کیلوگرم است؟

$$(۱) \quad 6 \quad (۲) \quad 60 \quad (۳) \quad 18 \quad (۴) \quad 24$$

(مکمل مسابقات ریاضی ۷۹)

☆ ۴۹- حجم جسمی ۰/۰۲ دسی‌متر مکعب و جرم آن ۵ گرم است. چگالی این جسم چند واحد SI است؟

$$(۱) \quad 2/5 \times 10^3 \quad (۲) \quad 2/5 \times 10^2 \quad (۳) \quad 4 \times 10^3 \quad (۴) \quad 4 \times 10^2$$

(برگرفته از کتاب درسی)

☆ ۵۰- اگر چگالی خون بدن انسان $1/5 \text{ gr / cm}^3$ باشد، جرم دو لیتر از خون برابر چند دکاگرم است؟

$$(۱) \quad 210 \quad (۲) \quad 2100 \quad (۳) \quad 105 \quad (۴) \quad 1050$$

☆ ۵۱- در یک روز بارانی، ۴۰ میلی‌متر باران روی سطحی به مساحت ۲۵۰۰ کیلومتر مربع بارید. جرم این مقدار باران چند کیلوگرم است؟ (چگالی آب باران = 10^3 kg / m^3)

(سراسری تیربی ۸۷ فارغ از کشور)

$$(۱) \quad 10^8 \quad (۲) \quad 10^9 \quad (۳) \quad 10^{10} \quad (۴) \quad 10^{11}$$

☆ ۵۲- جرم یک ظرف خالی ۱۵۰ گرم است. ۷۵ سانتی‌متر مکعب از یک مایع درون آن می‌ریزیم، در این صورت جرم ظرف با مایع درون آن ۲۴۰ گرم می‌شود. چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(آزمون‌های سراسری گاه)

$$(۱) \quad 1200 \quad (۲) \quad 1/2 \quad (۳) \quad 3/2 \quad (۴) \quad 3200$$

محاسبه چگالی اجسامی که شکل هندسی مشخصی دارند

☆ ۵۳- سطح مقطع یک استوانه همگن ۲۵ سانتی‌متر مربع و ارتفاع آن ۱۰ سانتی‌متر و چگالی آن 7800 kg / m^3 می‌باشد. جرم این استوانه چند گرم است؟

(M.K.A)

$$(۱) \quad 195 \quad (۲) \quad 1950 \quad (۳) \quad 975 \quad (۴) \quad 97/5$$

☆ ۵۴- چگالی کره‌ای همگن با وزن ۸۰ نیوتون و به شعاع ۱۰ سانتی‌متر، چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ ($\pi = 3$, $g = 10 \text{ N / kg}$) (سراسری تیربی ۷۵)

$$(۱) \quad 1000 \quad (۲) \quad 1500 \quad (۳) \quad 2000 \quad (۴) \quad 4000$$

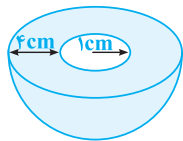
☆ ۵۵- می‌خواهیم از ماده‌ای با چگالی $8 \times 10^3 \text{ kg / m}^3$ مکعبی توپر به ضلع ۵ سانتی‌متر درست کنیم، چند کیلوگرم از این ماده لازم است؟

(سراسری تیربی ۷۶)

$$(۱) \quad 0/2 \quad (۲) \quad 0/5 \quad (۳) \quad 1 \quad (۴) \quad 1/6$$

☆ ۵۶- شکل روبه‌رو نیم‌کره‌ای از جنس یک فلز با چگالی 6 gr / cm^3 را نشان می‌دهد که حفره‌ای به شکل نیم‌کره در آن ایجاد شده است. جرم این جسم چند گرم است؟ ($\pi = 3$)

(مکمل مسابقات ریاضی ۸۱)



$$(۱) \quad 744 \quad (۲) \quad 1488$$

$$(۳) \quad 1500 \quad (۴) \quad 2976$$

☆ ۵۷- کره‌ای توپر با شعاع R را ذوب کرده و با استفاده از مصالح آن، یک استوانه با شعاع داخلی R' و شعاع خارجی R می‌سازیم. اگر ارتفاع استوانه ساخته شده برابر ۲R باشد، نسبت $\frac{R'}{R}$ کدام است؟

(سراسری ریاضی ۸۱ فارغ از کشور)

$$(۱) \quad \sqrt{3} \quad (۲) \quad \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (۳) \quad \sqrt{2} \quad (۴) \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$$

☆ ۵۸- با ذوب کردن M گرم از عنصری، استوانه‌ای به طول L، شعاع داخلی R_۱ و شعاع خارجی R_۲ ساخته‌ایم. اگر بخواهیم از همان ماده، استوانه دیگری به طول ۳L، شعاع داخلی ۲R_۱ و شعاع خارجی ۲R_۲ بسازیم، جرم مورد نیاز چند M می‌شود؟

(سراسری تیربی ۷۰)

$$(۱) \quad 4 \quad (۲) \quad 6 \quad (۳) \quad 8 \quad (۴) \quad 12$$

محاسبه چگالی با توجه به حجم مایع جابه‌جا شده در استوانه مدرج

یکی از روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری چگالی، استفاده از میزان مایع جابه‌جا شده توسط استوانه مدرجه که سه تا سؤال بعدی رو در موردش آورديم ...

۵۹ ☆ درون استوانه مدرجی آب وجود دارد. گلوله توپری به جرم ۴۲ گرم را داخل آب می‌اندازیم، سطح آب از درجه 50 cm^3 به 54 cm^3 می‌رسد. چگالی گلوله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(سراسری ریاضی ۹۲)

- ۳/۵ (۱) ۱۰/۵ (۲) ۲۱ (۳) ۴۲ (۴)

۶۰ - یک قطعه فلز به جرم ۹۰ گرم را درون آب در داخل استوانه‌ای می‌اندازیم. با این عمل قطعه فلز کاملاً در آب فرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازه $1/2 \text{ cm}^3$ بالا می‌آید. اگر سطح مقطع داخلی استوانه 10 cm^2 باشد، چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(سراسری ریاضی ۸۲)

- ۵/۵ (۱) ۶ (۲) ۷/۵ (۳) ۸ (۴)

۶۱ ☆ یک قطعه فلز را که چگالی آن $2/7 \text{ gr/cm}^3$ است، کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی $0/8 \text{ gr/cm}^3$ وارد می‌کنیم و به اندازه 160 گرم الکل از ظرف بیرون می‌ریزد. جرم قطعه فلز چند گرم است؟

(سراسری ریاضی ۹۳، مشابه سراسری تجربی ۹۰ فارغ از کشور)

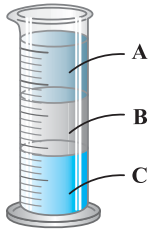
- ۵۴۰ (۱) ۴۵۰ (۲) ۴۳۲ (۳) ۲۰۰ (۴)

۶۲ - ظرفی در بهترین حالت می‌تواند 2500 gr آب را در خود جای دهد. در این ظرف حداکثر چند کیلوگرم نفت می‌توان ریخت؟

(سؤالات امتحانی)

$$(\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{نفت}} = 800 \text{ kg/m}^3)$$

- ۲/۵ (۱) ۲ (۲) ۱/۵ (۳) ۰/۲ (۴)



۶۳ ☆ مطابق شکل مقابل سه مایع مخلوط نشدنی جیوه، آب و روغن زیتون که چگالی‌های آن‌ها به ترتیب برابر

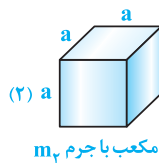
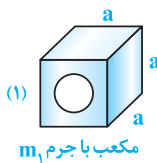
$13/6$ ، 1 و $0/92$ گرم بر سانتی‌متر مکعب است در داخل یک استوانه شیشه‌ای ریخته شده‌اند. هر کدام از

مایع‌های A، B و C نشان داده شده بر روی شکل به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (کتاب درسی)

- (۱) جیوه، روغن زیتون، آب
(۲) آب، جیوه، روغن زیتون
(۳) آب، روغن زیتون، جیوه
(۴) روغن زیتون، آب، جیوه

محاسبه حجم حفره موجود در یک جسم جامد

اینم یه موضوعی که تو سال‌های اخیر واقعاً مهم و پرکاربرد بوده، فیلی هواستون به این سبک تستا باشه ...



۶۴ ☆ در شکل مقابل، دو مکعب با ظاهر یکسان با طول ضلع a که از یک ماده با چگالی ρ

ساخته شده‌اند، نشان داده شده است. اگر در مکعب اول حفره‌ای با حجم V' موجود

(تألیفی)

باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر در مقایسه آن‌ها نادرست است؟

$$m_2 = \rho \times a^3 \quad (۱)$$

$$V' = \frac{m_2}{\rho} - \frac{m_1}{\rho} \quad (۲)$$

$$\rho = \frac{m_1}{a^3} \quad (۴)$$

$$m_1 = \rho \times (a^3 - V') \quad (۳)$$

۶۵ - در درون یک کره فلزی به شعاع 15 cm ، حفره خالی و کروی شکل به شعاع 5 cm قرار دارد. اگر چگالی فلز $6000 \frac{\text{gr}}{\text{lit}}$ باشد، جرم کره

(آزمون‌های سراسری گاج)

چند کیلوگرم است؟ ($\pi = 3$)

- ۱۹/۵ (۱) ۳۹ (۲) ۶۸ (۳) ۷۸ (۴)

(سراسری ریاضی ۸۸)

۶۶ ☆ طول هر ضلع یک مکعب فلزی 10 cm و جرم آن 6 kg است. اگر چگالی فلز 8 gr/cm^3 باشد، مکعب:

(۱) توپر و حجم آن 750 cm^3 است.

(۲) توپر و حجم آن 1000 cm^3 است.

(۳) حفره خالی دارد و حجم حفره 750 cm^3 است.

(۴) حفره خالی دارد و حجم حفره 250 cm^3 است.

۶۷ ☆ شعاع ظاهری یک کره فلزی 5 سانتی‌متر و جرم آن 1080 گرم و چگالی آن $2/7 \text{ gr/cm}^3$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد.

(سراسری ریاضی ۹۴ فارغ از کشور، مشابه سراسری ریاضی ۸۷ و ۸۹)

حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ ($\pi = 3$)

- ۱۰ (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴)

☆ ۶۸- وقتی یک مکعب فلزی را به آرامی داخل ظرف پر از آبی می‌کنیم، مکعب کاملاً وارد آب می‌شود و ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب آب بیرون می‌ریزد. اگر چگالی فلز 8 gr/cm^3 و جرم مکعب ۱۴۰۰ گرم باشد، حجم حفره‌ای خالی که در داخل مکعب موجود است، چند

(مکمل مماسباتی (ریاضی ۹۴ و ۹۲)

سانتی‌متر مکعب است؟

$$10 \text{ (۴)} \quad 20 \text{ (۳)} \quad 12/5 \text{ (۲)} \quad 25 \text{ (۱)}$$

☆ ۶۹- جرم یک مجسمه برنزی برابر 40 kg و حجم ظاهری آن برابر 0.5 m^3 است. اگر چگالی برنز برابر 8000 kg/m^3 باشد، در فضای خالی داخل مجسمه چند کیلوگرم نفت جای می‌گیرد؟ ($\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ gr/cm}^3$)

(مکمل فلاقانه (ریاضی ۹۴)

$$4/5 \text{ (۴)} \quad 45 \text{ (۳)} \quad 36 \times 10^{-3} \text{ (۲)} \quad 36 \text{ (۱)}$$

مسائل مقایسه چگالی دو جسم مختلف

۷۰- حجم جسم A دو برابر حجم جسم B و جرم آن ۳ برابر جرم جسم B است. چگالی جسم A چند برابر چگالی جسم B است؟

$$\frac{2}{3} \text{ (۱)} \quad \frac{3}{2} \text{ (۲)} \quad \frac{4}{9} \text{ (۳)} \quad \frac{9}{4} \text{ (۴)} \quad \text{(سراسری (ریاضی ۸۳)}$$

☆ ۷۱- چگالی جسم A، $1/5$ برابر چگالی جسم B است. اگر جرم 500 سانتی‌متر مکعب از جسم B برابر 200 گرم باشد، جرم 200 سانتی‌متر

(سراسری (ریاضی ۹۱ (فارغ از کشور، سراسری تجربی ۸۱)

مکعب از جسم A چند گرم است؟

$$120 \text{ (۱)} \quad 180 \text{ (۲)} \quad 240 \text{ (۳)} \quad 360 \text{ (۴)}$$

۷۲- چگالی مایع A، $\frac{4}{5}$ چگالی مایع B است. اگر حجم 8 کیلوگرم از مایع A برابر 10 لیتر باشد، حجم 5 کیلوگرم از مایع B برابر چند لیتر است؟

$$\frac{2}{5} \text{ (۱)} \quad \frac{1}{2} \text{ (۲)} \quad 4 \text{ (۳)} \quad 5 \text{ (۴)} \quad \text{(سراسری تجربی ۸۴)}$$

☆ ۷۳- نسبت چگالی آهن به چگالی جسمی $1/3$ است. حجم 540 گرم از این جسم چند سانتی‌متر مکعب است؟ (چگالی آهن 7800 kg/m^3 است.)

$$45 \text{ (۱)} \quad 60 \text{ (۲)} \quad 90 \text{ (۳)} \quad 180 \text{ (۴)} \quad \text{(سراسری تجربی ۷۸)}$$

۷۴- جرم دو مکعب توپر A و B با هم یکسان است. اگر طول ضلع مکعب A سه برابر طول ضلع مکعب B باشد، چگالی مکعب A چند

(مکمل مماسباتی (ریاضی ۸۹)

برابر چگالی مکعب B است؟

$$27 \text{ (۱)} \quad \frac{1}{27} \text{ (۲)} \quad 9 \text{ (۳)} \quad \frac{1}{9} \text{ (۴)}$$

☆ ۷۵- جرم دو کره همگن توپر A و B با هم برابر است. اگر شعاع کره A برابر 3 cm و شعاع کره B برابر 6 سانتی‌متر باشد، چگالی کره A

(سراسری (ریاضی ۸۹ (فارغ از کشور)

چند برابر چگالی کره B است؟

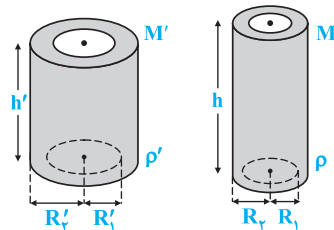
$$2 \text{ (۱)} \quad 4 \text{ (۲)} \quad 8 \text{ (۳)} \quad 2\sqrt{2} \text{ (۴)}$$

☆ ۷۶- دو استوانه همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه A توپر و استوانه B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم

(سراسری (ریاضی ۸۹)

برابر و شعاع داخلی استوانه B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه A چند برابر چگالی استوانه B است؟

$$\frac{1}{2} \text{ (۱)} \quad \frac{1}{4} \text{ (۲)} \quad \frac{2}{3} \text{ (۳)} \quad \frac{3}{4} \text{ (۴)}$$



☆ ۷۷- دو لوله استوانه‌ای به جرم‌های M' و $M = 3M'$ و چگالی ρ' و ρ که ارتفاع آن‌ها h'

و $h = 13/5 h'$ است، در اختیار داریم. اگر $R_1' = 2R_1$ و $R_2' = 3R_2$ باشد، نسبت

(مکمل مماسباتی (ریاضی ۸۹)

$\frac{\rho}{\rho'}$ چقدر است؟

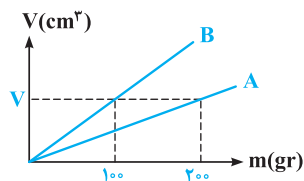
$$8 \text{ (۱)} \quad 4 \text{ (۲)}$$

$$2 \text{ (۳)} \quad 7/5 \text{ (۴)}$$

☆ ۷۸- نمودار حجم بر حسب جرم برای دو فلز A و B مطابق شکل است. چگالی فلز A چند

(تألیفی)

برابر فلز B است؟



$$\frac{1}{2} \text{ (۱)} \quad 2 \text{ (۲)}$$

$$\frac{1}{4} \text{ (۳)} \quad 4 \text{ (۴)}$$

۲۲۰ برای حل، از روش تبدیل زنجیره‌ای به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$62208 \text{ kg} = 62208 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ gf}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ مثقال}}{4.86 \text{ gf}} \times \frac{1 \text{ من تبریز}}{640 \text{ مثقال}} \times \frac{1 \text{ خروار}}{100 \text{ من تبریز}} = 200 \text{ خروار} = 2 \times 10^2 \text{ خروار}$$

۲۲۱ یکای نجومی، معادل میانگین فاصله زمین تا خورشید است و این یعنی فاصله متوسط زمین تا خورشید، برابر ۱ AU می‌باشد.

۲۲۲ هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. برای مثال، اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه زمین را نادیده می‌گیریم، آن‌گاه مدل ما پیش‌بینی می‌کند که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می‌رود! این توضیحات یعنی نمی‌توان از اثر نیروی گرانش صرف‌نظر کرد.

۲۲۳ موارد (۱)، (۳) و (۴)، از اصلی‌ترین مواردی است که در مدل‌سازی‌های حرکت جسم بر روی سطح افقی لحاظ می‌شود، اما کم شدن جرم بر اثر ساییدگی بسیار ناچیز است و این موضوع لزومی ندارد در مدل‌سازی لحاظ شود.

۲۲۴ با توجه به علوم سال هشتم، لیزر یک منبع نور گسترده بوده که آن را به دلیل کوچک بودن، منبع نقطه‌ای در نظر می‌گیریم. از سوی دیگر پرتوها به صورت واگرا می‌باشند که در لیزر برای سادگی آن‌ها را موازی در نظر می‌گیریم و گزینه (۴) صحیح است.

۲۲۵ در عدد اندازه‌گیری شده، رقم غیرقطعی برابر ۷ است که از مرتبه سانتی‌متر می‌باشد.
رقم غیرقطعی 237 cm

۲۲۶ هنگامی که فرد در مکان B قرار دارد، به صورت عمود بر جسم، عدد نشان داده شده توسط خط‌کش را می‌بیند. از این رو عدد خوانده شده در این حالت به طول واقعی جسم نزدیک‌تر است.

۲۲۷ با توجه به درسنامه، برای وسایل درجه‌بندی شده، $\pm \frac{1}{p}$ برابر کم‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله و برای وسایل دیجیتالی مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی که خوانده می‌شود برابر خطای اندازه‌گیری آن‌ها می‌باشد.

۲۲۸ برای محاسبه دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی A برحسب کیلوگرم، با توجه به این‌که این عدد به صورت یک عدد با سه رقم اعشار نشان داده شده است، دقت اندازه‌گیری آن به اندازه ۰/۰۰۱ واحد نوشته شده در جلوی عدد است:

$$2/400 \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : 0/001 \text{ kg}$$

از طرفی برای محاسبه دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی B برحسب گرم (gr)، ابتدا دقت اندازه‌گیری آن را برحسب واحد نوشته شده در جلوی عدد، یعنی kg به دست می‌آوریم و سپس دقت اندازه‌گیری آن را برحسب گرم محاسبه می‌کنیم:

$$4/9010 \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : 0/0001 \text{ kg} = 0/0001 \times (10^3 \text{ gr}) = 0/1 \text{ gr}$$

بنابراین گزینه (۳) صحیح است.

سؤال: به نظر شما دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی A برحسب گرم چقدر است؟

۲۲۹ کم‌ترین مقداری که ساعت اول می‌تواند اندازه‌گیری کند، ۱ دقیقه می‌باشد و در نتیجه دقت اندازه‌گیری این ساعت برابر ۱ دقیقه یا همان ۶۰ ثانیه است. از سوی دیگر دقت اندازه‌گیری ساعت دوم، برابر یک ثانیه است (چون کم‌ترین مقداری که می‌تواند اندازه‌گیری کند، برابر یک ثانیه است).

$$\begin{array}{l} \text{دقت اندازه‌گیری ۱ ثانیه است.} \rightarrow 12:00:00 \\ \text{دقت اندازه‌گیری ۱ دقیقه یا ۶۰ ثانیه است.} \rightarrow 12:00:00 \end{array}$$

۲۳۰ یافتن تعداد ارقام بامعنا: تعداد ارقام بامعنا: تعداد ارقام بامعنا: یک عدد، از اولین رقم غیرصفر سمت چپ شروع شده و تا آخرین رقم سمت راست آن ادامه پیدا می‌کند. بنابراین عدد ۰/۳۲ دو رقم بامعنا دارد.

$$\begin{array}{l} \text{آخرین رقم} \rightarrow 0/032 \\ \text{اولین رقم غیرصفر} \rightarrow 0/032 \\ \text{سمت راست} \\ \text{سمت چپ} \\ \text{دو رقم} \end{array}$$

یافتن دقت اندازه‌گیری: کم‌ترین مقداری که این دستگاه دیجیتالی می‌تواند اندازه‌گیری کند، از مرتبه ۰/۰۰۱ cm است. بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر ۰/۰۰۱ cm است. به عبارت دیگر، برای محاسبه دقت اندازه‌گیری این ریزسنج دیجیتالی، داریم:

$$0/032 \text{ cm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : 0/001 \text{ cm} = \frac{\text{تبدیل cm به m}}{0/001 \times (10^{-2} \text{ m})} = 10^{-5} \text{ m}$$

برای محاسبه دقت اندازه‌گیری برحسب میلی‌متر نیز داریم:

$$0/032 \text{ m} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : 10^{-5} \text{ m} = \frac{\text{تبدیل m به mm}}{10^{-5} \times (10^3 \text{ mm})} = 10^{-2} \text{ mm}$$

۲۳۱ ابتدا باید دقت شود، آن اندازه‌گیری دقیق‌تر است که مقادیر کوچک‌تری را بتواند اندازه بگیرد و مرتبه رقم غیرقطعی در آن کوچک‌تر باشد. برای بررسی راحت‌تر، مرتبه رقم غیرقطعی در گزینه‌ها را برحسب متر به دست می‌آوریم:

$$8/79 \text{ km} = 8/79 \times 10^3 \text{ m} \Rightarrow \text{مرتبه رقم غیرقطعی} : 0/01 \text{ km} = 0/01 \times 10^3 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

گزینه (۱):

$$\text{مرتبه رقم غیرقطعی} : 0/01 \text{ km}$$

$$\text{گزینه (۲): } ۸/۷۹۰ \times ۱۰^۶ \text{ mm} = ۸/۷۹۰ \times ۱۰^۶ \text{ mm} \Rightarrow \text{مرتبه رقم غیرقطعی: } ۰/۰۰۱ \times ۱۰^۶ \text{ mm} = ۰/۰۰۱ \times ۱۰^۶ \times ۱۰^{-۳} \text{ m} = ۱ \text{ m}$$

$$\downarrow \\ \text{مرتبه رقم غیرقطعی: } ۰/۰۰۱ \times ۱۰^۶ \text{ mm}$$

$$\text{گزینه (۳): } ۸۷۹۰۰۰ \text{ cm} \Rightarrow \text{مرتبه رقم غیرقطعی: } ۱ \text{ cm} = ۱ \times ۱۰^{-۲} \text{ m} = ۱۰^{-۲} \text{ m}$$

$$\text{گزینه (۴): } ۸/۷۹۰ \times ۱۰^۳ \text{ m} \Rightarrow \text{مرتبه رقم غیرقطعی: } ۱۰^{-۱} \text{ m}$$

بنابراین مرتبه رقم غیرقطعی در گزینه (۳) از همه کوچک‌تر است و دقت اندازه‌گیری در آن بیشتر می‌باشد.

۳۲۲ مقیاس‌بندی خط‌کش سانتی‌متری به صورت ۱ cm می‌باشد. بنابراین همان‌طور که در درسنامه بررسی شد، رقم دهم اندازه‌گیری برحسب سانتی‌متر را می‌توانیم حدس بزنیم و اندازه‌گیری به‌طور مثال می‌تواند به صورت ۲۰/۴ cm بیان شود که دارای سه رقم بامعنا می‌باشد.

۳۳۳ طول این جسم برحسب میلی‌متر باید بین ۲۰۰ و ۲۱۰ میلی‌متر باشد. از طرفی در خط‌کش میلی‌متری که کوچک‌ترین مقیاس‌بندی آن ۱ mm است، تا دهم اندازه‌گیری برحسب میلی‌متر را می‌توانیم حدس بزنیم. بنابراین به‌طور مثال اندازه‌گیری می‌تواند به صورت ۲۰۰/۶ mm بیان شود که دارای چهار رقم بامعنا است.

۳۳۴

یادآوری: اگر خطای اندازه‌گیری یک دستگاه اندازه‌گیری دیجیتالی برابر $\pm a$ باشد، یعنی در صورت استفاده از آن دستگاه، اعداد به‌دست آمده حداکثر به اندازه a می‌توانند با مقدار حقیقی اختلاف داشته باشند و داریم:

$$x + a \leq \text{مقدار حقیقی} \leq x - a \Rightarrow \text{اگر مقدار اندازه‌گیری شده توسط دستگاه دیجیتال } x \text{ باشد.}$$

خطای اندازه‌گیری دستگاه دیجیتال برابر $\pm ۰/۰۱ \text{ kg}$ است. $\Rightarrow m = ۵/۳۰ \text{ kg}$ جرم اندازه‌گیری شده

$$\text{دقت: } ۰/۰۱ \text{ kg}$$

با توجه به یادآوری فوق و با در نظر گرفتن $\begin{cases} a = ۰/۰۱ \text{ kg} \\ x = ۵/۳۰ \text{ kg} \end{cases}$ ، می‌توان گفت مقدار حقیقی جرم جسم در بازه زیر قرار دارد:

$$۵/۳۱ \text{ kg} \leq \text{جرم قطعی جسم} \leq ۵/۲۹ \text{ kg} \Rightarrow ۵/۲۹ \text{ kg} \leq \text{جرم قطعی جسم} \leq (۵/۳۰ + ۰/۰۱) \text{ kg}$$

۳۳۵ در خط‌کش سانتی‌متری که کوچک‌ترین تقسیم‌بندی آن برابر ۱ cm است، خطای وسیله اندازه‌گیری برابر $\pm ۰/۵ \text{ cm}$ است. بنابراین مقدار اندازه‌گیری شده به صورت $۲۲/۳ \text{ cm} \pm ۰/۵ \text{ cm}$ نشان داده می‌شود که طول واقعی جسم در محدوده زیر قرار می‌گیرد:

$$۲۲/۸ \text{ cm} \leq \text{طول واقعی جسم} \leq ۲۲/۳ \text{ cm} + ۰/۵ \text{ cm} \Rightarrow ۲۱/۸ \text{ cm} \leq \text{طول واقعی جسم} \leq ۲۲/۳ \text{ cm} - ۰/۵ \text{ cm}$$

۳۳۶ با توجه به شکل داده شده در صورت سؤال، کوچک‌ترین مقیاس دماسنج نشان داده شده برابر ۵° C می‌باشد. بنابراین خطای اندازه‌گیری این وسیله $\pm \frac{1}{2}^\circ \text{ C}$ کوچک‌ترین مقیاس‌بندی آن، یعنی برابر $\pm ۲/۵^\circ \text{ C} = \pm \frac{1}{2} \times ۵ = \pm ۲/۵^\circ \text{ C}$ می‌باشد که باید به صورت $\pm ۳^\circ \text{ C}$ گرد شود. از طرفی دمای موردنظر بین ۲۵° C تا ۳۰° C است، در نتیجه نمایش عدد موردنظر به صورت $۲۷^\circ \text{ C} \pm ۳^\circ \text{ C}$ می‌تواند باشد.

* دقت شود که فقط یک رقم مشکوک و غیرقطعی می‌توانیم داشته باشیم و نمی‌توان $۲۷/۰^\circ \text{ C}$ را اعلام کرد.

۳۳۷ تقسیم‌بندی‌های تندی‌سنج، به‌اندازه $۲ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ است و خطای حاصل از این اندازه‌گیری $\pm ۱ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ است. در ادامه با توجه به این‌که عقربه تندی‌سنج بین $۱۱۴ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ و $۱۱۶ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ است و تنها یک رقم غیرقطعی می‌توانیم داشته باشیم، عدد $۱۱۵ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ را می‌خوانیم و در نهایت می‌نویسیم:

$$\text{عدد تندی‌سنج} = ۱۱۵ \frac{\text{km}}{\text{h}} \pm ۱ \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

۳۳۸ همان‌طور که از روی شکل مشخص است، کوچک‌ترین تقسیم‌بندی این خط‌کش برابر ۱ cm است. بنابراین برای نمایش عدد اندازه‌گیری شده، رقم غیرقطعی از مرتبه دهم سانتی‌متر باید باشد (بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست هستند). همچنین خطای اندازه‌گیری این دستگاه مدرج برابر $\pm ۰/۵ \text{ cm} = \pm \frac{1}{2} \times ۱ \text{ cm}$ است، بنابراین نمایش این عدد به صورت گزینه (۴) می‌تواند صحیح باشد.

۳۳۹ اختلاف بین اندازه‌گیری‌های اول و ششم با سایرین خیلی زیاد است (داده‌های پرت) و از آن‌ها صرف‌نظر کرده و به صورت زیر میانگین‌گیری می‌کنیم:

$$\text{طول جسم} = \frac{۸/۲ + ۸/۳ + ۸/۴ + ۸/۳}{۴} = ۸/۳ \text{ cm}$$

از طرفی این اندازه‌گیری با یک خط‌کش مدرج برحسب سانتی‌متر انجام شده و با توجه به خطای اندازه‌گیری آن می‌توان نوشت:

$$\text{طول جسم} = ۸/۳ \pm ۰/۵ \text{ cm}$$

خطای اندازه‌گیری

۳۴۰ دریاچه یک استوانه فرض شده و حجم آب موجود در دریاچه برحسب متر مکعب، به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$V = \pi r^2 h = ۳ \times (\frac{1}{2} \times ۱۰^۲)^2 \times ۱۰ = ۸ \times ۱۰^۶ \text{ m}^3 \xrightarrow{\text{مرتبه بزرگی}} ۱۰^۱ \times ۱۰^۶ = ۱۰^۷ \text{ m}^3$$

دقت: عدد π تقریباً برابر ۳ فرض شده و شعاع دریاچه $r = \frac{1}{2} \text{ km} = ۵۰۰ \text{ m}$ است.