بخش اول: آشنایی با فیزیک و کمیت‌های فیزیکی

زیرشاخه‌های بخش اول A

۱- آشنایی با کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی، نرده‌ای و برداری
۲- آشنایی با پیشوندها، تبدیل یکا و نمادگذاری علمی

1-A آشنایی با کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی، نرده‌ای و برداری

بسیاری از شما دانش‌آموزان عزیز، تاکنون بارها اصطلاحات کمیت و یکا را شنیده‌اید ولی احتمالاً معنی دقیق آن را نمی‌دانید. در شروع این بحث، ابتدا به تعریف کمیت و یکا پرداخته و سپس آن‌ها را تقسیم‌بندی می‌کنیم:

کمیت: به‌طور کلی فیزیک علمی تجربی است و هدف آن بررسی پدیده‌های فیزیکی در جهان پیرامون ماست. مبنای این کار توانایی اندازه‌گیری است و در عمل به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان سقوط یک جسم، یک **کمیت فیزیکی** گفته می‌شود.

تذکر: پدیده‌هایی مانند خوشحالی یک نفر، شور و اشتیاق افراد برای انجام یک کار و ... که نمی‌توان مقدار آن‌ها را اندازه‌گیری کرد، **کیفیت** نامیده می‌شود.

یکا: فیزیک‌دانان برای آن‌که عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت را ارائه کرده و به راحتی با هم مقایسه کنند، برای هر کمیت، یکای معینی تعریف می‌کنند. به‌طور کلی **یکای** هر کمیت، مقدار ثابتی از همان کمیت است که واحد اندازه‌گیری آن کمیت محسوب می‌شود. به‌طور مثال یکای کمیت فاصلهٔ بین دو جسم، متر است و یا یکای اندازه‌گیری تندی یک جسم، $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ است.

تذکر: یکای تعریف‌شده برای یک کمیت، باید به گونه‌ای انتخاب شود که هم تغییرناپذیر بوده و هم قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.

فیزیک دانش بنیادی

مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالودهٔ تمامی مهندسی‌ها و فنّاوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند.

۱) فیزیک‌دانان، پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و برای توصیف و توضیح آن‌ها، اغلب از قانون، مدل و نظریهٔ فیزیکی استفاده می‌کنند.

۲) از آنجا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

۳) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. به بیان دیگر، همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود و حتی ممکن است نظریه‌ای جدید جایگزین شود.

۴) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیک، نقطهٔ قوّت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.

کمیت‌ها و یکاهای اصلی

با کمی مرور کردن دانسته‌های خود، به احتمال زیاد متوجه می‌شوید که بین کمیت‌های مختلف فیزیکی، توسط روابط ریاضی ارتباط برقرار می‌شود (مثلاً رابطهٔ $F = ma$ در علوم سال نهم، ارتباط بین پارامترهای m ،F و a را به ما یاد می‌داد). این ارتباط به ما اجازه می‌دهد که بعضی از کمیت‌ها را برحسب کمیت‌های دیگر بیان کنیم و نیازی به تعریف تعداد زیادی یکا نداشته باشیم. به‌طور کلی کمیت‌هایی که یکای آن‌ها به‌طور مستقل از هم تعریف شده‌اند و توانایی این را داریم که تمام کمیت‌های دیگر را برحسب آن‌ها تعریف کنیم، **کمیت‌های اصلی** نام دارند و قاعدتاً به یکای آن‌ها نیز **یکای اصلی** می‌گوییم.

در فیزیک دبیرستان، معمولاً از سیستم بین‌المللی (SI) برای اندازه‌گیری کمیت‌ها استفاده می‌شود. کمیت‌های اصلی تعریف‌شده در این سیستم، به همراه یکای (واحد) آن کمیت‌ها در جدول زیر آورده شده است:

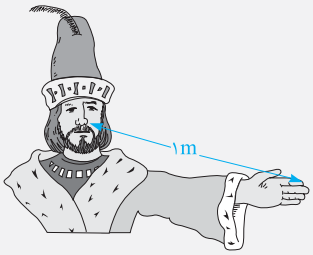
کمیت اصلی	جرم (m)	طول (L)	زمان (t)	دما (T)	مقدار ماده (M)	جریان الکتریکی (I)	شدت روشنایی (I_v)
یکای اصلی مرتبط	کیلوگرم (kg)	متر (m)	ثانیه (s)	کلوین (K)	مول (mol)	آمپر (A)	کندلا (cd)

دقت: در فیزیک دبیرستان، در مورد شدت روشنایی بحث نمی‌شود و این موضوع صرفاً برای تکمیل بحث در کتاب درسی گنجانده شده است.

بررسی یک موضوع

هر یک از یکاهای اصلی تعریف‌شده در جدول فوق، تعریف علمی مشخصی دارد. به‌طور مثال در گذشته یکای طول، یعنی متر را به‌صورت فاصلهٔ میان دو خط نازک حک‌شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین ـ ایریدیوم، وقتی که این میله در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار دارد، تعریف می‌کردند. حال سؤال آن است که چرا میله در دمای صفر درجهٔ سلسیوس باید قرار داشته باشد؟ پاسخ آن است که به‌طور کلی یکای هر کمیت باید تغییرناپذیر باشد، از سوی دیگر طول یک میلهٔ فلزی با تغییر دما تغییر می‌کند، بنابراین باید طول میلهٔ موردنظر را در یک دمای ثابت، به‌عنوان تعریف یکای متر درنظر می‌گرفتند تا تغییرناپذیر باشد.

تمرین ۱: آیا می‌توان یکای طول (متر) را به‌صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشت اشارهٔ دست یک شخص درنظر گرفت؟ (کتاب درسی)



پاسخ: همان‌طور که گفتیم، یکای هر کمیت باید تغییرناپذیر باشد و قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد. در این تمرین مشکل آن است که فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشت اشاره برای اشخاص مختلف، مقداری متفاوت است. بنابراین کمیتی تغییرپذیر بوده و نمی‌توان آن را به‌عنوان یکای کمیت طول تعریف کرد.

کمیت‌ها و یکاهای فرعی

سایر کمیت‌های فیزیک (به‌جز هفت کمیت اصلی که تعریف کردیم)، کمیت‌هایی هستند که یکای آن‌ها مستقل نبوده و برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند. این کمیت‌ها، **کمیت‌های فرعی** نام دارند و در جدول زیر برخی از آن‌ها را آورده‌ایم (بد نیست که با نگاهی ظریف، به وابستگی یکای این کمیت‌ها به یکاهای اصلی توجه کنید):

کمیت فرعی	تُندی	شتاب	حجم	سطح
یکای مرتبط	متر بر ثانیه (m/s)	متر بر مجذور ثانیه (m/s^2)	مترمکعب (m^3)	مترمربع (m^2)

تمرین ۲: جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... می‌باشند. (سراسری ریاضی ۸۶ خارج از کشور)

۱) یکاهای فرعی ـ یکاهای اصلی
۲) یکاهای اصلی ـ کمیت‌های فرعی
۳) کمیت‌های اصلی ـ یکاهای اصلی
۴) کمیت‌های اصلی ـ کمیت‌های فرعی

پاسخ: با توجه به تعریف کمیت و یکا و هم‌چنین با درنظر گرفتن جدول کمیت‌ها و یکاهای اصلی، باید با ما موافق باشید که جرم و زمان از کمیت‌های اصلی و کیلوگرم و ثانیه از یکاهای اصلی محسوب می‌شوند و در نتیجه گزینهٔ (۳) صحیح است.

آشنایی با یک مهارت

در برخی از مواقع، در مسائل از شما خواسته می‌شود که یکای یک کمیت فرعی را برحسب یکاهای فرعی و اصلی دیگر بیان کنید. به‌عنوان یک روش ساده برای پاسخ به این‌گونه از سؤالات، به شما توصیه می‌کنیم که ابتدا رابطهٔ فیزیکی مناسب بین آن کمیت‌ها را درنظر گرفته و پارامتری که واحد آن موردنظر است را در یک طرف تساوی نگه‌داشته و سایر پارامترها را به‌طرف دیگر تساوی منتقل کنید. در ادامه به جای کمیت‌های رابطه، یکای آن‌ها را بگذارید تا یکای (واحد) کمیت موردنظرتان به‌دست آید. به‌طور مثال برای پیدا کردن یکای نیرو برحسب kg، m و s داریم:

$$F = ma \Rightarrow \begin{cases} F \text{ واحد} = N \text{ (نیوتون)} \\ m \text{ واحد} = kg \text{ (کیلوگرم)} \\ a \text{ واحد} = m/s^2 \text{ (متر بر مربع ثانیه)} \end{cases} \Rightarrow N \equiv (kg) \times (m/s^2) = kg.\frac{m}{s^2}$$

در تمرین بعد، مهارت ارائه شده را بهتر یاد می‌گیرید.

تمرین ۳: در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، به‌ترتیب از راست به چپ یکای کمیت‌های تندی متوسط، فشار و کار برحسب یکاهای اصلی به‌درستی بیان شده است؟ (کتاب درسی)

۱) $\frac{kg.m}{s^2}, \frac{kg}{m.s^2}, \frac{m}{s^2}$
۲) $\frac{kg.m^2}{s}, \frac{kg.m}{s^2}, \frac{m}{s}$
۳) $\frac{kg.m^2}{s^2}, \frac{kg}{m.s^2}, \frac{m}{s}$
۴) $\frac{kg.m}{s}, \frac{kg}{m.s^2}, \frac{m}{s}$

پاسخ: برای هر یک از کمیت‌های مطرح‌شده، ابتدا رابطهٔ ریاضی مناسبی که آن کمیت در آن رابطه موجود باشد را درنظر گرفته و یکای آن کمیت را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{یکای تندی} \equiv \frac{\text{یکای طول}}{\text{یکای زمان}} = \frac{m}{s} \Rightarrow \text{یافتن یکای تندی متوسط} \Rightarrow \text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی‌شده}}{\text{زمان}}$$

$$\text{یکای فشار (پاسکال } Pa) \equiv \frac{\text{یکای نیرو}}{\text{یکای مساحت}} = \frac{N}{m^2} \xrightarrow[\text{با توجه به مهارت مطرح‌شده در فوق}]{N \equiv kg\frac{m}{s^2}} \frac{kg.\frac{m}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{m.s^2}$$

$$\text{یافتن یکای فشار} \Rightarrow P = \frac{F}{A} \Rightarrow \text{یکای فشار} \equiv \frac{\text{یکای نیرو}}{\text{یکای مساحت}}$$

(فشار: P، نیرو: F، مساحت: A)

$$\text{یکای کار (ژول } J) \equiv kg\frac{m}{s^2} \times m = \frac{kg.m^2}{s^2}$$

$$\text{یافتن یکای کار: } W = F\,d \Rightarrow \text{یکای کار} \equiv \text{یکای نیرو} \times \text{یکای جابه‌جایی}$$

(W: کار، F: نیرو، d: جابه‌جایی)

بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.

کمیت‌ها در فیزیک از یک دیدگاه دیگر، به دو دستهٔ نرده‌ای (اسکالر) و برداری تقسیم می‌شوند. در ادامهٔ درس، می‌خواهیم به معرفی این دیدگاه بپردازیم.

کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر)

کمیت‌هایی که برای نشان دادن آن‌ها فقط به یک عدد و یکای مناسب آن کمیت نیاز داریم، **کمیت‌های نرده‌ای** نام دارند.

کمیت نرده‌ای طول: عدد ۱۶۵، یکا cm

تذکر: برخی از کمیت‌های نرده‌ای مهم در فیزیک دبیرستان عبارت‌اند از:

زمان، جرم، طول، دما، فشار، حجم، مساحت، چگالی، مقاومت، ولتاژ، جریان الکتریکی، بار الکتریکی، انرژی، کار، توان، تندی و ...

دقت شود که شما برخی از این کمیت‌ها را می‌شناسید و برخی دیگر را تا انتهای کتاب خواهید شناخت.

کمیت‌های برداری

کمیت‌هایی که برای نشان دادن آن‌ها علاوه بر یک عدد و یکای مناسب مربوط به آن کمیت، باید به جهت آن نیز اشاره کنیم، **کمیت‌های برداری** نام دارند.

دقت: این کمیت‌ها لزوماً از قاعدهٔ جمع برداری که در فیزیک سال‌های آینده با آن‌ها آشنا می‌شوید، پیروی می‌کنند.

تذکر: برخی از کمیت‌های برداری مهم در فیزیک دبیرستان عبارت‌اند از:

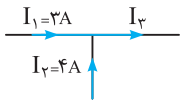
جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو، گشتاور و ...

کمیت برداری شتاب: عدد ۱۰، یکا $\frac{m}{s^2}$، جهت (به طرف شرق)

دقت: برای نمایش کمیت‌های برداری، مانند نیرو $(\vec{F})$ و شتاب $(\vec{a})$، از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت، استفاده می‌کنیم. اگر علامت پیکان را بالای یک کمیت برداری قرار ندهیم (مثلاً F و a)، در عمل تنها اندازهٔ آن کمیت برداری، یعنی فقط عدد و یکای آن کمیت، را نمایش داده‌ایم.

بیشتر بدانیم

جهت‌دار بودن یک کمیت، الزاماً به‌معنی برداری بودن آن نیست و کمیت موردنظر حتماً باید از قوانین جمع بردارها نیز پیروی کند. به‌عنوان مثال کمیت جریان الکتریکی با این‌که یک کمیت جهت‌دار است ولی کمیت نرده‌ای محسوب می‌شود، زیرا مانند بردارها نمی‌توانیم جریان‌ها را با یک‌دیگر جمع کنیم (جریان الکتریکی از قوانین جبری پیروی می‌کند). این موضوع را در سال‌های آینده به‌طور کامل یاد خواهید گرفت و در این‌جا صرفاً برای تکمیل بحث آن را مطرح کرده‌ایم.



$I_3 = 3 + 4 = 7A$

تذکر: از حاصل‌ضرب یک کمیت نرده‌ای در یک کمیت برداری، یک کمیت برداری جدید به‌دست می‌آید. به‌طور مثال کمیت برداری نیرو، از حاصل‌ضرب جرم که یک کمیت نرده‌ای است در کمیت برداری شتاب به‌دست می‌آید. از طرفی در مورد جهت بردارها نیز می‌توان گفت:

$\vec{F} = m\vec{a} \xrightarrow[\text{مثبت است.}]{\text{جرم، عددی}}$ بردارهای $\vec{F}$ و $\vec{a}$، همواره در جهت یک‌دیگر هستند.

$\vec{A} = k\vec{M} \xrightarrow[\text{منفی باشد.}]{k \text{ اگر}}$ بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{M}$، همواره در خلاف جهت یک‌دیگر هستند.

سازگاری یکاها در یک رابطهٔ فیزیکی

به‌طور کلی در یک رابطهٔ فیزیکی، یکاهای طرفین رابطه باید با یک‌دیگر معادل باشند. برای این منظور، اگر بخواهیم طرفین یک رابطه برحسب یکاهای SI باشد، باید یکای کمیت‌های داده‌شده در رابطه را به یکاهای SI تبدیل کنیم. به‌عنوان مثال اگر جرم یک جسم برابر ۱۰۰ گرم و شتاب آن برابر ۲ متر بر مربع ثانیه باشد، به منظور در نظر گرفتن سازگاری یکاها در دو طرف رابطهٔ $F = ma$، باید یکای جرم را برحسب کیلوگرم بنویسیم. در این صورت مقدار یکای نیرو را می‌توان برحسب یکای نیوتون بیان کرد:

$F = ma = (0.1\ \text{kg}) \times \left(2\ \frac{m}{s^2}\right) = 0.2\ \text{N}$

یکای SI جرم ← جرم برحسب کیلوگرم
یکای SI شتاب ← $\frac{m}{s^2}$
یکای SI نیرو ← N

بررسی یک موضوع مهم

معادلهٔ $x = at^2 + bt + c$ را درنظر بگیرید. فرض کنید نماد x معرف طول و نماد t معرف زمان باشد. حال اگر بخواهیم یکاهای مربوط به a، b و c را به‌دست آوریم، نکتهٔ مهم آن است که بدانیم اگر چند عبارت را بتوانیم با هم جمع کنیم، لزوماً یکاهای هر کدام از آن‌ها باید با یک‌دیگر برابر باشد.

به قول قریمیا مثلاً میشه سه تا سیب رو با چهارتا سیب جمع کرد ولی نمیشه سه تا سیب رو با چهارتا پرتقال جمع کرد.

با توجه به این موضوع، یکای هر کدام از عبارت‌های at^2، bt و c اولاً باید با هم یکسان باشد تا این عبارات با هم جمع‌پذیر باشند. ثانیاً با توجه به این‌که عبارت سمت چپ رابطه معرف طول (x) می‌باشد، یکای هر کدام از عبارت‌های سمت راست نیز باید برحسب متر (m) باشد و در نهایت می‌توان گفت:

$$x = at^2 + bt + c \Rightarrow \begin{cases} x \text{ یکای } \equiv at^2 \text{ یکای عبارت } \Rightarrow m \equiv (a \text{ یکای}) \times (s)^2 \Rightarrow a \text{ یکای } \equiv \dfrac{m}{s^2} \\ x \text{ یکای } \equiv bt \text{ یکای عبارت } \Rightarrow m \equiv (b \text{ یکای}) \times (s) \Rightarrow b \text{ یکای } \equiv \dfrac{m}{s} \\ x \text{ یکای } \equiv c \text{ یکای عبارت } \Rightarrow c \text{ یکای} \equiv m \end{cases}$$

(m) برحسب متر ← x ، at^2 ↓ m ، bt ↓ m ، c ↓ m

در ادامه برای یادگیری بهتر تکنیکی که یاد گرفتیم، به تمرین زیر توجه کنید.

تمرین ۴: **اگر شتاب حرکت متحرکی در یک بازهٔ زمانی به کمک رابطهٔ $a = \sqrt{A}\,t^{-1}$ تخمین زده شود، یکای A در SI کدام است؟ (a نشان‌دهندهٔ شتاب و t نشان‌دهندهٔ زمان است.)** (تألیفی)

۱) m^2 ۲) $\dfrac{m}{s^2}$ ۳) $\dfrac{m^2}{s^2}$ ۴) $\dfrac{m^2}{s}$

پاسخ: **گام اول:** ابتدا به کمک معادلهٔ داده‌شده، کمیت A را در یک طرف معادله تنها می‌کنیم:

$$a = \sqrt{A}\,t^{-1} \Rightarrow \sqrt{A} = \frac{a}{t^{-1}} = at \xrightarrow{\text{توان ۲}} A = (at)^2$$

گام دوم: یکای SI مربوط به شتاب $\dfrac{m}{s^2}$ و یکای زمان s است، این موضوع یعنی یکای کمیت A برابر است با:

$$A \text{ یکای} \equiv \left(\frac{m}{s^2} \times s\right)^2 = \frac{m^2}{s^2}$$ (گزینهٔ ۳)

2-A آشنایی با پیشوندها، تبدیل یکا و نمادگذاری علمی

در این قسمت می‌خواهیم به معرفی دو روشی که ما را در نوشتن و خواندن اعداد بسیار بزرگ و بسیار کوچک کمک می‌کنند، بپردازیم. این روش‌ها عبارتند از:

۱) استفاده از پیشوندها

۲) نمایش اعداد به کمک نمادگذاری علمی

استفاده از پیشوندها

در فیزیک گاهی اوقات که کمیت اندازه‌گیری‌شده خیلی کوچک و یا خیلی بزرگ هستند، اگر بخواهیم از یکای استاندارد آن کمیت استفاده کنیم، باید از اعداد با رقم‌های زیاد استفاده کنیم که این موضوع کمی کار کردن با این اعداد را سخت می‌کند. برای جلوگیری از این موضوع از پیشوندها استفاده می‌کنیم، این پیشوندها همگی به‌صورت توان معینی از ۱۰ (یعنی 10^n) هستند و کار ما را در نوشتن اعداد ساده‌تر می‌سازند. به‌عنوان مثال به جای این‌که بگوییم ۱۰۰۰ متر، می‌گوییم یک کیلومتر یا به جای ۰/۰۱ متر از یک سانتی‌متر استفاده می‌کنیم.

تذکر: پیشوندهای مورد استفاده در فیزیک می‌توانند به‌صورت پیشوندهای بزرگ‌تر از واحد (برای مقادیر بزرگ) و یا کوچک‌تر از واحد (برای مقادیر کوچک) باشند. در ادامه پیشوندهای مهم و پرکاربرد که باید آن‌ها را به خاطر بسپارید، را برای یادگیری شما عزیزان آورده‌ایم:

پیشوندهای بزرگ‌تر از واحد ⇐	نام	دکا	هکتو	کیلو	مگا	گیگا	ترا
	نماد	da	h	k	M	G	T
	معنا	$\times 10^1$	$\times 10^2$	$\times 10^3$	$\times 10^6$	$\times 10^9$	$\times 10^{12}$
پیشوندهای کوچک‌تر از واحد ⇐	نام	دسی	سانتی	میلی	میکرو	نانو	پیکو
	نماد	d	c	m	μ	n	p
	معنا	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-9}$	$\times 10^{-12}$

* توجه کنید که d نماد دسی (10^{-1}) بوده و da نماد دکا (10^1) می‌باشد.

پیشوندهای دیگه‌ای هم هست که نسبت به پیشوندهایی که گفتیم کاربردش کم‌تره و حفظی نیست، چندتاشو ببینید:

پیشوندهای بزرگ‌تر از واحد ⇐	نام	یوتا	زِتا	اِگزا	پِتا
	نماد	Y	Z	E	P
	معنا	$\times 10^{24}$	$\times 10^{21}$	$\times 10^{18}$	$\times 10^{15}$
پیشوندهای کوچک‌تر از واحد ⇐	نام	یوکتو	زِپتو	اَتو	فِمتو
	نماد	y	z	a	f
	معنا	$\times 10^{-24}$	$\times 10^{-21}$	$\times 10^{-18}$	$\times 10^{-15}$

استراتژی‌های تبدیل یکا در فیزیک

در بسیاری از اوقات در حل مسائل فیزیکی، باید یک کمیت را از یک مقیاس به مقیاس دیگر تبدیل کنیم. به‌طور مثال فرض کنید می‌خواهیم ۱۲ سانتی‌متر را برحسب متر بازنویسی کنیم. در این مواقع، از دو استراتژی زیر می‌توانیم استفاده کنیم:

استراتژی ۱: همان‌طور که می‌دانیم هر سانتی‌متر، 10^{-2} (یعنی $\frac{1}{100}$) متر است. بنابراین خیلی سریع به کمک شیوهٔ زیر عمل می‌کنیم:

$$1\,cm \equiv 1\times 10^{-2}\,m = 10^{-2}\,m$$

$$x = 12\,cm \xrightarrow[\text{به متر}]{\text{تبدیل سانتی‌متر}} x = 12\times 10^{-2}\,m = 0/12\,m$$

استراتژی ۲: در این روش که در کتاب درسی به آن اشاره شده است، از یک **تبدیل زنجیره‌ای** استفاده می‌کنیم. برای این منظور، اندازهٔ کمیت موردنظر را در یک **عامل تبدیل** (یعنی نسبتی از یکاها که برابر **یک** است) ضرب می‌کنیم. برای مثال، چون ۱m برابر ۱۰۰cm است، داریم:

$$\frac{1\,m}{100\,cm} = 1 \quad , \quad \frac{100\,cm}{1\,m} = 1$$

بنابراین، هر دو کسر بالا که برابر یک هستند را می‌توان به عنوان عامل تبدیل به‌کار برد (دقت کنید که ذکر یکاها در صورت و مخرج کسر الزامی است). از آنجا که ضرب کردن هر کمیت در عدد یک، اندازهٔ آن کمیت را تغییر نمی‌دهد، هرگاه عامل تبدیلی را مناسب بدانیم، می‌توانیم از آن برای تبدیل یکا استفاده کنیم. برای مثال، یکای cm را در عدد ۱۲cm، به‌صورت زیر به m تبدیل می‌کنیم:

$$12\,cm = (12\,cm)(1) = (12\,cm)\underbrace{\left(\frac{1\,m}{100\,cm}\right)}_{\text{عامل تبدیل}} = 0/12\,m$$

به‌عنوان یک مثال دیگر، اگر بخواهیم ۷۲ کیلومتر بر ساعت را برحسب متر بر ثانیه بیان کنیم، به کمک هر یک از استراتژی‌های فوق داریم:

استراتژی ۱: نحوهٔ حل به شکل زیر است:

$$\text{تندی}: v = 72\frac{km}{h} \xrightarrow[\text{تبدیل ساعت به ثانیه در مخرج}]{\text{تبدیل کیلومتر به متر در صورت}} v = 72\times\frac{1000\,m}{60\times 60\,s} = 72\times\frac{1000}{3600}\frac{m}{s} = 20\frac{m}{s}$$

استراتژی ۲: با کمک دو عامل تبدیل، می‌توان $\frac{km}{h}$ را به $\frac{m}{s}$ تبدیل کرد:

$$v = 72\frac{km}{h} = \left(72\frac{km}{h}\right)\times(1)\times(1) = \left(72\frac{km}{h}\right)\times\underbrace{\left(\frac{1\,h}{3600\,s}\right)}_{\substack{\text{عامل تبدیل برای}\\ \text{تبدیل h به s}}}\times\underbrace{\left(\frac{1000\,m}{1\,km}\right)}_{\substack{\text{عامل تبدیل برای}\\ \text{تبدیل km به m}}} = 20\frac{m}{s}$$

جمع‌بندی

از شیوهٔ تبدیل یکای $\frac{km}{h}$ به $\frac{m}{s}$ در استراتژی دوم که مدنظر کتاب پایهٔ دهم است، موارد بسیار مهم زیر برداشت می‌شود:

۱) با توجه به این‌که یکای km به m و یکای h به s باید تبدیل شود، عملاً به دو عامل تبدیل نیاز داریم.

۲) در نوشتن عامل تبدیل مرتبط با تبدیل واحد h به s، چون h در مخرج یکای $\frac{km}{h}$ است، در عامل تبدیل برای ساده شدن بهتر، h باید در صورت و s در مخرج باشد. همین تفکر برای km نیز حاکم است. به ساده شدن‌ها در رابطهٔ زیر توجه کنید:

$$72\frac{km}{h} = 72\frac{km}{h}\times\frac{1\,h}{60\times 60\,s}\times\frac{1000\,m}{1\,km} = 20\frac{m}{s}$$

(m: متر می‌ماند؛ s: ثانیه می‌ماند)

تمرین ۵: در فیزیک، تغییر هر کمیت نسبت به زمان، آهنگ آن کمیت نامیده می‌شود. فرض کنید از شیر آبی، آب با آهنگ $۱۲۵\frac{cm^۳}{s}$ خارج می‌شود. این آهنگ را برحسب یکای لیتر بر دقیقه بیان کنید. (برگرفته از کتاب درسی)

پاسخ: به کمک هر دو استراتژی می‌توان نوشت:

استراتژی ۱: هر لیتر برابر هزار سانتی‌مترمکعب است و از سوی دیگر هر ۶۰ ثانیه برابر یک دقیقه بوده و می‌توان نوشت:

$$۱lit = ۱۰۰۰cm^۳ = ۱۰^۳ cm^۳ \Rightarrow ۱cm^۳ = ۱۰^{-۳} lit$$

$$۱۲۵\frac{cm^۳}{s} \xrightarrow[\text{تبدیل ثانیه به دقیقه در مخرج}]{\text{تبدیل سانتی‌مترمکعب به لیتر در صورت}} ۱۲۵ \times \frac{۱۰^{-۳} lit}{\frac{۱}{۶۰} min} = ۷/۵\frac{lit}{min}$$

استراتژی ۲ (روش تبدیل زنجیره‌ای): به کمک دو عامل تبدیل زیر، می‌توان نوشت:

$$۱۲۵\frac{cm^۳}{s} = \left(۱۲۵\frac{cm^۳}{s}\right) \times (۱) \times (۱) = \left(۱۲۵\frac{cm^۳}{s}\right) \times \left(\frac{۱lit}{۱۰۰۰cm^۳}\right) \times \left(\frac{۶۰s}{۱min}\right) = ۷/۵\frac{lit}{min}$$

در ادامه با حل یک تمرین نسبتاً دشوارتر، این بحث را بهتر یاد می‌گیریم.

تمرین ۶: هر پیکومتر ..... دکامتر و هر هکتومتر مکعب ..... میکرومتر مکعب است. (سؤالات امتحانی)

۱) $۱۰^{۲۴}, ۱۰^{-۱۳}$ ۲) $۱۰^{۸}, ۱۰^{-۱۳}$ ۳) $۱۰^{۸}, ۱۰^{-۱۱}$ ۴) $۱۰^{۲۴}, ۱۰^{-۱۱}$

پاسخ: استراتژی اول: با توجه به جدول پیشوندها، هر پیکومتر برابر $۱۰^{-۱۲}$ m و هر دکامتر برابر ۱۰m می‌باشد ($۱dam = ۱۰m$ یا $۱m = ۱۰^{-۱} dam$) و می‌توان نوشت:

$$۱pm \xrightarrow{\text{تبدیل pm به m}} ۱ \times (۱۰^{-۱۲} m) \xrightarrow[\text{معادل پیکومتر}]{\text{تبدیل m به dam}} ۱ \times ۱۰^{-۱۲} \times \underbrace{(۱۰^{-۱} dam)}_{\text{جای‌گذاری به‌جای m}} = ۱۰^{-۱۳} dam$$

از سوی دیگر هر هکتومتر برابر $۱۰^{۲} m$ و هر میکرومتر برابر $۱۰^{-۶} m$ می‌باشد ($۱\mu m = ۱۰^{-۶} m$ یا $۱m = ۱۰^{۶} \mu m$):

$$۱hm^۳ \xrightarrow[\text{معادل هکتومتر}]{m^۳ \text{ به } (hm)^۳ \text{ تبدیل}} ۱ \times (۱۰^{۲} m)^۳ = ۱۰^{۶} m^۳ \xrightarrow[\text{تبدیل متر به میکرومتر}]{(\mu m)^۳ \text{ به } m^۳ \text{ تبدیل}} ۱۰^{۶} \times (۱۰^{۶} \mu m)^۳ = ۱۰^{۶} \times ۱۰^{۱۸} \mu m^۳ = ۱۰^{۲۴} \mu m^۳$$ (گزینهٔ ۱)

استراتژی دوم (روش تبدیل زنجیره‌ای): در این‌جا استفاده از تبدیل زنجیره‌ای کمی دشوارتر است چون تشخیص ارتباط مستقیم بین dam و pm یا ارتباط بین $hm^۳$ و $\mu m^۳$ کمی برایمان دشوار است. برای رفع این مشکل، مشابه با استراتژی اول که در دو مرحله به جواب رسیدیم، از دو عامل تبدیل استفاده می‌کنیم. اگر به شیوهٔ ساده شدن‌ها توجه کنید، به سادگی منظور ما را می‌فهمید:

$$۱pm = ۱\cancel{pm} \times \frac{۱m}{۱۰^{۱۲}\cancel{pm}} \times \frac{۱dam}{۱۰\cancel{m}} = ۱۰^{-۱۳} dam$$

$$۱hm^۳ = ۱(\cancel{hm})^۳ \times \left(\frac{۱۰۰\cancel{m}}{۱\cancel{hm}}\right)^۳ \times \left(\frac{۱۰^{۶}\mu m}{۱\cancel{m}}\right)^۳ = ۱۰^{۲۴}(\mu m)^۳ = ۱۰^{۲۴}\mu m^۳$$

دانش‌آموزان عزیز توجه کنند که میکرومتر مکعب که معادل $(\mu m)^۳$ است را به شکل $\mu m^۳$ می‌نویسند، نه $\mu^۳ m^۳$. همین موضوع در مورد هکتومتر مکعب نیز برقرار است و $(hm)^۳$ را به شکل $hm^۳$ می‌نویسند نه $h^۳ m^۳$.

نمایش اعداد به کمک نمادگذاری علمی

در برخی از اندازه‌گیری‌ها با مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک سروکار داریم؛ مثلاً برای نوشتن جرم زمین برحسب کیلوگرم باید تعداد ۲۲ صفر را بعد از عدد ۵۹۸ بنویسیم یا برای نوشتن جرم یک الکترون برحسب کیلوگرم باید بعد از ممیز، ۳۰ عدد صفر قرار دهیم و پس از آن عدد ۹۱۰۹ را بنویسیم. مشخص است که نوشتن چنین عددهایی به‌صورت اعشاری یا با صفرهای زیاد، علاوه بر دشواری در خواندن و نوشتن، احتمال اشتباه را نیز افزایش می‌دهد.

یک روش مناسب جهت نمایش اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک، استفاده از نمادگذاری علمی است. در این روش مقدار یک پارامتر را به فرم کلی $A = a \times ۱۰^{\pm n}$ نمایش داده که در آن a یک عدد حقیقی در بازهٔ $۱ \le a < ۱۰$ و n یک عدد طبیعی است. برای درک بهتر این موضوع به مثال‌های زیر توجه کنید:

(۱) $\underbrace{۰/۰۰۰۰۰۱}_{\text{۶ رقم}}۲ = ۱/۲ \times ۱۰^{(-۶)}$

(۲) $\underbrace{۱۲۰۰۰}_{\text{۴ رقم}} = ۱/۲ \times ۱۰^{(۴)}$

(۳) $\underbrace{۰/۰۰۴}_{\text{۳ رقم}}۰۸۰۱ = ۴/۰۸۰۱ \times ۱۰^{(-۳)}$

(۴) $\underbrace{۱۰۳۴۸۰۰۱}_{\text{۷ رقم}} = ۱/۰۳۴۸۰۰۱ \times ۱۰^{(۷)}$

از مثال‌های ارائه شده می‌توان فهمید:

۱ ممیز را به سمت راست (جلو) جابه‌جا کنیم ⟸ عدد منفی ۱۰ ⟸ مثال‌های (۱) و (۳)

۲ ممیز را به سمت چپ (عقب) جابه‌جا کنیم ⟸ عدد مثبت ۱۰ ⟸ مثال‌های (۲) و (۴)

در ادامه با حل دو تمرین، مهارت شما را در این بحث مهم افزایش خواهیم داد.

تمرین ۷: حجم یک بشکه نفت برابر ۱۵۹ لیتر است. حجم این بشکه برحسب مترمکعب به‌صورت نمادگذاری علمی کدام است؟ (تألیفی)

۱) $۱/۵۹\times۱۰^{-۲}$ ۲) $۱/۵۹\times۱۰^{۲}$ ۳) $۱/۵۹\times۱۰^{-۱}$ ۴) ۰/۱۵۹

پاسخ: برای بررسی این سؤال، ابتدا روند تبدیل واحد را به‌صورت یکی از دو استراتژی مطرح‌شده انجام می‌دهیم. به همین منظور به کمک استراتژی اول می‌توان نوشت:

$$V=۱۵۹\,lit \xrightarrow{\text{تبدیل لیتر به مترمکعب}} V=۱۵۹\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}$$

در ادامهٔ کار، مقدار به‌دست آمده را به‌صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$V=۱۵۹\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}=۱/۵۹\times\underbrace{۱۰}_{\text{دو رقم}}^{(۲)}\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}=۱/۵۹\times۱۰^{-۱}\,m^{۳}$$ (گزینهٔ ۳)

تمرین ۸: با استفاده از شیوهٔ نمادگذاری علمی، به‌ترتیب ۲۷ کیلومتر چند میکرومتر و ۲۵۰۰۰ مترمربع چند دسی‌مترمربع است؟ (تألیفی)

۱) $۲/۵\times۱۰^{۶}, ۲۷\times۱۰^{۹}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{۵}, ۲/۷\times۱۰^{-۲}$ ۳) $۲/۵\times۱۰^{۶}, ۲/۷\times۱۰^{۱۰}$ ۴) $۲۵\times۱۰^{۵}, ۲/۷\times۱۰^{۱۰}$

پاسخ: با توجه به مقادیر مربوط به پیشوندها در نام‌گذاری و نمادگذاری علمی و با کمک استراتژی اول تبدیل واحد داریم:

می‌دانیم که: $۱\mu m=۱۰^{-۶}\,m \Rightarrow ۱m=۱۰^{۶}\,\mu m \quad , \quad ۱dm=۱۰^{-۱}\,m \Rightarrow ۱m=۱۰\,dm$

تبدیل واحد (۱): $۲۷\,km \xrightarrow{\text{تبدیل km به m}} ۲۷\times(۱۰^{۳}\,m) \xrightarrow{\text{تبدیل m به }\mu m} ۲۷\times۱۰^{۳}\times(۱۰^{۶}\,\mu m)=۲۷\times۱۰^{۹}\,\mu m$

نوشتن به‌صورت نماد علمی $\Rightarrow \underbrace{۲۷}_{\text{۱ رقم}}\times۱۰^{۹}\,\mu m=۲/۷\times۱۰^{(۱)}\times۱۰^{۹}\,\mu m=۲/۷\times۱۰^{۱۰}\,\mu m$

تبدیل واحد (۲): $۲۵۰۰۰\,m^{۲} \xrightarrow{\text{تبدیل }m^{۲}\text{ به }(dm)^{۲}} ۲۵۰۰۰\times(۱۰dm)^{۲}=۲۵۰۰۰\times۱۰^{۲}\,dm^{۲}=۲۵\times۱۰^{۳}\times۱۰^{۲}\,dm^{۲}=۲۵\times۱۰^{۵}\,dm^{۲}$

نوشتن به‌صورت نماد علمی $\Rightarrow \underbrace{۲۵}_{\text{۱ رقم}}\times۱۰^{۵}\,dm^{۲}=۲/۵\times۱۰^{(۱)}\times۱۰^{۵}\,dm^{۲}=۲/۵\times۱۰^{۶}\,dm^{۲}$ (گزینهٔ ۳)

معرفی دو یکای جالب برای طول

برای طول دو یکای جالب دیگر نیز به‌کار می‌رود که عبارت‌اند از: یکای نجومی (AU) و سال نوری (ly).

یکای نجومی: این یکا برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است که آن را با نماد AU نمایش می‌دهند و حدوداً برابر $۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,m$ است.

$$۱AU=۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,m$$

سال نوری: مسافتی که نور در مدت زمان یک سال در خلأ طی می‌کند را یک **سال نوری** می‌نامند و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند.

تمرین ۹: یک سال نوری به‌صورت نمادگذاری علمی، چند متر است؟ (تندی نور در خلأ برابر $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ است.) (برگرفته از کتاب درسی)

پاسخ: طبق تعریف سال نوری، باید مسافتی که نور در مدت زمان یک سال طی می‌کند را به‌دست آوریم:

$$t=۱\,\text{سال}=۳۶۵\times۲۴\times۶۰\times۶۰\ (\text{روز ساعت دقیقه ثانیه}) \quad , \quad v=۳\times۱۰^{۸}\,m/s : \text{تندی نور در خلأ}$$

$$x=vt=۳\times۱۰^{۸}\times(۳۶۵\times۲۴\times۶۰\times۶۰)=۹۴۶۰۸۰۰۰\times۱۰^{۸}\,m \Rightarrow x=۹/۴۶۰۸\times۱۰^{۱۵}\,m$$

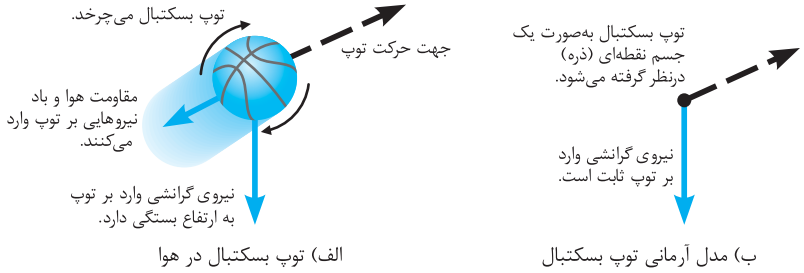
مدل‌سازی در فیزیک

پدیده‌های فیزیکی که در اطراف ما رخ می‌دهند، پیچیدگی‌های بسیاری را به همراه دارند. از این‌رو برای تحلیل آن‌ها، باید بتوانیم کمی آن‌ها را ساده‌تر کنیم.

مدل‌سازی در فیزیک، فرایندی است که در طی آن یک پدیدهٔ فیزیکی، آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم گردد.

به‌طور مثال پرتاب یک توپ بسکتبال را در هوا درنظر بگیرید. در حرکت این توپ عوامل بسیار زیادی تأثیرگذار هستند. از جمله می‌توان گفت که توپ به‌صورت کاملاً کروی نیست، مقاومت هوا در مسیر توپ وجود دارد، توپ در طی حرکتش به دور خود نیز می‌چرخد، وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین تغییر می‌کند و ...

اگر ما بخواهیم اثر تمام این عوامل را لحاظ کنیم، تحلیل ما بسیار پیچیده و مشکل می‌شود. از این‌رو با یک مدل‌سازی ساده‌تر، توپ را همانند یک جسم نقطه‌ای یا ذره در خلأ درنظر گرفته که اثر عوامل ذکرشده (مانند مقاومت هوا و اثر وزش باد) را دیگر بر روی آن لحاظ نمی‌کنیم و از تغییر وزن آن در اثر تغییر ارتفاع نیز صرف‌نظر می‌کنیم. از این‌رو می‌توانیم به راحتی به تحلیل حرکت آن بپردازیم.

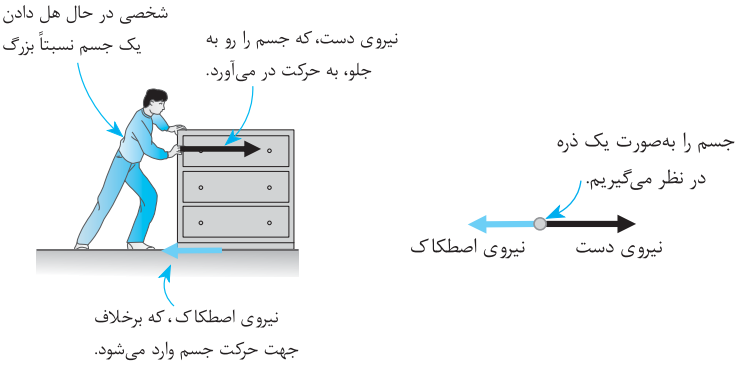


الف) توپ بسکتبال در هوا

ب) مدل آرمانی توپ بسکتبال

مطرح کردن بحث مدل‌سازی تو اول کتاب فیزیک پایهٔ ۱۰، هم خوبه و هم بد. خوبه چون یه دید براتون ایجاد می‌کنه و بده چون دلیل هیچ‌کدوم از حرفاش رو نمیتونیم براتون توضیح بدیم. ایشالا وعدهٔ ما برای توضیحات توپ بسکتبال بمونه تو فیزیک پایهٔ ۱۲ ...

تذکر: شخصی مطابق شکل، بسته‌ای نسبتاً بزرگ را روی سطح حرکت می‌دهد. در این‌گونه از مدل‌سازی‌ها، برای ساده‌سازی می‌توان جسم را به صورت یک ذره در نظر گرفت. این موضوع کاربرد زیادی در فیزیک دوازدهم دارد.



یادداشت

فاز اول
تست‌های کسب مهارت

در تست‌های این فاز که به صورت میکروطبقه‌بندی ارائه‌شده است، اولاً به‌خوبی می‌توانید بر روی درسنامه‌ها مسلط شوید و ثانیاً مهارت‌های زیادی را در هنگام تست‌زنی کسب کنید. این موضوع سبب می‌شود به بهترین شکل خود را برای تست‌های فاز دوم آماده کنید.

شاخهٔ ۱ آشنایی با فیزیک و کمیت‌های فیزیکی

کمیت‌ها و یکاها (اصلی، فرعی، نرده‌ای و برداری)

تو شروع کار بریم یه چرخی بزنیم تو تستای بحث آشنایی با کمیت‌ها و یکاها. حتماً می‌دونید انواعشون چه جوریه ...

۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، در مورد یکای اندازه‌گیری یک کمیت صحیح نیست؟ (سؤالات امتحانی)

۱) قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد و مقدار معینی از آن کمیت باشد.

۲) یکای اندازه‌گیری باید در حد امکان کوچک باشد.

۳) به‌گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط فیزیکی تعیین شده برای آن، تغییر نکند.

۴) دستگاه بین‌المللی یا SI، شامل مجموعه‌ای از یکاهای مورد توافق بین‌المللی است.

۲- در سیستم SI، برای هریک از کمیت‌های علم فیزیک یکای مستقل تعریف نمی‌شود. دلیل این موضوع در کدام عبارت بهتر ذکر شده است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) در انتخاب یکا، با منابع محدود روبه‌رو هستیم.

۲) تمام کمیت‌ها در محاسبات کاربرد ندارد.

۳) قوانین و روابط موجود در فیزیک، کمیت‌ها را به هم مربوط می‌کند.

۴) کمیت‌های زیادی بدون یکا (واحد) می‌باشند.

۳- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، در مورد کمیت‌های اصلی صحیح است؟ (تألیفی)

۱) اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی، تعریف شدن یکای مستقل برای آن‌ها می‌باشد.

۲) اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی، تعریف شدن یکای کوچک برای آن‌ها می‌باشد.

۳) اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را یکای پنج کمیت اصلی تشکیل می‌دهد.

۴) تعداد کمیت‌های اصلی و فرعی با هم یکسان است.

۴- کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟ (سراسری تجربی ۹۸ خارج از کشور)

۱) دما، نیرو، فشار ۲) فشار، زمان، سرعت ۳) جریان الکتریکی، جرم، نیرو ۴) دما، جریان الکتریکی، جرم

۵- در کدام‌یک از موارد زیر، همهٔ کمیت‌ها فرعی هستند؟ (سراسری تجربی ۹۸)

۱) جرم، زمان، فشار

۲) چگالی، تندی، انرژی

۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم

۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

۶- ..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی می‌باشند. (سراسری ریاضی ۸۶)

۱) حجم و جرم ـ زمان و انرژی

۲) جرم و زمان ـ طول و نیرو

۳) طول و جرم ـ مساحت و نیرو

۴) نیرو و دما ـ سرعت و جریان الکتریکی

۷- جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... می‌باشند. (سراسری ریاضی ۸۶ خارج از کشور)

۱) یکاهای فرعی ـ یکاهای اصلی

۲) یکاهای اصلی ـ کمیت‌های فرعی

۳) کمیت‌های اصلی ـ یکاهای اصلی

۴) کمیت‌های اصلی ـ کمیت‌های فرعی

۸- در مورد کمیت‌ها و یکاهای اصلی، کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (سؤالات امتحانی)

۱) جریان الکتریکی و کلوین از یکاهای اصلی می‌باشند.

۲) طول و ثانیه از کمیت‌های اصلی می‌باشند.

۳) دما کمیتی اصلی و کندلا (شمع) از یکاهای اصلی می‌باشد.

۴) سرعت کمیتی اصلی و گرم از یکاهای اصلی می‌باشد.

۹- کمیت‌های طول، جابه‌جایی، تندی، گشتاور و نیرو به‌ترتیب چه نوع کمیت‌هایی هستند؟ (سراسری ریاضی ۸۱ خارج از کشور، با تغییر)

۱) نرده‌ای، نرده‌ای، نرده‌ای، برداری

۲) برداری، برداری، نرده‌ای، نرده‌ای

۳) برداری، نرده‌ای، برداری، برداری، نرده‌ای

۴) نرده‌ای، برداری، نرده‌ای، برداری، برداری

۱۰- کدام کمیت‌ها همگی فرعی و نرده‌ای هستند؟ (سراسری ریاضی ۹۷)

۱) نیرو ـ جرم ـ گرمای ویژه

۲) انرژی جنبشی ـ شار مغناطیسی ـ شتاب

۳) فشار ـ جرم ـ میدان مغناطیسی

۴) انرژی جنبشی ـ شار مغناطیسی ـ فشار

۱۱- کدام‌یک از کمیت‌های زیر، کمیتی نرده‌ای و اصلی می‌باشد؟ (کتاب درسی)

۱) جریان الکتریکی ۲) انرژی ۳) شتاب ۴) توان

۱۲- با توجه به جدول نشان داده شده، یکای نیرو (D) برحسب A، B و C کدام است؟ (آزمون‌های سراسری گاج)

نام کمیت	زمان	طول	جرم	نیرو
یکای کمیت در SI	A	B	C	D

۱) $\frac{B.C}{A}$ ۲) $\frac{A.B}{C^2}$ ۳) $\frac{B.C}{A^2}$ ۴) $\frac{B^2.C}{A}$

☆ **۱۳- کدام‌یک از گزینه‌های زیر، یکای کمیت فرعی «فشار» را برحسب یکاهای اصلی کیلوگرم (kg)، متر (m) و ثانیه (s) درست نشان می‌دهد؟** (راهنمایی: از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$ کمک بگیرید.) (سؤالات امتحانی)

۱) $kg.m.s^{-1}$ ۲) $kg.m.s^{-2}$ ۳) $kg.m^{-1}.s^{-2}$ ۴) $kg.m^2.s^2$

تست بعدی، یه سؤال جالبه که نحوهٔ به‌دست اُوردن یکای پارامترای مختلف تو یه معادله رو به خوبی یاد میگیرین ...

☆ **۱۴- تندی حرکت متحرکی را می‌توان از رابطهٔ $v = Mt^2 + Nt$ به‌دست آورد که v تندی برحسب $\frac{m}{s}$ و t زمان برحسب s است. یکاهای M و N، به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟** (تألیفی)

۱) $\frac{m}{s^3}$ ، $\frac{m}{s^2}$ ۲) $\frac{m}{s^2}$ ، $\frac{m}{s^3}$ ۳) $\frac{m}{s^2}$ ، $\frac{m}{s}$ ۴) $\frac{m}{s}$ ، $\frac{m}{s^3}$

آشنایی با نمادگذاری علمی و تبدیل یکاها به یک دیگر

میدونید عددای خیلی بزرگ یا خیلی کوچیک رو چه جوری باید نمایش بدیم تا خوندن و نوشتن اونا راحت‌تر باشه؟ تو ادامهٔ کار خودتون می‌بینید ...

۱۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، در مورد نمادگذاری علمی صحیح است؟ (کتاب درسی)

۱) این روش، فقط برای نمایش اعداد بزرگ استفاده می‌شود.

۲) در نمادگذاری علمی، مقدار پارامتر را به‌صورت حاصل‌ضرب عددی بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از ۱۰ که در توان صحیحی از ۱۰ ضرب می‌شود، می‌نویسند.

۳) استفاده از نمادگذاری علمی، احتمال اشتباه در خواندن و نوشتن اعداد را کاهش می‌دهد.

۴) این روش فقط برای نمایش اعداد مثبت استفاده می‌شود.

☆ **۱۶- کدام‌یک از عبارت‌های زیر، با توجه به شیوهٔ نمادگذاری علمی صحیح است؟** (تألیفی)

۱) $۰/۰۰۳۱۸ \times ۱۰^2 = ۳/۱۸ \times ۱۰^{-1}$ ۲) $۰/۰۰۰۰۰۱۰۱ = ۱۰/۱ \times ۱۰^{-7}$ ۳) $۷۳۰ \times ۱۰^5 = ۰/۷۳ \times ۱۰^8$ ۴) $۰/۱۷۳ \times ۱۰^{-3} = ۱/۷۳ \times ۱۰^{-2}$

۱۷- کدام‌یک از پیشوندهای زیر در SI، به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ ۱۰^9، ۱۰^{-1} و ۱۰^{-12} است؟ (کتاب درسی)

۱) نانو، دکا، تِرا ۲) تِرا، دسی، پیکو ۳) گیگا، دکا، پیکو ۴) گیگا، دسی، پیکو

☆ **۱۸- هر میلی‌لیتر معادل است با یک .....** (آزمون‌های سراسری گاج)

۱) سانتی‌متر مکعب ۲) سانتی‌متر مربع ۳) دسی‌متر مکعب ۴) دسی‌متر مربع

☆ **۱۹- عرض یک صفحهٔ مستطیلی ۵nm و طول آن ۰/۲μm است. مساحت آن به شیوهٔ نمادگذاری علمی چند m^2 است؟** (تألیفی)

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{-15}$ ۲) ۱۰×۱۰^{-16} ۳) ۱×۱۰^{-15} ۴) $۰/۱ \times ۱۰^{-14}$

☆ **۲۰- گیاهی در طی ۱۴ روز، ۳۴mm رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه به‌صورت نمادگذاری علمی تقریباً چقدر است؟** (برگرفته از کتاب درسی)

۱) $۲/۸ \times ۱۰^{-2}$ ۲) ۲/۴ ۳) ۱/۶ ۴) $۶/۷ \times ۱۰^{-1}$

تو چند تا سؤال بعدی، یه سری یکاهای جدید که تو کتاب درسیتون هم اومده اُوردیم. به کمک اونا، روش تبدیل زنجیره‌ای برای تبدیل واحدها رو خوب یاد می‌گیرید ...

۲۱- قد یک کودک ۱۰ ساله برابر ۱۵۲/۴cm اندازه‌گیری شده است. قد این شخص، برابر چند فوت است؟ (هر اینچ برابر ۲/۵۴cm و هر فوت، برابر ۱۲inch در نظر گرفته شود.) (تألیفی)

۱) ۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۲/۵

۲۲- جرم یک قطعه سنگ قیمتی ۲۰۰ قیراط است و هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است. جرم این سنگ چند گرم است؟

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰ (سراسری ریاضی ۹۸ خارج از کشور)

۲۳- فاصلهٔ دو شهر A و B از یک‌دیگر، برابر ۳۱۲ کیلومتر است. این فاصله بر حسب ذرع و فرسنگ، به شکل نمادگذاری علمی به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (هر ذرع ۱۰۴ سانتی‌متر و هر فرسنگ معادل ۶۰۰۰ ذرع است.) (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۵×۱۰^{۲} ، ۳×۱۰^{۵} ۲) ۵×۱۰^{۰} ، ۳×۱۰^{۴} ۳) ۵×۱۰^{۱} ، ۳×۱۰^{۵} ۴) ۵×۱۰^{۱} ، ۳×۱۰^{۴}

۲۴- جرم یک ساختمان دو طبقه، حدوداً ۶۲۲۰۸kg تخمین زده شده است. جرم این ساختمان، به‌صورت نمادگذاری علمی چند خروار است؟ (هر مثقال معادل ۴/۸۶gr ، ۱ من تبریز معادل ۶۴۰ مثقال و هر خروار معادل ۱۰۰ من تبریز می‌باشد.) (تألیفی)

۱) ۲×۱۰^{-۲} ۲) ۲×۱۰^{۲} ۳) ۴×۱۰^{۲} ۴) ۲×۱۰^{۱}

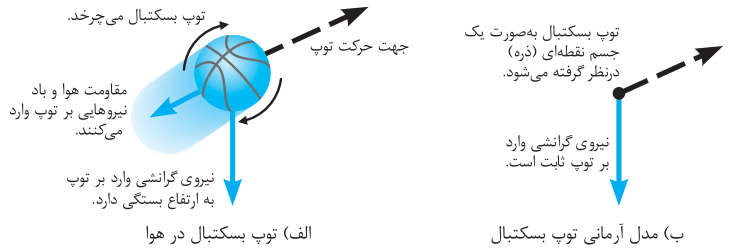
۲۵- فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید، چند برابر یکای نجومی (AU) است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

مدل‌سازی در فیزیک

تو این زیرشاخه، به کمک هم نحوهٔ مدل کردن یه پدیده رو بررسی می‌کنیم ...

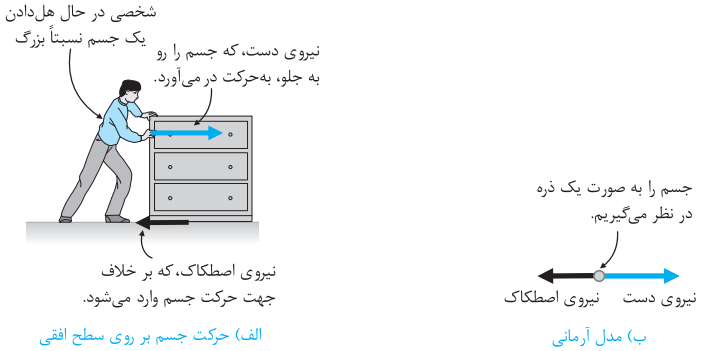
۲۶- شکل زیر، نحوهٔ مدل‌سازی آرمانی یک توپ بسکتبال را در هوا نشان می‌دهد:



در این مدل‌سازی، کدام‌یک از موارد زیر صرف‌نظر نشده است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

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

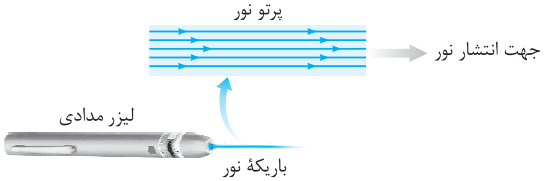
۲۷- شکل زیر، نحوهٔ مدل‌سازی آرمانی حرکت یک جسم بر روی سطح را نشان می‌دهد:



کدام‌یک از موارد زیر، در این مدل‌سازی نباید انجام بگیرد؟ (تألیفی)

۱) صرف‌نظر کردن از مقاومت هوا
۲) درنظر گرفتن ساییدگی جسم به زمین و کم شدن جرم آن
۳) ذره‌ای فرض کردن جسم
۴) درنظر گرفتن نیروی اصطکاک

۲۸- در بررسی نور لیزر مدادی در شکل زیر، منبع نور در واقع ..... بوده و در مدل‌سازی آن را ..... در نظر می‌گیریم. از سوی دیگر پرتوها ..... بوده و در مدل‌سازی آن را ..... در نظر می‌گیریم. (برگرفته از کتاب درسی)



۱) نقطه‌ای ـ گسترده ـ واگرا ـ هم‌گرا
۲) نقطه‌ای ـ گسترده ـ هم‌گرا ـ موازی
۳) گسترده ـ نقطه‌ای ـ هم‌گرا ـ موازی
۴) گسترده ـ نقطه‌ای ـ واگرا ـ موازی

شاخهٔ ۲ اندازه‌گیری

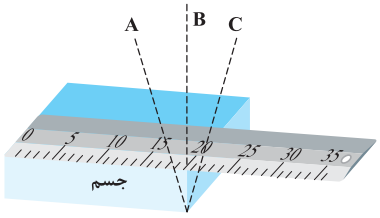
دقت اندازه‌گیری

تو این زیرشاخه می‌خوایم دقت اندازه‌گیری توسط یه وسیلهٔ مدرج مثل خط‌کش یا یه وسیلهٔ دیجیتال رو بررسی کنیم ...

۲۹- طول جسمی برابر ۲۳۷/۱cm اندازه‌گیری شده است. آخرین رقم اندازه‌گیری از چه مرتبه‌ای است؟ (تألیفی)

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

☆ **۳۰- 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 کدام‌یک از این مکان‌ها قرار گیرد تا عدد قرائت شده برای طول جسم، دقیق‌تر باشد؟** (تألیفی)



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

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

۱) بزرگ‌تر از ـ برابر با یک ۲) بزرگ‌تر از ـ بزرگ‌تر از یک ۳) برابر با ـ برابر با یک ۴) برابر با ـ بزرگ‌تر از یک

☆ **۳۲- ترازوی دیجیتالی A، جرم جسمی را ۲/۴۰۰kg و ترازوی دیجیتالی B، جرم یک جسم دیگر را ۴/۹۰۱۰kg اندازه‌گیری کرده است. به‌ترتیب از راست به چپ، دقت اندازه‌گیری ترازوی A چند کیلوگرم و دقت اندازه‌گیری ترازوی B چند گرم است؟** (تألیفی)

۱) ۰/۱ – ۰/۰۱ ۲) ۰/۱ – ۱ ۳) ۰/۱ – ۰/۰۰۱ ۴) ۰/۰۰۰۱ – ۰/۰۰۱

۳۳- یک ساعت دیجیتال، نیمهٔ روز را با عدد ۱۲:۰۰ و ساعت دیجیتال دیگر آن را با عدد ۱۲:۰۰ نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری این دو ساعت به‌ترتیب از راست به چپ چند ثانیه است؟ (تألیفی)

۱) ۶۰ – ۱ ۲) ۶۰ – ۶۰ ۳) ۱ – ۱ ۴) ۱ – ۶۰

☆ **۳۴- یک آمپرسنج دیجیتالی، شدت جریانی را که از یک مدار می‌گذرد، ۲/۰۰۴ میلی‌آمپر نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری چند میکروآمپر است؟** (سراسری ریاضی ۹۶ خارج از کشور)

۱) ۰/۴ ۲) ۱ ۳) ۰/۱ ۴) 10^{3}

☆ **۳۵- یک ریزسنج دیجیتالی ضخامت ورقه‌ای را ۰/۰۳۲cm اندازه‌گیری کرده است. مرتبهٔ آخرین رقم اندازه‌گیری و دقت اندازه‌گیری این ریزسنج برحسب میلی‌متر، به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟** (تألیفی)

۱) صدم سانتی‌متر، 10^{-5} ۲) هزارم سانتی‌متر، 10^{-2} ۳) هزارم سانتی‌متر، 10^{-5} ۴) صدم سانتی‌متر، 10^{-2}

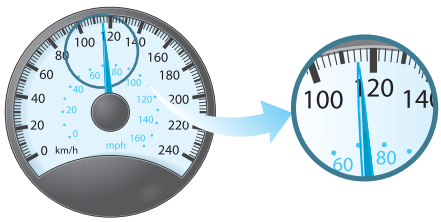
☆ **۳۶- فاصلهٔ بین دو نقطه، به شکل چهار گزینهٔ زیر اعلام شده است. دقت اندازه‌گیری در کدام‌یک از آن‌ها بیشتر است؟** (سراسری ریاضی ۸۱)

۱) ۸/۷۹ km ۲) $8/790\times10^{6}$ mm ۳) ۸۷۹۰۰۰ cm ۴) $8/7900\times10^{3}$ m

☆ **۳۷- با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی، جرم جسمی را ۵/۳۰kg اندازه‌گیری کرده‌ایم. با اطمینان می‌توان گفت که جرم این جسم ..... است.** (تألیفی)

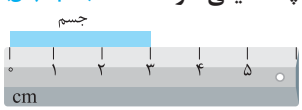
۱) ۵ کیلوگرم ۲) ۵/۳۰ کیلوگرم
۳) بین ۵/۲۹ کیلوگرم و ۵/۳۱ کیلوگرم ۴) ۵/۳۰۰ کیلوگرم

☆ **۳۸- تندی‌سنج یک خودرو، وضعیت مقابل را نشان می‌دهد. کدام گزینه دقت این دستگاه برحسب کیلومتر بر ساعت را درست بیان می‌کند؟** (کتاب درسی)



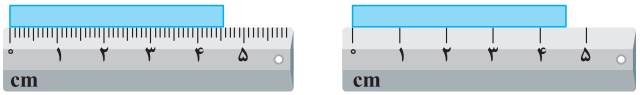
۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۰/۵ ۴) ۱۰

۳۹- برای نمایش طول جسم نشان داده شده از خط‌کش زیر استفاده کرده‌ایم. دقت اندازه‌گیری این خط‌کش چند میلی‌متر است؟ (کتاب درسی)



۱) ۰/۱ ۲) ۱ ۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰

۴۰- در شکل‌های (الف) و (ب)، دقت اندازه‌گیری به ترتیب از راست به چپ ..... و ..... است. (سراسری ریاضی ۹۸ خارج از کشور، با تغییر)



(ب) (الف)

۱) $1mm, 1cm$
۲) $0/1mm, 1cm$
۳) $0/1cm, 1mm$
۴) $0/1mm, 0/1cm$

☆ ۴۱- فردی جرم جسمی را با یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۱۰۰ گرم، ۶ بار اندازه‌گیری کرده و داده‌های ۸/۳، ۸/۴، ۸/۲، ۱۳/۴ و ۴/۳ را برحسب کیلوگرم ارائه کرده است. با توجه به این اندازه‌گیری‌ها، جرم واقعی جسم برحسب کیلوگرم در چه محدوده‌ای است؟ (تألیفی)

۱) بین $8/2kg$ تا $8/4kg$ ۲) بین $8/20kg$ تا $8/40kg$ ۳) بین $8/0kg$ تا $9/0kg$ ۴) بین $8/00kg$ تا $9/00kg$

شاخهٔ ۳ چگالی

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

خوب توی شروع شاخهٔ جدید، می‌خوایم اول روی واحدهای چگالی مسلط بشیم و بعدش هم چگالی اجسام با حجم مشخص (مثل مکعب، کره و ...) رو حساب کنیم ...

۴۲- در مورد چگالی یک ماده، کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (کتاب درسی)

۱) جرم واحد (یکای) حجم یک ماده را چگالی آن ماده می‌نامند.
۲) آهن نسبت به چوب سنگین‌تر است.
۳) یک جسم سنگین‌تر، می‌تواند چگالی کم‌تری داشته باشد.
۴) با دو برابر شدن جرم یک ماده، چگالی آن ثابت می‌ماند.

☆ ۴۳- کدام‌یک از رابطه‌های زیر، درست است؟ (تألیفی)

۱) $1kg/m^3 = 10^3 gr/cm^3 = 10^{-6} kg/lit = 10^{-6} gr/lit$
۲) $1kg/m^3 = 10^{-3} gr/cm^3 = 10^{-3} kg/lit = 1gr/lit$
۳) $1gr/cm^3 = 10^{-6} kg/m^3 = 10^{-6} gr/lit = 1kg/lit$
۴) $1kg/m^3 = 10^{-3} gr/cm^3 = 10^{-6} kg/lit = 1gr/lit$

۴۴- اگر چگالی جسمی ۰/۰۱ گرم بر میلی‌مترمکعب باشد، چگالی آن برحسب میلی‌گرم بر سانتی‌مترمکعب کدام است؟ (آزمون‌های سراسری گاج)

۱) 10^{-4} ۲) 10^2 ۳) 10^4 ۴) ۱۰

۴۵- جرم قطعه فلزی ۴۰۵ گرم و حجم آن ۱۵۰ سانتی‌متر مکعب است. چگالی این فلز چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ (M.K.A)

۱) ۲/۷ ۲) ۲۷ ۳) ۲۷۰۰ ۴) ۲۷۰

☆ ۴۶- جرم ۲۰ لیتر از مایعی با چگالی $1200kg/m^3$، چند کیلوگرم است؟ (سراسری سال‌های دور)

۱) ۶ ۲) ۶۰ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

☆ ۴۷- حجم جسمی ۰/۰۰۲ دسی‌مترمکعب و جرم آن ۵ گرم است. چگالی این جسم چند واحد SI است؟ (سؤالات امتحانی)

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

☆ ۴۸- اگر چگالی خون بدن انسان $1/05 gr/cm^3$ باشد، جرم دو لیتر از خون برابر چند دکاگرم است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۲۱۰ ۲) ۲۱۰۰ ۳) ۱۰۵ ۴) ۱۰۵۰

☆ ۴۹- در یک روز بارانی، ۴۰ میلی‌متر باران روی سطحی به مساحت ۲۵۰۰ کیلومتر مربع باریده. جرم این مقدار باران چند کیلوگرم است؟ (چگالی آب باران $= 10^3 kg/m^3$) (سراسری تجربی ۸۷ خارج از کشور)

۱) 10^8 ۲) 10^9 ۳) 10^{10} ۴) 10^{11}

☆ ۵۰- 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 گاج)

۱) ۱۲۰۰ ۲) ۱/۲ ۳) ۳/۲ ۴) ۳۲۰۰

محاسبهٔ چگالی اجسامی که شکل هندسی مشخصی دارند

۵۱- سطح مقطع یک استوانهٔ همگن ۲۵ سانتی‌مترمربع و ارتفاع آن ۱۰ سانتی‌متر و چگالی آن $7800kg/m^3$ می‌باشد. جرم این استوانه چند گرم است؟ (M.K.A)

۱) ۱۹۵ ۲) ۱۹۵۰ ۳) ۹۷۵ ۴) ۹۷/۵

پاسخ‌نامهٔ تشریحی — فیزیک و اندازه‌گیری

۱ ۲ ابتدا باید توجه شود که یکاهای اندازه‌گیری باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند، که هم در شرایط فیزیکی تعیین شده برای آن (مانند دما، فشار و ...) تغییرناپذیر بوده (گزینهٔ ۳) و هم قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشند (گزینهٔ ۱). از سوی دیگر این یکا باید **مقدار معینی** از همان کمیت باشد و لازم نیست در حد امکان کوچک درنظر گرفته شود (یکاها می‌توانند مقدار بزرگی از یک کمیت نیز باشند).

۲ ۳ قوانین فیزیک با کمک **روابط ریاضی**، کمیت‌های مختلف فیزیکی را به یک‌دیگر مرتبط می‌سازند. با توجه به این موضوع، یکای کمیت‌های فرعی برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند و نیازی به تعریف تعداد زیادی یکا (واحد) برای کمیت‌های مختلف نمی‌باشد. برای درک بهتر، به مثال‌های مطرح شده در درسنامه توجه کنید.

۱ ۳ اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی که تعداد آن‌ها، ۷ عدد می‌باشد، این است که یکای آن‌ها به‌صورت مستقل تعریف می‌شود.

۴ ۴ دما، جریان الکتریکی و جرم از کمیت‌های اصلی هستند، بنابراین گزینهٔ (۴) صحیح است. دقت کنید که کمیت‌های نیرو، فشار و سرعت از کمیت‌های فرعی می‌باشند، بنابراین گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) نادرست است.

۲ ۵ کمیت‌های زمان، جریان الکتریکی، شدت روشنایی و مقدار ماده از کمیت‌هایی اصلی هستند، بنابراین گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) نادرست بوده و گزینهٔ (۲) پاسخ این سؤال است.

۳ ۶ طول و جرم از کمیت‌های اصلی هستند، در حالی‌که مساحت یک کمیت فرعی است، زیرا یکای آن (مترمربع) وابسته به یکای طول یعنی متر (m) است.

> **تذکر:** در مورد نیرو نیز همین موضوع برقرار است و یکای آن برحسب کمیت‌های فرعی بیان می‌شود:
> $$F = ma \Rightarrow \text{واحد نیرو} \equiv \text{کیلوگرم} \times \frac{\text{متر}}{\text{مجذور ثانیه}} \Rightarrow 1N \equiv 1kg.m/s^2$$

۳ ۷ با توجه به تمرین (۲) در درسنامه، گزینهٔ (۳) صحیح است.

۳ ۸ در این سؤال در واقع تفاوت مفهوم کمیت و یکا را مورد توجه قرار داده‌ایم. با توجه به جدول مطرح شده در درسنامه، دما کمیتی اصلی و کندلا (شمع) از یکاهای اصلی می‌باشد و گزینهٔ (۳) صحیح است. به‌عنوان تمرین، سایر گزینه‌ها را بررسی کنید [توجه شود که سرعت، کمیتی فرعی است].

۴ ۹ با توجه به تعریف کمیت‌های نرده‌ای و برداری، طول و تندی از کمیت‌های نرده‌ای و جابه‌جایی، گشتاور و نیرو از کمیت‌های برداری محسوب می‌شوند.

۴ ۱۰ کمیت‌های انرژی جنبشی، شار مغناطیسی و فشار که در گزینهٔ (۴) مطرح شده‌اند، همگی از کمیت‌های فرعی و نرده‌ای محسوب می‌شوند. دقت کنید که جرم از کمیت‌های اصلی و نیرو، میدان مغناطیسی و شتاب از کمیت‌های برداری هستند. بنابراین گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) نادرست هستند.

۱ ۱۱ از بین گزینه‌های ذکر شده در این سؤال، فقط جریان الکتریکی کمیتی اصلی محسوب می‌شود.

* با کمی دقت، به سادگی می‌توان فهمید که کمیت‌های اصلی همگی نرده‌ای هستند.

۳ ۱۲ با توجه به رابطهٔ $F = ma$، برای محاسبهٔ یکای کمیت نیرو، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} F = ma \Rightarrow \text{یکای نیرو} \equiv \text{یکای جرم} \times \text{یکای شتاب} \\ \text{یکای شتاب} \equiv \frac{m}{s^2} \equiv \frac{\text{یکای طول}}{\text{مجذور یکای زمان}} \end{cases} \Rightarrow (D)\ \text{یکای نیرو} \equiv C \times \frac{B}{A^2} = \frac{B.C}{A^2}$$

۳ ۱۳ همان‌طور که می‌دانیم، فشار کمیتی فرعی است. برای پیدا کردن یکای آن برحسب یکاهای اصلی، با توجه به راهنمایی سؤال می‌توان از رابطهٔ مربوط به فشار استفاده کرد:

$$(A)\ \text{یکای مساحت} \equiv m^2 \ ,\ (F)\ \text{یکای نیرو} \equiv N$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \text{یکای فشار} \equiv \frac{N}{m^2} \quad (I) \qquad \text{(با توجه به علوم سال نهم)}$$

$$F = ma \Rightarrow (N)\ \text{یکای نیرو} \equiv kg.\frac{m}{s^2} \quad (II)$$

از طرفی یکای نیرو (نیوتون) برابر است با:

بنابراین یکای فشار را می‌توان به کمک روابط (I) و (II) به‌صورت زیر نوشت:

$$\text{یکای فشار} \equiv \frac{N}{m^2} = \frac{kg.\frac{m}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{m.s^2} = kg.m^{-1}.s^{-2}$$

۱۴ ۲ با توجه به مفاهیم مطرح شده در درسنامه، یکای هر کدام از عبارت‌های Mt^2 و Nt باید یکسان و برابر یکای تندی (v)، یعنی $\frac{m}{s}$ باشد.

$$\begin{cases} Mt^2 \text{ یکای عبارت} \equiv \frac{m}{s} \Rightarrow M \text{ یکای} \times (s)^2 \equiv \frac{m}{s} \Rightarrow M \text{ یکای} \equiv \frac{m}{s^3} \\ Nt \text{ یکای} \equiv \frac{m}{s} \Rightarrow N \text{ یکای} \times (s) \equiv \frac{m}{s} \Rightarrow N \text{ یکای} \equiv \frac{m}{s^2} \end{cases}$$

۱۵ ۳ با توجه به بحث نمادگذاری علمی در درسنامه، این روش برای راحت‌تر بودن و احتمال اشتباه کم‌تر در خواندن و نوشتن، برای نمایش اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک استفاده می‌شود و گزینهٔ (۳) صحیح است.

۱۶ ۱ در نمادگذاری علمی هر مقدار را به‌صورت حاصل‌ضرب عددی بین ۱ تا ۱۰ $(1 \le a < 10)$ در توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسند. بنابراین گزینه‌های (۲) و (۳) مسلماً نادرست است و با رعایت شیوهٔ نمادگذاری علمی داریم:

گزینهٔ (۱): $۰/۰۰۳۱۸ \times ۱۰^۲ = ۳/۱۸ \times \underbrace{۱۰^{-۳}}_{\text{۳ رقم بعد از ممیز}} \times ۱۰^۲ = ۳/۱۸ \times ۱۰^{-۱}$

گزینهٔ (۲): $۰/۰۰۰۰۰۱۰۱ = ۱/۰۱ \times \underbrace{۱۰^{-۶}}_{\text{۶ رقم بعد از ممیز}}$

گزینهٔ (۳): $۷۳۰ \times ۱۰^۵ = ۷/۳۰ \times \underbrace{۱۰^۲}_{\text{۲ رقم به سمت چپ می‌بریم.}} \times ۱۰^۵ = ۷/۳۰ \times ۱۰^۷$

گزینهٔ (۴): $۰/۱۷۳ \times ۱۰^{-۳} = ۱/۷۳ \times \underbrace{۱۰^{-۱}}_{\text{۱ رقم بعد از ممیز}} \times ۱۰^{-۳} = ۱/۷۳ \times ۱۰^{-۴}$

بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح است.

۱۷ ۴ با توجه به جدول اشاره شده برای پیشوندها در درسنامه، گزینهٔ (۴) صحیح است.

> **تذکر:** دقت کنیم که دسی $(۱۰^{-۱})$ را با نماد d و دکا (۱۰) را با نماد da نشان می‌دهند.

۱۸ ۱ می‌دانیم که هر لیتر (معادل با) ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است و داریم:

$$V = ۱ m\,lit \xrightarrow{\text{تبدیل میلی‌لیتر به لیتر}} V = ۱۰^{-۳}\,lit \xrightarrow{\text{تبدیل لیتر به سانتی‌متر مکعب}} V = ۱۰^{-۳} \times (۱۰^۳\,cm^۳) = ۱ cm^۳$$

بنابراین گزینهٔ (۱) صحیح است.

> **تذکر ۱:** به‌عنوان یک مثال دیگر، برای پیدا کردن رابطهٔ بین میلی‌لیتر و دسی‌متر مکعب داریم $(۱ dm = ۱۰^{-۱} m$ (دسی‌متر) یا $۱ m = ۱۰ dm)$:
>
> $$V = ۱ m\,lit \xrightarrow{\text{تبدیل میلی‌لیتر به لیتر}} V = ۱۰^{-۳}\,lit \xrightarrow{\text{تبدیل لیتر به متر مکعب}} V = ۱۰^{-۳} \times (۱۰^{-۳}\,m^۳) = ۱۰^{-۶}\,m^۳$$
>
> $$\xrightarrow{\text{تبدیل } (dm)^۳ \text{ به } m^۳} V = ۱۰^{-۶} \times (۱۰ dm)^۳ = ۱۰^{-۳}\,dm^۳$$
>
> همان‌طور که احتمالاً شما هم متوجه شده‌اید، دسی‌متر مکعب در واقع همان لیتر است: $۱ lit = ۱ dm^۳$
>
> **تذکر ۲:** لیتر (یا میلی‌لیتر) از واحدهای حجم هستند. بنابراین گزینه‌های (۲) و (۴) که از واحدهای سطح محسوب می‌شوند، مسلماً نادرست‌اند.

۱۹ ۳ برای به‌دست آوردن مساحت برحسب $m^۲$، کافی است طول و عرض آن را برحسب m بنویسیم و داریم:

$$\begin{cases} \text{عرض صفحه} = ۵ nm = ۵ \times ۱۰^{-۹} m \\ \text{طول صفحه} = ۰/۲ \mu m = ۰/۲ \times ۱۰^{-۶} m \end{cases} \Rightarrow \text{مساحت صفحهٔ مستطیلی} = \text{طول} \times \text{عرض} = ۰/۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۵ \times ۱۰^{-۹}\,m^۲ = ۱ \times ۱۰^{-۱۵}\,m^۲$$

دقت کنید که مقدار به‌دست آمده برای مساحت با توجه به شیوهٔ نمادگذاری علمی صحیح است و نیاز به اصلاح ندارد.

۲۰ ۱ این گیاه در طی ۱۴ روز، ۳۴ mm رشد می‌کند. در ادامه محاسبه می‌کنیم که در طی ۱ ثانیه، گیاه چند mm رشد می‌کند:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline ۱۴ \text{ روز} = ۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ \text{ ثانیه} & ۳۴ mm \\ \hline ۱ \text{ ثانیه} & ? \\ \hline \end{array} \Rightarrow \text{میزان رشد گیاه در ۱ ثانیه برحسب mm} = \frac{۳۴ \times ۱}{۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰}$$

حال باید مقدار به‌دست آمده را برحسب μm بیان کنیم و داریم:

$$\frac{۳۴}{۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰} mm \xrightarrow{\text{تبدیل mm به m}} \frac{۳۴}{۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰} \times (۱۰^{-۳}\,m) \xrightarrow{\text{تبدیل m به } \mu m} \frac{۳۴ \times ۱۰^{-۳}}{۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰} \times (۱۰^۶\,\mu m)$$

$$\text{آهنگ رشد گیاه} = \frac{۳۴ \times ۱۰^۳}{۱۴ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰} \mu m / s \simeq ۰/۰۲۸ \mu m / s = ۲/۸ \times ۱۰^{-۲} \mu m / s$$

این سؤال را برای بالا بردن قدرت محاسباتی شما آورده‌ایم.

۲۱ ۱ برای محاسبهٔ قد کودک برحسب فوت، با انتخاب عامل تبدیل‌های مناسب، از روش تبدیل زنجیره‌ای به‌صورت زیر کمک می‌گیریم:

$$۱۵۲/۴ cm = ۱۵۲/۴ cm \times (۱) \times (۱) = \overset{۶۰}{\cancel{۱۵۲/۴}}\,\cancel{cm} \times \frac{۱\,inch}{\underset{۱}{\cancel{۲/۵۴}}\,\cancel{cm}} \times \frac{۱ ft}{۱۲\,\cancel{inch}} = ۵ ft$$

۲۲ **۳** برای پاسخ دادن به این سؤال، از روش تبدیل زنجیره‌ای به صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$۲۰۰\ \text{قیراط} = ۲۰۰\ \text{قیراط} \times \frac{۲۰۰\ \text{mgr}}{۱\ \text{قیراط}} \times \frac{۱\ \text{gr}}{۱۰۰۰\ \text{mgr}} = ۴۰\ \text{gr}$$

۲۳ **۳** برای پاسخ دادن به این سؤال، به‌صورت زیر از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$۳۱۲\text{km} = \overset{۳}{۳۱۲}\ \text{km} \times \frac{۱۰۰۰\text{m}}{۱\text{km}} \times \frac{۱۰۰\text{cm}}{۱\text{m}} \times \frac{۱\ \text{ذرع}}{\underset{۱}{۱۰۴}\text{cm}} = ۳ \times ۱۰^{۵}\ \text{ذرع}$$

از طرفی برای نمایش عدد برحسب فرسنگ، در ادامهٔ روند تبدیل زنجیره‌ای، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$۳۱۲\text{km} = ۳۱۲\text{km} \times \frac{۱۰۰۰\text{m}}{۱\text{km}} \times \frac{۱۰۰\text{cm}}{۱\text{m}} \times \frac{۱\ \text{ذرع}}{۱۰۴\text{cm}} \times \frac{۱\ \text{فرسنگ}}{۶۰۰۰\ \text{ذرع}} = ۵ \times ۱۰^{۱}\ \text{فرسنگ}$$

۲۴ **۲** برای حل، از روش تبدیل زنجیره‌ای به‌صورت زیر استفاده می‌کنیم:

$$۶۲۲۰۸\,\text{kg} = \overset{۱۲۸۰۰}{۶۲۲۰۸}\,\text{kg} \times \frac{۱۰۰۰\text{gr}}{۱\text{kg}} \times \frac{۱\ \text{مثقال}}{\underset{۱}{۴/۸۶}\text{gr}} \times \frac{۱\ \text{من تبریز}}{۶۴۰\ \text{مثقال}} \times \frac{۱\ \text{خروار}}{۱۰۰\ \text{من تبریز}} = ۲۰۰\ \text{خروار} = ۲ \times ۱۰^{۲}\ \text{خروار}$$

۲۵ **۲** یکای نجومی، معادل میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است و این یعنی فاصلهٔ متوسط زمین تا خورشید، برابر ۱AU می‌باشد.

۲۶ **۴** هنگام مدل‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. برای مثال، اگر به‌جای مقاومت هوا، نیروی جاذبهٔ زمین را نادیده می‌گرفتیم، آن‌گاه مدل ما پیش‌بینی می‌کرد که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می‌رود! این توضیحات یعنی نمی‌توان از اثر نیروی گرانش صرف‌نظر کرد.

۲۷ **۲** 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.

۲۸ **۴** با توجه به علوم سال هشتم، لیزر یک منبع نور گسترده بوده که آن را به‌دلیل کوچک بودن، منبع نقطه‌ای در نظر می‌گیریم. از سوی دیگر پرتوها به‌صورت واگرا می‌باشند که در لیزر برای سادگی آن‌ها را موازی درنظر می‌گیریم و گزینهٔ (۴) صحیح است.

۲۹ **۳** در عدد اندازه‌گیری‌شده، آخرین رقم اندازه‌گیری شده برابر ۱ است که از مرتبهٔ دهم سانتی‌متر می‌باشد.

$$۲۳۷/\underset{\text{آخرین رقم اندازه‌گیری}}{۱}\text{cm}$$

۳۰ **۲** هنگامی‌که فرد در مکان B قرار دارد، به‌صورت عمود بر جسم، عدد نشان داده شده توسط خطکش را می‌بینند. از این‌رو عدد خوانده شده در این حالت به‌طول واقعی جسم نزدیک‌تر است.

۳۱ **۳** با توجه به درسنامه، برای وسایل درجه‌بندی شده، کم‌ترین تقسیم‌بندی آن وسیله و برای وسایل دیجیتالی، یک واحد از آخرین رقمی که خوانده می‌شود برابر دقت اندازه‌گیری آن می‌باشد.

۳۲ **۳** برای محاسبهٔ دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی A برحسب کیلوگرم، با توجه به این‌که این عدد به‌صورت یک عدد با سه رقم اعشار نشان داده شده است، دقت اندازه‌گیری آن به‌اندازهٔ ۰/۰۰۱kg واحد نوشته شده در جلوی عدد است:

$$\underset{\text{دقت}:\ ۰/۰۰۱\text{kg}}{۲/۴۰۰}\,\text{kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری}: ۰/۰۰۱\text{kg}$$

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

$$\underset{\text{دقت}:\ ۰/۰۰۰۱\text{kg}}{۴/۹۰۱۰}\,\text{kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری}: ۰/۰۰۰۱\text{kg} = ۰/۰۰۰۱ \times (۱۰^{۳}\ \text{gr}) = ۰/۱\text{gr}$$

بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.

سؤال: **به‌نظر شما دقت اندازه‌گیری ترازوی دیجیتالی A برحسب گرم چقدر است؟**

۳۳ **۱** 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).

دقت اندازه‌گیری ۱ ثانیه است. $\rightarrow$ $۱۲:۰۰:\underset{\text{ثانیه}}{۰۰}$

دقت اندازه‌گیری ۱ دقیقه یا ۶۰ ثانیه است. $\rightarrow$ $\underset{\text{ساعت}}{۱۲}:\underset{\text{دقیقه}}{۰۰}$

۳۴ **۲** برای محاسبهٔ دقت اندازه‌گیری در وسایل دیجیتالی، می‌توان به‌جای آخرین رقم سمت راست، عدد یک و به‌جای بقیهٔ رقم‌ها عدد صفر گذاشت و ممیز در سر جای خود باقی بماند. با این روش، دقت اندازه‌گیری برحسب واحدِ داده شده به‌دست می‌آید. در این سؤال، عدد گزارش شده توسط آمپرسنج دیجیتال برابر ۲/۰۰۴mA است، بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برحسب میکروآمپر برابر است با:

$$\text{دقت اندازه‌گیری}: ۰/۰۰۱\text{mA} = ۰/۰۰۱ \times ۱۰^{۳}\,\mu\text{A} = ۱\,\mu\text{A}$$

تذکر: دقت شود هر میلی‌آمپر برابر $۱۰^{۳}$ میکروآمپر است.

$$۱\text{mA} = ۱۰^{-۳}\,\text{A} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۶}\,\mu\text{A} = ۱۰^{۳}\,\mu\text{A} \Rightarrow ۱\text{mA} = ۱۰^{۳}\,\mu\text{A}$$

۳۵ **۲** با توجه به عدد ارائه شده داریم:

آخرین رقم سمت راست ← ۰/۰۳۲cm

آخرین رقم سمت راست از مرتبهٔ $(۰/۰۰۱cm)$ است.

یافتن دقت اندازه‌گیری: کم‌ترین مقداری که این دستگاه دیجیتال می‌تواند اندازه‌گیری کند، از مرتبهٔ ۰/۰۰۱cm است. بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر ۰/۰۰۱cm است.

به‌عبارت دیگر، برای محاسبهٔ دقت اندازه‌گیری این ریزسنج دیجیتالی، داریم:

$۰/۰۰۱cm \xrightarrow{\text{تبدیل cm به m}} ۰/۰۰۱\times(۱۰^{-۲}\,m)=۱۰^{-۵}\,m$: دقت اندازه‌گیری $\Rightarrow ۰/۰۳۲cm$

دقت : ۰/۰۰۱cm

برای محاسبهٔ دقت اندازه‌گیری برحسب میلی‌متر نیز داریم:

$۱۰^{-۵}\,m \xrightarrow{\text{تبدیل m به mm}} ۱۰^{-۵}\times(۱۰^{۳}\,mm)=۱۰^{-۲}\,mm$: دقت اندازه‌گیری

۳۶ **۳** ابتدا باید دقت شود، آن اندازه‌گیری دقیق‌تر است که مقادیر کوچک‌تری را بتواند اندازه بگیرد. برای بررسی راحت‌تر، مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست در گزینه‌ها را برحسب متر به‌دست می‌آوریم:

گزینهٔ (۱): $۰/۰۱km=۰/۰۱\times۱۰^{۳}\,m=۱۰m$: مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست $\Rightarrow ۸/۷۹km=۸/۷\,۹\,km$

مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست : ۰/۰۱ km

گزینهٔ (۲): $۰/۰۰۱\times۱۰^{۶}\,mm=۰/۰۰۱\times۱۰^{۶}\times۱۰^{-۳}\,m=۱m$: مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست $\Rightarrow ۸/۷۹۰\times۱۰^{۶}\,mm=۸/\,۷۹۰\times۱۰^{۶}\,mm$

مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست : $۰/۰۰۱\times۱۰^{۶}\,mm$

گزینهٔ (۳): $۱cm=۱\times۱۰^{-۲}\,m=۱۰^{-۲}\,m$: مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست $\Rightarrow ۸۷۹۰۰۰cm$

گزینهٔ (۴): $۱۰^{-۱}m$: مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست $\Rightarrow ۸/۷۹۰\,۰\times۱۰^{۳}\,m$

مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست : $۰/۰۰۰۱\times۱۰^{۳}\,m$

بنابراین مرتبهٔ آخرین رقم سمت راست در گزینهٔ (۳) از همه کوچک‌تر است و در نتیجه دقت اندازه‌گیری در آن بیشتر می‌باشد.

۳۷ **۳**

یادآوری: اگر دقت اندازه‌گیری یک دستگاه اندازه‌گیری دیجیتالی برابر a باشد، یعنی در صورت استفاده از آن دستگاه، اعداد به‌دست آمده حداکثر به‌اندازهٔ a می‌توانند با مقدار حقیقی اختلاف داشته باشند و داریم: $x-a \le \text{مقدار حقیقی} \le x+a \Rightarrow$ اگر مقدار اندازه‌گیری شده توسط دستگاه دیجیتال x باشد.

دقت اندازه‌گیری دستگاه دیجیتال برابر ۰/۰۱kg است. $\Rightarrow m=۵/۳۰\,kg$: جرم اندازه‌گیری شده

دقت : ۰/۰۱kg

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

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

۳۸ **۱** در این سؤال تقسیم‌بندی‌های تندی‌سنج، به‌اندازهٔ $۲\,\frac{km}{h}$ است و در نتیجه دقت اندازه‌گیری برابر $۲\,\frac{km}{h}$ است.

۳۹ **۳** همان‌طور که از روی شکل مشخص است، کوچک‌ترین تقسیم‌بندی این خط‌کش برابر ۱cm است. بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر ۱cm یا ۱۰mm می‌باشد.

۴۰ **۱** همان‌طور که می‌دانیم، دقت اندازه‌گیری در وسایل مدرج، برابر کمینهٔ درجه‌بندی آن وسیله است. بنابراین در شکل‌های (الف) و (ب)، دقت اندازه‌گیری به ترتیب برابر ۱cm و $۱cm=۱mm$ است.

(ب) (الف)

۴۱ **۱** اختلاف بین اندازه‌گیری‌های اول و ششم با سایرین خیلی زیاد است (داده‌های پرت) و از آن‌ها صرف‌نظر کرده و به‌صورت زیر میانگین‌گیری می‌کنیم:

$$\text{جرم جسم}=\frac{۸/۲+۸/۳+۸/۴+۸/۳}{۴}=۸/۳\,kg$$

از طرفی این اندازه‌گیری با یک ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰۰gr یا ۰/۱kg انجام شده و با توجه به دقت اندازه‌گیری آن می‌توان نوشت:

$$\text{جرم جسم}=۸/۳\pm۰/۱kg \xrightarrow{\text{محدودهٔ واقعی جرم جسم}} ۸/۳-۰/۱\le m\le ۸/۳+۰/۱ \rightarrow ۸/۲kg\le m\le ۸/۴kg$$

۴۲ **۲** جرم واحد حجم یک ماده را **چگالی** آن ماده می‌نامند. چگالی یک جسم، جزء ویژگی‌های ذاتی ماده است و به جنس آن بستگی دارد، بنابراین با تغییر در حجم و جرم جسم تغییری نمی‌کند، در واقع می‌توان گفت:

دو برابر

ثابت $\rho=\frac{m}{V}$ حجم (V) باید ۲ برابر شود تا تساوی برقرار بماند. $\Rightarrow$

دقت شود این موضوع که آهن سنگین‌تر از چوب است، نادرست می‌باشد (یک اصطلاح عامیانه است) و برای مقایسهٔ وزن باید ابعاد آهن و چوب را بدانیم.

۴۳ **۲** در این سؤال نسبتاً ساده، در واقع می‌خواهیم واحدهای مختلف چگالی را با هم مقایسه کنیم و برای این منظور داریم:

$$\begin{cases} 1\frac{kg}{m^3}=1\times\frac{(10^3\,gr)}{(10^6\,cm^3)}=10^{-3}\frac{gr}{cm^3} \\ 1\frac{kg}{m^3}=1\times\frac{(10^3\,gr)}{(10^3\,lit)}=1\frac{gr}{lit} \\ 1\frac{kg}{m^3}=1\times\frac{kg}{(10^3\,lit)}=10^{-3}\frac{kg}{lit} \end{cases} \Rightarrow 1\frac{kg}{m^3}=10^{-3}\frac{gr}{cm^3}=10^{-3}\frac{kg}{lit}=1\frac{gr}{lit}$$

تذکر: می‌دانیم یک متر مکعب برابر ۱۰۰۰ لیتر است. $1m^3=10^3\,lit \Leftrightarrow 1lit=10^{-3}\,m^3$

۴۴ **۳** برای تبدیل gr/mm^3 به mgr/cm^3 به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\rho=0/01\frac{gr}{(mm)^3}=0/01\times\frac{(10^3\,mgr)}{(10^{-1}\,cm)^3}=0/01\times\frac{10^3\,mgr}{10^{-3}\,cm^3}=10^4\,mgr/cm^3$$

توجه: هر میلی‌متر برابر با ۰/۱ یا 10^{-1} سانتی‌متر است.

۴۵ **۳** با توجه به تعریف چگالی می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \text{چگالی}: \rho=\frac{m}{V} \\ \text{جرم}: m=405\,gr=405\times(10^{-3}\,kg)=405\times10^{-3}\,kg \\ \text{حجم}: V=150\,cm^3=150\times(10^{-2}\,m)^3=150\times10^{-6}\,m^3 \end{cases} \Rightarrow \rho=\frac{405\times10^{-3}\,kg}{150\times10^{-6}\,m^3}=2700\,kg/m^3$$

۴۶ **۴** با توجه به داده‌های سؤال و رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho=1200\,kg/m^3 \quad , \quad \text{حجم مایع}: V=20\,lit=20\times(10^{-3}\,m^3)=0/02\,m^3$$

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V=1200\times0/02=24\,kg$$

۴۷ **۱** ابتدا باید دقت شود که دسی‌متر یعنی $10^{-1}\,m$ و دسی‌متر مکعب، معادل $10^{-3}\,m^3$ است.

$$1(dm)^3=1\times(10^{-1}m)^3=10^{-3}\,m^3$$

در SI، یکاهای کمیت‌های جرم، حجم و چگالی به‌ترتیب kg، m^3 و kg/m^3 است. بنابراین ابتدا باید داده‌های سؤال را به یکای آن‌ها در SI تبدیل کنیم:

$$\begin{cases} \text{جرم}: m=5gr=5\times(10^{-3}\,kg)=5\times10^{-3}\,kg \\ \text{حجم}: V=0/0002\,dm^3=0/0002\times(10^{-1}\,m)^3=2\times10^{-6}\,m^3 \end{cases} \Rightarrow \rho=\frac{m}{V}=\frac{5\times10^{-3}}{2\times10^{-6}}=2/5\times10^3\,kg/m^3$$

۴۸ **۱** دو لیتر خون معادل با $2000\,cm^3$ بوده و جرم آن برابر است با:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow 1/05=\frac{m}{2000}\Rightarrow m=2100\,gr=210\,dagr$$

تذکر: برای تبدیل گرم به دکاگرم، آن را در 10^{-1} ضرب کرده‌ایم: $1dagr=10^1\,gr \longrightarrow 1gr=10^{-1}\,dagr$

۴۹ **۴** حجم باران باریده شده روی زمین: $V=$ مساحت زمین $\times$ ارتفاع آب باران

ارتفاع باران $=40\,mm=4\times10^{-2}\,m$

مساحت زمین $=2500\,km^2=2500\times(10^3\,m)^2=2/5\times10^9\,m^2$

حجم باران: $V=2/5\times10^9\times4\times10^{-2}=10^8\,m^3$

از طرفی طبق رابطهٔ محاسبهٔ چگالی داریم: جرم باران: $m=\rho V=10^3\times10^8=10^{11}\,kg$

۵۰ **۲** برای پاسخ دادن به این سؤال، ابتدا جرم مایع را به‌دست می‌آوریم:

جرم مایع: $m=$ جرم ظرف حاوی مایع $-$ جرم ظرف خالی $=240-150=90\,gr$

حال برای به‌دست آوردن چگالی مایع کافی است از رابطهٔ $\rho=\frac{m}{V}$ استفاده کنیم:

$$\begin{cases} m=90\,gr \\ V=75\,cm^3 \end{cases} \Rightarrow \rho=\frac{90}{75}=1/2\,gr/cm^3$$