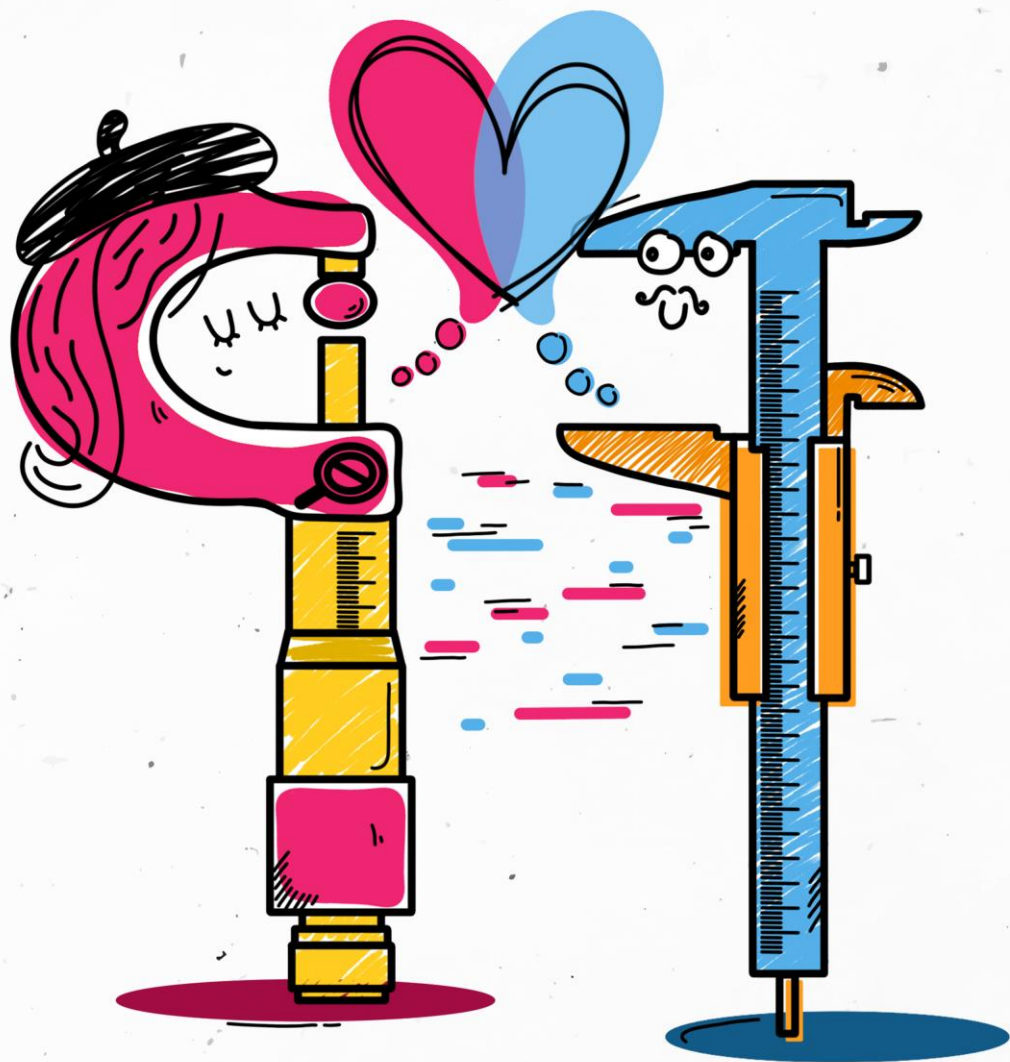




۴۴

فصل اول

فیزیک و اندازه گیری



فیزیک: دانش بنیادی

فیزیکدانان پدیده‌هایی را با اندازه‌های خیلی کوچک مانند اتم‌ها بررسی می‌کنند. خیلی بزرگ مانند کهکشان‌ها



کارهای فیزیکدانان

مشاهده ← یافتن الگو و نظم میان پدیده‌ها



ارائه مدل و نظریه فیزیکی ← توصیف و توضیح پدیده‌ها



آزمایش ← مورد آزمون قرار دادن قوانین، مدل‌ها و نظریه‌ها



آزمایش و مشاهده
تفکر نقادانه اندیشه‌ورزی
بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم نقش ایفا می‌کند.

۳ جمله مهم کتاب

مدل‌ها فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است با توجه به نتایج آزمایش‌های جدید مورد بازنگری قرار گیرند و فیزیک علمی تجربی است. جایگزینی

ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه ضعف دانش فیزیکی است. درست □ نادرست □

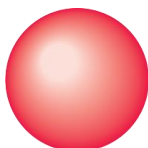


در چه صورت یک مدل یا نظریه فیزیکی بازنگری می‌شود؟



تغییر مدل اتمی در طول زمان:

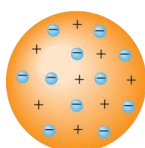
توپ بیلپارد



جان دالتون



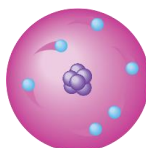
کیک کشمشی



ژوزف تامسون



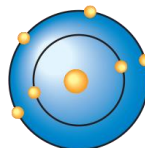
هسته‌ای



ارنست رادرفورد



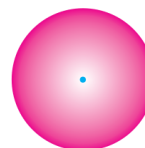
سیاره‌ای



نیلز بور



ابر الکترونی



اروین شرودینگر





چند مورد از جملات زیر در مورد ۵ مدل اتمی فوق درست هستند؟

(تألیفی مدرس)

الف) در سه مدل اتمی هسته دیده می‌شود.

ب) در سه مدل اتمی ذره‌ی بنیادی دارای بار مثبت دیده می‌شود.

پ) در سه مدل اتمی ذره‌ی بنیادی دارای بار منفی دیده می‌شود.

ت) در تمام مدل‌های اتمی فوق، اتم به شکل کره است.

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

مدل‌سازی در فیزیک

بررسی و تحلیل پدیده‌هایی مانند پرتاب توپ، افتادن برگ درخت، تشکیل رنگین‌کمان، آذرخش و ... معمولاً با پیچیدگی‌هایی همراه است. درست □ نادرست □

چيست؟ فرایندی که در آن یک پدیده فیزیکی ساده‌تر و آرمانی‌تر می‌شود.

چرا؟ تا امکان بررسی و تحلیل آن پدیده فراهم شود.

چگونه؟ با نادیده گرفتن اثرهای جزئی‌تر (نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده)

مدل‌سازی

مدل‌سازی توپ

۱- توپ یک کره کامل نیست (درز و برجستگی دارد) ← از اندازه و شکل توپ صرف نظر می‌کنیم و آن را یک ذره یا جسم نقطه‌ای در نظر می‌گیریم.

۲- توپ به دور خود می‌چرخد ← از حرکت چرخشی صرف نظر می‌کنیم.

۳- نیروی باد و مقاومت هوا بر توپ اثر می‌گذارد ← فرض می‌کنیم توپ در خلأ حرکت می‌کند و از این نیروها صرف نظر می‌کنیم.

۴- وزن توپ با تغییر فاصله از مرکز زمین تغییر می‌کند ← وزن آن را ثابت فرض می‌کنیم.

مدل‌سازی هل دادن جسم نسبتاً بزرگ

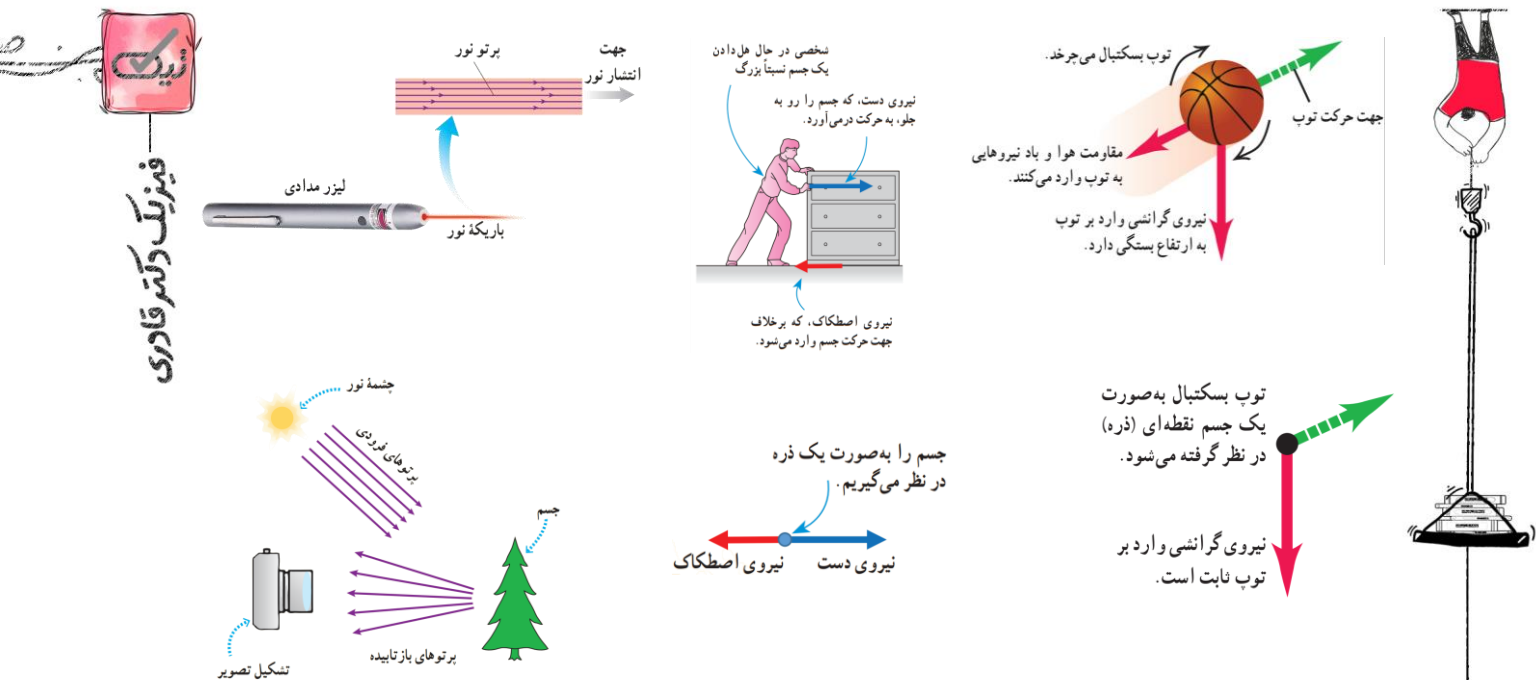
۱- از ابعاد جسم صرف نظر می‌کنیم و آن را به صورت نقطه در نظر می‌گیریم.

۲- از نیروهای مقاومت هوا صرف نظر می‌کنیم.

مدل‌سازی لیزر و پرتوهای خورشید

۱- امواج الکترومغناطیسی به صورت یک خط مستقیم نشان داده می‌شود.

۲- پرتوهای نور فرودی خورشید و نور لیزر به صورت کاملاً موازی در نظر گرفته می‌شوند.



علم مکانیک به بررسی حرکت اجسام $\frac{\text{نیروهای وارده به اجسام}}{\text{حرکت اجسام}}$ می‌پردازد.



در پرتاب توپ می‌توان از تغییر وزن صرف‌نظر کرد اما از خود وزن و نیروی گرانش صرف‌نظر نمی‌کنیم.



یک بازیکن والیبال با ضربه‌ای آرام به توپ، آن را به سمت زمین حریف ارسال می‌کند. در بررسی حرکت

توپ، کدامیک از گزینه‌های زیر را نمی‌توان در مدل‌سازی این پدیده نادیده گرفت؟ (گزینه دو)

- (۱) مقاومت هوا (۲) اندازه و شکل توپ (۳) نیروی جاذبه زمین (۴) چرخش توپ



در سقوط برگ درخت، کاغذ و چتر باز، نیروی مقاومت هوا جزئی نیست و نمی‌توان از آن صرف‌نظر کرد.



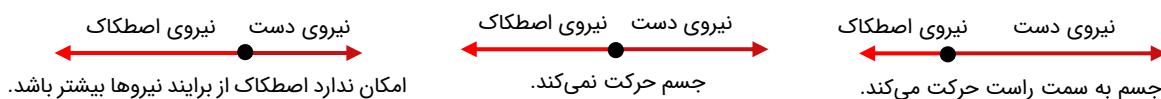
کدام گزینه نادرست است؟ (گاج)

- (۱) در مدل‌سازی پرتاب کردن توپ می‌توان از نیروی مقاومت هوا و اصطکاک در مقابل نیروی وزن صرف‌نظر کرد.
 (۲) در مدل‌سازی نور لیزر مدادی می‌توان باریکه نور لیزر را شامل پرتوهای موازی در نظر گرفت.
 (۳) در مدل‌سازی حرکت سیارات به دور خورشید، آن‌ها را ذره‌ای فرض می‌کنیم.
 (۴) در مدل‌سازی سقوط برگ درخت در هوا می‌توان از نیروی مقاومت هوا صرف‌نظر کرد.





جهت نیروی وزن همواره به سمت کره زمین است. جهت نیروی مقاومت هوا همواره در خلاف جهت حرکت متحرک است. جهت نیروی اصطکاک غالباً در خلاف جهت حرکت جسم است (در قدم زدن انسان و حرکت ماشین اصطکاک در جهت حرکت است).



مطابق شکل زیر، شخصی در حال هل دادن یک جسم بزرگ روی سطح دارای اصطکاک است. اگر جسم در جای خود ثابت بماند، کدام گزینه مورد مدل‌سازی این تصویر درست است؟ (نردبام خیلی سبز)



(۱) چون جسم نسبتاً بزرگ است، آن را نمی‌توان به صورت ذره در نظر گرفت.

(۲) می‌توان از نیروی اصطکاک صرف‌نظر کرد.

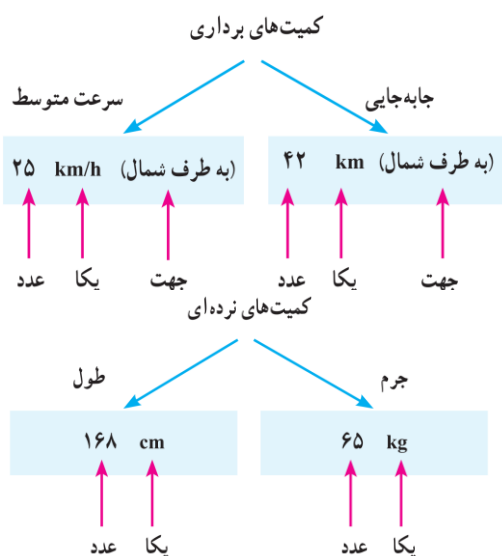
(۳) شکل مدل‌سازی شده‌ی آن به صورت می‌باشد.

(۴) هر سه گزینه‌ی بالا درست هستند.

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

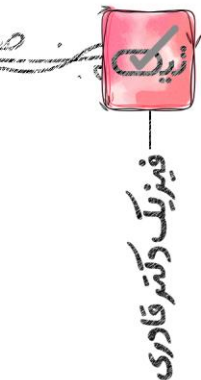
طول این درخت ۲۰ متر است، یعنی $L = 20m$ ← برای بیان برخی کمیت‌ها، تنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود = کمیت نرده‌ای

نیروی وارد بر جعبه ۱۵ نیوتن و جهت آن رو به شمال است، یعنی $\vec{F} = 15N$ ← برای بیان برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی، افزون بر یک عدد و یکای مناسب، لازم است به جهت آن نیز اشاره کنیم = کمیت برداری



کمیت‌ها	
نرده‌ای	برداری
سایر کمیت‌ها غیر از برداری‌ها	مکان (جاب‌جایی) m
	سرعت m/s
	شتاب m/s^2
	تکانه $kg \cdot m/s$
	نیرو N
	میدان الکتریکی $kg \cdot m/s^2 \cdot C$
	میدان مغناطیسی T





۱- طول و مسافت نرده‌ای هستند، اما جابه‌جایی برداری است.

۲- تندی نرده‌ای است اما سرعت برداری است.

۳- وزن، اصطکاک، مقاومت هوا و ... همگی نیرو هستند و کمیت برداری محسوب می‌شوند.

نکات دام‌دار

❖ برای بیان نیرو، اگر از F استفاده می‌کنیم، بیان $\frac{\text{عدد}}{\text{یکا}}$ کافی است و اگر از $\vec{F}$ استفاده کنیم، باید جهت نیز ذکر شود. (علامت پیکان ذکر جهت را نیز لازم می‌کند)

قانون عدد: چون یکا بعد از عدد ذکر می‌شود، برای افتراق سریع یکا و کمیت باید بدانید پیش از یکا می‌توان عدد قرار داد و معنادار می‌شود.



چند مورد از موارد زیر، یکا است؟
مول - دما - متر - جرم - آمپر - نیرو - فشار - ژول - ثانیه - سرعت

تست در کدام یک از موارد زیر تمام کمیت‌ها برداری هستند؟ (مدارس برتر)

(۱) فشار - انرژی جنبشی - شتاب

(۲) میدان الکتریکی - نیروی گرانش - شار مغناطیسی

(۳) میدان مغناطیسی - جابه‌جایی - جریان الکتریکی

(۴) میدان الکتریکی - وزن - جابه‌جایی

اندازه‌گیری و دستگاه‌های بین‌المللی یکا

۱- تغییر نکند.

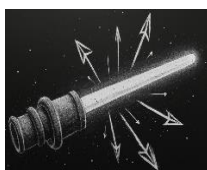
۲- در دسترس باشد.

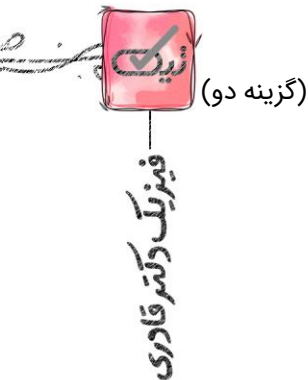
۳- قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.

۳ ویژگی یکا

❖ در سال ۱۹۷۱ میلادی، مجمع عمومی اوزان و یکاها، هفت کمیت زیر را به عنوان کمیت اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهند و یکاهای دیگر برحسب یکاهای اصلی زیر بیان می‌شوند.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها	کمیت	طول	جرم	زمان	دما	مقدار ماده	جریان الکتریکی	شدت روشنایی
نام یکا	متر	کیلوگرم	ثانیه	کلوین	مول	آمپر	کندلا (شمع)	
نماد یکا	m	kg	s	K	mol	A	cd	





در کدام گزینه همه کمیت‌ها دارای یکای فرعی هستند؟

- (۱) توان - گرمای ویژه - آهنگ جریان شاره
(۲) تندی - وزن - طول
(۳) گرمای ویژه - جرم - سرعت
(۴) مقدار ماده - طول - دما



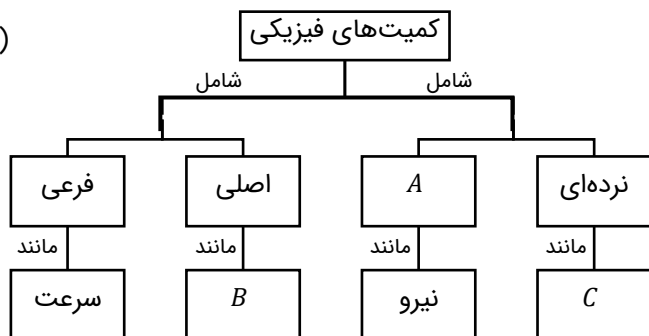
در کدام گزینه تمام کمیت‌های مطرح‌شده جزو کمیت‌های اصلی هستند و یکای آن‌ها در SI نیز به‌درستی بیان شده است؟

- (۱) طول (یکا: متر)، جریان الکتریکی (یکا: آمپر)، انرژی (یکا: ژول)
(۲) شدت روشنایی (یکا: کندلا)، دما (یکا: سلسیوس)، زمان (یکا: ثانیه)
(۳) جرم (یکا: کیلوگرم)، زمان (یکا: ثانیه)، نیرو (یکا: نیوتون)
(۴) مقدار ماده (یکا: مول)، شدت روشنایی (یکا: کندلا)، جرم (یکا: کیلوگرم)



در طرح‌واژه مقابل، موارد A، B و C، به‌ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه می‌توانند صحیح باشند؟

(ماز)



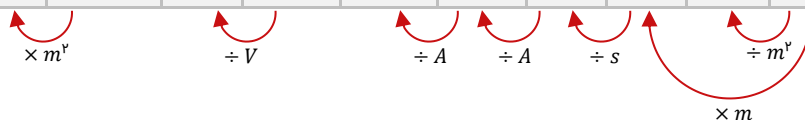
- (۱) اسکالر - زمان - شتاب
(۲) اسکالر - شدت جریان الکتریکی - فشار
(۳) برداری - زمان - فشار
(۴) برداری - شدت جریان الکتریکی - شتاب



یکای کمیت‌های فرعی به صورت مستقل بیان نمی‌شوند بلکه برحسب روابطی از یکاهای اصلی بیان می‌شوند؛ مثلاً سرعت یکای مستقل ندارد و یکای فرعی آن m/s است. برای ۱۲ کمیت فرعی نام‌های مخصوصی را از اسم دانشمندان انتخاب کرده‌اند تا ضمن احترام به این دانشمندان، گفتار و نوشتار نیز ساده‌تر گردد. برای این ۱۲ کمیت علاوه بر یکای فرعی، باید یکای SI که همان اسم دانشمندان است را نیز بلد باشید.



کمیت یکا	نیرو	فشار	انرژی	توان	اختلاف پتانسیل	مقاومت الکتریکی	بار الکتریکی	ظرفیت	میدان مغناطیسی	شار مغناطیسی	ضریب خودالقایی	بسامد
SI	N نیوتن	Pa پاسکال	J ژول	W وات	V ولت	Ω اوم	C کولن	F فاراد	T تسلا	Wb وبر	H هنری	Hz هرتز
فرعی	$\frac{kg \cdot m}{s^2}$	$\frac{kg}{ms^2}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^3}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot A}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A^2}$	$A \cdot s$	$\frac{s^2 \cdot A^2}{kg \cdot m^2}$	$\frac{kg}{s^2 \cdot A}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot A}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot A^2}$	$\frac{1}{s}$



(گاج)

یکای فرعی کمیت نیرو کدام است؟



(۴) $\frac{\text{متر} \times \text{کیلوگرم}}{\text{مربع ثانیه}}$

(۳) $\frac{\text{ثانیه} \times \text{متر}}{\text{کیلوگرم}}$

(۲) $\frac{\text{مترمربع} \times \text{کیلوگرم}}{\text{ثانیه}}$

(۱) نیوتون

(کنکور سراسری تجربی داخل ۱۴۰۱)

یکای فرعی کدام کمیت، $\frac{kg}{A \cdot s^2}$ است؟



(۴) نیروی محرکه القایی

(۳) میدان الکتریکی

(۲) شار مغناطیسی

(۱) میدان مغناطیسی

(ماز)

یکای ظرفیت خازن (فاراد) برحسب یکاهای اصلی کدام گزینه است؟



(۴) $\frac{A^2 \times s^2}{kg \times m^2}$

(۳) $\frac{A^2 \times s^2}{kg \times m^2}$

(۲) $\frac{A^2 \times s^2}{kg \times m^2}$

(۱) $\frac{A^2 \times s^2}{kg \times m^2}$

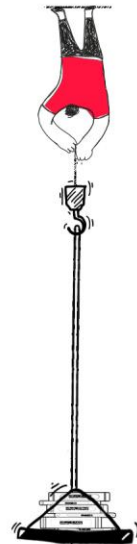


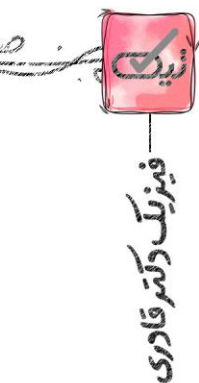


جز ۷ کمیت اصلی و ۱۲ کمیت فرعی که یکای SI به اسم دانشمندان دارند، در تمام کتب فیزیک دبیرستان ۲۴ کمیت دیگر وجود دارد که در جدول زیر می بینید.

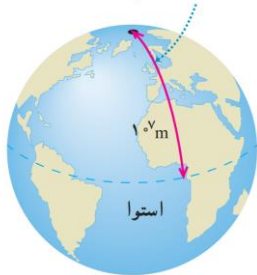
یکای	کمیت
$kg.m^3/A^2.s^3$	مقاومت ویژه ρ
$kg.m^2/A.s^3$	نیروی محرکه الکتریکی $\mathcal{E}$
$kg.m/A^2.s^2$	تراوایی مغناطیسی خلاء μ_0
m/s^2	شتاب a
kg/s^2	ثابت فنر k
$kg.m/s$	تکانه p
$m^3/kg.s^2$	ثابت گرانش عمومی G
rad/s	بسامد زاویه‌ای ω
m	دامنه A و طول موج λ
kg/m	چگالی خطی μ
kg/s^3	شدت صوت
$kg.m^2/s$	ثابت پلانک h

یکای	کمیت
kg/m^3	چگالی ρ
m^3/s	آهنگ شارش شاره
m	مسافت d و جابجایی Δx
m/s	سرعت v و تندی S
$1/k$	ضریب‌های انبساط α و β
$kg.m^2/s^2.K$	ظرفیت گرمایی C
$m^2/s^2.K$	ظرفیت گرمایی ویژه c
m^2/s^2	گرمای نهان ذوب L_f
m^2/s^2	گرمای نهان تبخیر L_v
$kg.m^3/A^2.s^3$	ثابت کولن k
$A^2.s^3/kg.m^3$	ضریب گذردهی الکتریکی خلاء ϵ_0
$kg.m/A.s^3$	میدان الکتریکی E





متر در آغاز به صورت
یک ده میلیونیم این فاصله تعریف شد



طول: در اواخر قرن هجدهم $10^{-7} = \frac{1}{10000000}$ برابر فاصله‌ی استوا تا قطب شمال بود، یعنی این فاصله ۱۰ میلیون متر است. تا سال ۱۹۶۰ فاصله‌ی دو خط بر روی میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم در دمای $\frac{۲۷۳}{۲۷۳}$ کلین تعریف شد و در نهایت در سال ۱۹۸۳ به عنوان مسافتی تعیین شد که نور در $\frac{1}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ یا همان $\frac{1}{۳۰۰۰۰۰۰۰۰}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند.

❖ یکاهای قدیمی طول در ایران: ذرع و فرسنگ

❖ یکای نجومی ($Au = 1.5 \times 10^{11} m$) میانگین فاصله زمین تا خورشید $\frac{\text{خورشید}}{\text{ماه}}$ است و سال نوری

(Ly) یکای $\frac{\text{زمان}}{\text{طول}}$ است که برابر $10^8 m \times 3 \times 86400 \times 365$ می‌باشد. اختروش‌ها دورترین اجرام شناخته شده از منظومه شمسی هستند.

❖ هر میکرون برابر 10^{-6} متر است.

جرم: یکای آن به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است که در دو حباب شیشه‌ای در موزه سور فرانسه نگهداری می‌شود و نمونه کاملاً مشابه برای کشورهای دیگر ارسال شده است.

زمان: یکای زمان ابتدا $\frac{1}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد و اکنون برحسب ساعت‌های اتمی تعریف می‌شود.

تعریف ۳ کمیت	طول	۱- ابتدا 10^{-7} برابر فاصله استوا تا قطب شمال ۲- سپس فاصله‌ی دو خط بر روی آلیاژ ایریدیوم و پلاتین در دمای صفر سلسیوس ۳- سپس مسافتی که نور در مدت زمان $\frac{1}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند.
	جرم	جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم
	زمان	۱- ابتدا $\frac{1}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز ۲- سپس بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی

✓ **تست** چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد یکاهای طول، جرم و زمان درست هستند؟ (گاج)

- (الف) یک متر برابر با مسافتی است که نور در مدت زمان ثابت و معینی در خلأ طی می‌کند.
(ب) سال نوری از یکاهای زمان است.
(ج) یکای نجومی برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است.
(د) یکای جرم به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است.
(هـ) یکای زمان، ثانیه (s) به صورت $\frac{1}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شود.
- ۵ (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴)

تبدیل یکاها

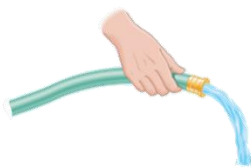
برای تبدیل یک واحد به یک واحد دیگر، از روش کسرهای پشت سر هم استفاده می‌کنیم. کافیت واحدی که می‌خواهیم حذف کنیم را در طرف مقابل قرار دهیم و معادل آن را در سمت دیگر کسر بنویسیم. برای مثال برای تبدیل

$$\frac{m}{s} \text{ به } \frac{km}{h} \text{ مطابق روبه‌رو عمل می‌کنیم: } \frac{m}{s} \times \frac{1km}{1000m} \times \frac{3600s}{1h}$$



تمرین

در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شیلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنگ $125 \text{ cm}^3/\text{s}$ خارج می‌شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره‌ای، برحسب یکای لیتر بر دقیقه (L/min) بنویسید. (هر لیتر معادل ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است.) (کتاب درسی)



فیزیک دکترا قادی

پاسوال

الف) هر میکروقرن، تقریباً چند دقیقه است؟

(کتاب درسی)

ب) یک میلیارد ثانیه دیگر، تقریباً چند سال پیرتر می‌شوید؟

پاسوال

سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هسپروئوکا است که در مدت ۱۴ روز، $3/7$ متر رشد می‌کند (شکل روبه‌رو). آهنگ رشد این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟ (کتاب درسی)



سوال؟

دستگاه بریتانیایی یکاها، دستگاهی است که در برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلستان استفاده می‌شود. یکای اصلی طول در این دستگاه پا (فُوت) و یکای کوچک‌تر آن اینچ است به‌طوری که $1\text{ft} = 12\text{in}$ است. ارتفاع هواپیمایی را که در فاصله ۳۰۰۰۰ پا از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است برحسب متر به‌دست آورید. هر اینچ $2/54$ سانتی‌متر است. (کتاب درسی)

سوال؟



قدیمی‌ترین سنگ‌نوشته حقوق بشر که تاکنون یافت شده است به حدود ۲۵۵۰ سال پیش باز می‌گردد که به فرمان کورش، پادشاه ایران در دوره هخامنشیان نوشته شده است. این مدت برحسب ثانیه چقدر است؟ (کتاب درسی)

تست

جرم یک انگشتر جواهر ۹۵ قیراط است. جرم این انگشتر چند واحد SI است؟ (هر قیراط ۲۰۰ میلی‌گرم مدارس برتر)

(۴) $4/75 \times 10^{-4}$

(۳) $4/75 \times 10^{-1}$

(۲) $1/9 \times 10^{-4}$

(۱) $1/9 \times 10^{-2}$

تست

ذرع از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است، هر ذرع 10^4 سانتی‌متر است. 520km چند ذرع (مدارس برتر)

(۴) 5×10^3

(۳) 5×10^4

(۲) 5×10^5

(۱) 5×10^6



فیزیک دکترا قادی



یک «خروار» برابر ۱۰۰ «من تبریز» و هر «من تبریز» معادل ۴۰ «سیر» است. باری از گندم به جرم ۱۰ خروار، چند سیر است؟

(گزینه دو)

۴۰۰۰۰ (۴)

۴۰۰۰ (۳)

۱۰۰۰۰ (۲)

۱۰۰۰ (۱)



اتومبیلی با تندی $۷۲ \frac{\text{mile}}{\text{h}}$ (مایل بر ساعت) در حرکت است. تندی این اتومبیل چند متر بر ثانیه است؟

(گزینه دو)

۱۱۶ (۴)

۳۲٫۲ (۳)

۱۱٫۶ (۲)

۳٫۲۲ (۱)

($۱ \text{ mile} = ۱٫۶۱ \text{ km}$)

سزگاری یگاها

اگر $A = B \cdot C + \frac{D}{E} - F$ باشد، یکای A و $B \times C$ و $\frac{D}{E}$ و F یکسان است.



حاصل کدامیک از عبارت‌های زیر، در فیزیک هرگز قابل محاسبه نیست؟

(لرنتو)

$۴۴(\text{cm}^3) + ۳(\text{cm})$ (۲)

$۵(\text{m/s}) \times ۳٫۷(\text{s})$ (۱)

$۸۲(\text{atm}) - ۲۲(\text{Pa})$ (۴)

$۱۰(\text{g/L}) \div ۵(\text{cm}^3)$ (۳)



در تساوی فیزیکی $AB = CD$ ، کمیت‌های A ، C و D به‌ترتیب از جنس فشار، نیرو و جابه‌جایی هستند.

(خیلی سبز)

توان (۴)

انرژی (۳)

حجم (۲)

مساحت (۱)





فیزیک دکترا قادی



اگر عبارت $A = (B \times C) + D$ از نظر فیزیکی درست باشد و همه یکاها در SI باشند، چند مورد از عبارت‌های زیر الزاماً صحیح است؟

(الف) یکای کمیت‌های B و C و D یکسان است.

(ب) یکای کمیت‌های B و C یکسان است.

(پ) یکای کمیت $(B \times C)$ با یکای کمیت D یکسان است.

(ت) یکای کمیت A با یکای کمیت D یکسان است.

(ث) یکای کمیت A با یکای کمیت $(B \times C)$ یکسان است.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

پیشوندهای یکاها

پیشوند	یوتا	زتا	اِگزا	پتا	ترا	گیگا	مِگا	کیلو	هکتو	دِکا
نماد	Y	Z	E	P	T	G	M	k	h	da
ضریب	10^{24}	10^{21}	10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1

پیشوند	دسی	سانتی	میلی	میکرو	نانو	پیکو	فمتو	آتو	زپتو	یوکتو
نماد	d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
ضریب	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}

به تساوی $۳۶۵ \text{ روز} = ۱ \text{ سال}$ توجه کنید. واحد سال از واحد روز بزرگ‌تر است اما برعکس عدد جلوی روز (۳۶۵) بزرگ‌تر از عدد جلوی سال است. پس می‌توان نتیجه گرفت وقتی یکا بزرگ‌تر می‌شود عدد کوچک‌تر می‌شود و برعکس وقتی یکا کوچک می‌شود عدد بزرگ‌تر می‌شود. یک مثال دیگر $۶۰۰۰۰ \text{ تومان} = ۱ \text{ دلار}$ است که وقتی دلار را به تومان تبدیل می‌کنیم ارزش یکا کوچک‌تر می‌شود اما عدد بزرگ‌تر می‌شود.

یکای بزرگ‌تر ← عدد کوچک‌تر

تبدیل یکا

یکای کوچک‌تر ← عدد بزرگ‌تر



وقتی واحد به توان ۲ می‌رسد، ضریب تبدیل هم به توان ۲ می‌رسد و وقتی واحد به توان ۳ می‌رسد، ضریب تبدیل هم به توان ۳ می‌رسد.



(لرنیتو)

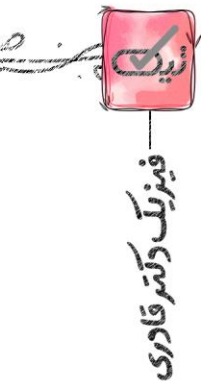
مقدار $۰/۰۴۵ dm^3$ معادل چند mm^3 است؟

۴۵ (۴)

۰/۴۵ (۳)

۴۵۰ (۲)

۴/۵ (۱)



(مدارس البرز)

پ) $40\mu s = 4 \times 10^{-4} ms$

۳ (۴)

ب) $2,5 \times 10^{-7} mm^3 = 250\mu m^3$

۲ (۳)

الف) $380cm^3 = 0,38dm^3$

۱ (۲)

۱) صفر



چه تعداد از تبدیل یكاهای زیر درست است؟



(گاج)

۲) $4,4 \times 10^{-3} m > 0,44mm$

۴) $3,2 \times 10^{-1} s > 1,04 \times 10^2 ms$

۱) $3,02mg < 4 \times 10^{-3} g$

۳) $3,04cm < 0,4 \times 10^{-6} km$



کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟



(تألیفی لرنیتو)

ب) $0,05 \frac{dm}{s} = 5 \times 10^{-4} \frac{m}{ds}$

د) $1000 \frac{gm^2}{s^2} = 1J$

۱ (۴)

۴ (۳)

الف) $20\mu m^2 = 20 \times 10^{-8} cm^2$

ج) $20ton = 2 \times 10^{10} mg$

۳ (۲)

۲ (۱)



چه تعداد از تبدیل یكاهای زیر صحیح است؟

نمادگذاری علمی

هدف از نمادگذاری علمی کاهش دشواری در خواندن و نوشتن و کاهش احتمال اشتباه در عددهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک است.

به عدد ۵۴۳۰۰ توجه کنید، این عدد به صورت‌های زیر هم نوشته می‌شود:

54300×10^0 یا 54300×10^1 یا 54300×10^2 یا 54300×10^3 یا 54300×10^4 یا 54300×10^5

به فرمی از عدد که فقط یک رقم (غیر صفر) در سمت چپ ممیز دارد، نمادگذاری علمی می‌گویند.



مثال

مقدار بار الکتریکی الکترون $1.6 \times 10^{-19} \mu C$ است. مقدار این بار را برحسب کولن و با نمادگذاری علمی بنویسید.

تست

کدام گزینه جرم یک زنورعسل ($0.00015 kg$) را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می کند؟ (کتاب درسی)

(۴) $15 \times 10^{-5} kg$

(۳) $1.5 \times 10^{-5} kg$

(۲) $1.5 \times 10^{-4} kg$

(۱) $0.15 \times 10^{-3} kg$

تمرین

۵ عدد زیر را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید:

$0.00001 =$

$0.00311 =$

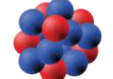
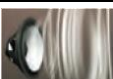
$43700 =$

$430 \times 10^7 =$

$0.096 \times 10^{-6} =$

تمرین

باتوجه به پیشوندهای یکاهای SI و نمادگذاری علمی جدول زیر را کامل کنید. (کتاب درسی)

	قطر میانگین یک گویچه (گلبول) قرمز	$7.0 \times 10^{-6} m$	mm	 μm
	قطر هسته اتم اورانیوم	$1.17 \times 10^{-14} m$	pm	fm
	جرم یک گیره کاغذ	$1.0 \times 10^{-4} kg$	g	mg
	زمانی که نور مسافت 0.3 متر را در هوا طی می کند.	$1.0 \times 10^{-9} s$	 μs	ns
	زمانی که صوت مسافت 0.35 متر را در هوا طی می کند.	$1.0 \times 10^{-3} s$	ms	 μs

تست

جرم یک زنورعسل $0.00015 kg$ است. اگر جرم این زنور برحسب میکروگرم و نمادگذاری علمی به صورت قلمچی) بیان شود، حاصل $a + b$ کدام است؟

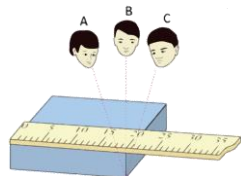
(۴) 3.5

(۳) -6.5

(۲) -3.5

(۱) 6.5

اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری



۱- انجام اندازه‌گیری صحیح (مهارت شخص آزمایشگر)

عوامل مؤثر بر افزایش دقت اندازه‌گیری

۲- افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری

حذف داده‌های پرت و سپس میانگین گرفتن

مدرج: دقت = کمینه درجه‌بندی

۳- انتخاب وسیله‌های دقیق

رقمی یا دیجیتال: دقت = یک واحد از آخرین رقم



دقت: 1cm



دقت: 1mm



دقت: 0.5cm



دقت: 0.001mm



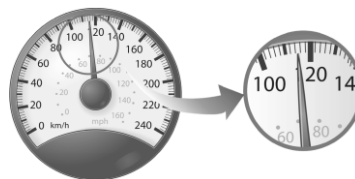
دقت: 0.01mm



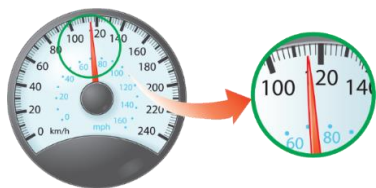
دقت: 0.1°C



دقت: 1°C



دقت: 2 km/h یا 10mph



سوال؟

شکل روبه‌رو، صفحه تندیسنج یک خودرو را نشان می‌دهد. دقت این تندیسنج چقدر است؟ (کتاب درسی)

ثبت ✓

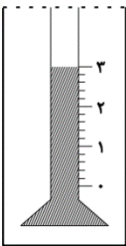
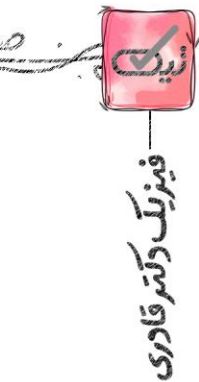
کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی نادرست است؟ (گزینه دو)

- ۱) با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش اندازه‌گیری درست، می‌توان خطای اندازه‌گیری را به صفر رساند.
- ۲) یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت شخص آزمایشگر است.
- ۳) برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن را چندبار تکرار می‌کنند.
- ۴) دقت اندازه‌گیری در وسایل اندازه‌گیری رقمی (دیجیتال) برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که آن وسیله می‌خواند.

ثبت ✓

کدام گزینه درست است؟ (گزینه دو)

- ۱) اختلاف منظر در خواندن نتیجه اندازه‌گیری در یک ابزار اندازه‌گیری مدرج، تأثیری در دقت اندازه‌گیری ندارد.
- ۲) وقتی اندازه‌گیری یک کمیت را تکرار می‌کنیم، برای گزارش نتیجه نهایی همیشه کمترین و بیشترین عدد را حذف می‌کنیم.
- ۳) دقت اندازه‌گیری خط‌کشی که تا میلی‌متر مدرج شده، ۱ میلی‌متر است.
- ۴) دقت اندازه‌گیری در ابزارهای رقمی (دیجیتال) برابر آخرین رقمی است که آن ابزار نشان می‌دهد.



در شکل زیر، دقت اندازه‌گیری دماسنج مدرج چند برابر دقت اندازه‌گیری (تک درس)



دماسنج دیجیتال است؟

(۲) ۵۰۰

(۱) ۲۰

(۴) ۵۰

(۳) ۲۰۰



شکل روبه‌رو یک فشارسنج هوا را نشان می‌دهد. دقت این وسیله اندازه‌گیری چند



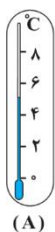
کیلوپاسکال است؟ ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$) (یکای از یکاهای فرعی فشار است که $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$) (گزینه دو)

(۴) ۰.۰۲

(۳) ۱

(۲) ۰.۲

(۱) ۲



(A)



(B)



(C)

(گاج)

کدام یک از دماسنج‌های زیر دقت بیشتری دارند؟



(۱) A

(۲) B

(۳) C

(۴) دقت اندازه‌گیری دماسنج‌های B و C برابر و بیشتر از دماسنج A است.



(الف)



(ب)

وسيله‌های نشان داده‌شده در شکل‌های «الف» و «ب»



به‌ترتیب و هستند و دقت ریزسنج، میکرومتر است.

(۱) ریزسنج، کولیس، ۱ (۲) کولیس، ریزسنج، ۱۰ (۳) ریزسنج، کولیس، 10^{-3} (۴) کولیس، ریزسنج، 10^{-2}

در آزمایشی، طول یک جسم چندین بار اندازه‌گیری شده و مقادیرهای ۲۱/۱، ۲۸/۲، ۱۹/۶، ۲۰/۲، ۱۳/۲ و ۲۰/۷



برحسب میلی‌متر ثبت شده است. نتیجه اندازه‌گیری‌ای که باید گزارش شود، به‌صورت نمادگذاری علمی در SI کدام است؟

(۴) $2.04 \times 10^{-2} \text{ m}$

(۳) $2.04 \times 10^{-1} \text{ m}$

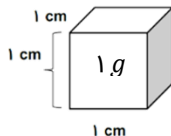
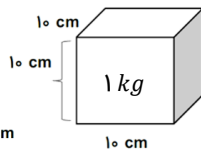
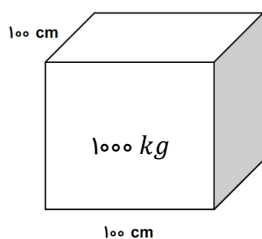
(۲) 20.4 m

(۱) $2.04 \times 10^{-3} \text{ m}$





تعریف: جرم حجمی یا نسبت جرم به حجم که از فرمول $\rho = \frac{m}{V}$ به دست می آید.



نوع کمیت: فرعی و نرده ای

چگالی

$$\frac{kg}{m^3} \leftarrow SI$$

یکاهای

$$1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{kg}{L} = 1000 \frac{g}{L} = 1000 \frac{kg}{m^3} \quad \frac{g}{cm^3} \text{ و } \frac{kg}{L} \text{ و } \frac{g}{L} \leftarrow \text{سایر یکاهای}$$



تمرین

جاهای خالی را پر کنید:

$$7/8 \frac{g}{cm^3} = \frac{g}{L}$$

$$\frac{g}{L}$$

$$3 \frac{kg}{L} = \frac{g}{cm^3}$$

$$800 \frac{kg}{m^3} = \frac{kg}{L}$$

$$\frac{kg}{L}$$

$$1200 \frac{g}{L} = \frac{kg}{m^3}$$



تمرین

چگالی آب چند گرم بر میلی متر مکعب است؟



تمرین

جرم فلزی ۴۵۰ گرم و حجم آن 180 cm^3 است. چگالی این فلز بر حسب واحدهای زیر کدام است؟

$$\frac{g}{cm^3} =$$

$$\frac{g}{L} =$$

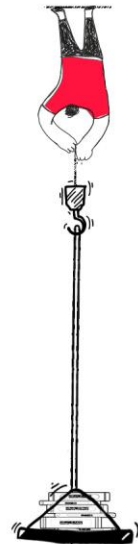
$$\frac{kg}{L} =$$

$$\frac{kg}{m^3} =$$

$$\frac{g}{mm^3} =$$

مثال

فلز آسمیم ($\rho = 22/5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) یکی از چگال ترین مواد یافت شده روی زمین است. جرم قطعه ای از این ماده به حجم $23/0 \text{ cm}^3$ ، چند کیلوگرم است؟ (کتاب درسی)



حجم خون در گردش یک فرد بالغ باتوجه به جرمش، می‌تواند بین $4/70L$ تا $5/50L$ باشد. جرم $4/70L$ خون چند کیلوگرم است؟ چگالی خون را $1/05g/cm^3$ بگیرید.

حجم مکعب a^3 ، حجم کره $\frac{4}{3}\pi r^3$ ، حجم استوانه $\pi r^2 h$ و حجم مخروط $\frac{1}{3}\pi r^2 h$ است.

حجم پوسته‌ی کروی با شعاع داخلی r و شعاع بیرونی R برابر $\frac{4}{3}\pi(R^3 - r^3)$ است.

اگر گلوله‌ای را در مایعی بندازیم تا کامل در آن فرو رود $\leftarrow$ حجم ظاهری گلوله = حجم مایع بالا آمده

اگر در جسمی حجم ماده به کار رفته V و حجم ظاهری V' باشد، حجم حفره‌ی موجود از رابطه‌ی $V' - V$ محاسبه می‌شود.

محاسبات حجم

چگالی شیر خام تحویلی در کارخانه‌های شیر و لبنیات باید در دمای $15^\circ C$ درجه سلسیوس بین 1029 تا 1032 کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

چگالی بنزین $680 \frac{g}{L}$ است $\leftarrow$ آب برای خاموش کردن بنزین شعله‌ور مناسب نیست.

چگالی خون $1050 \frac{g}{L}$ است.

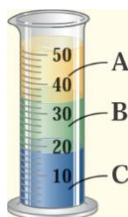
فلز اسمیم با چگالی $22500 \frac{kg}{m^3}$ یکی از چگال‌ترین مواد یافت شده روی زمین است.

چگالی ستاره‌های کوتوله سفید در حدود $100,000,000 \frac{kg}{m^3}$ است.

جرم پرتقال با پوست < پرتقال بدون پوست / چگالی پرتقال با پوست > پرتقال بدون پوست

مثال‌های چگالی در کتاب

پاسوال؟



سه مایع مخلوط‌نشده‌ی A ، B و C که چگالی‌های متفاوتی دارند درون استوانه‌ای شیشه‌ای ریخته شده‌اند. این سه مایع عبارت‌اند از: جیوه (با چگالی $13/6 \times 10^3 kg/m^3$)، روغن زیتون (با چگالی $9/20 \times 10^2 kg/m^3$) و آب (با چگالی $1/00 \times 10^3 kg/m^3$) است. جنس هر یک از مایع‌های A ، B و C درون استوانه را مشخص کنید. (کتاب درسی)



تیپ ۱: جایگذاری

تست ☒

جرم یک ظرف شیشه‌ای با گنجایش یک لیتر، ۲۶۰ گرم است. این ظرف را با مایعی پر می‌کنیم. در این حالت جرم ظرف و مایع داخل آن ۱۱۶۰ گرم می‌شود. چگالی این مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (گزینه دو)

۲/۶ (۴)

۱/۴۲ (۳)

۱/۱۶ (۲)

۰/۹ (۱)

تست ☒

چگالی نیم‌کره‌ای همگن به جرم 8 kg و به شعاع 10 cm ، چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ ($\pi \approx 3$) (خیلی سبز)

۴۰۰۰ (۴)

۲۰۰۰ (۳)

۱۵۰۰ (۲)

۱۰۰۰ (۱)

تست ☒

حجم یک قطعه‌ی فلزی برابر 580 cm^3 و جرم آن 4.2 kg است. اگر چگالی این فلز برابر 8400 kg/m^3 باشد، این قطعه فلز بوده و حجم حفره درون آن برابر سانتی‌متر مکعب است. (ماز)

۸۰ - توخالی (۴)

۱۶۰ - توخالی (۳)

۲۴۰ - توخالی (۲)

توپر - صفر (۱)

تیپ ۲: چند برابری

تست ☒

چگالی مایع A ، ۳۰ درصد از چگالی مایع B کمتر است. اگر حجم ۷ کیلوگرم از مایع A برابر ۱۰ لیتر باشد، حجم ۴ کیلوگرم از مایع B چند لیتر است؟ (تألیفی مدرس)

۵ (۴)

۴ (۳)

$\frac{3}{6}$ (۲)

$\frac{2}{5}$ (۱)



نکته

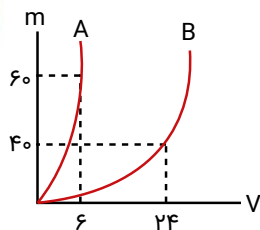
نمودار جرم بر حسب سطح دو کره همگن A و B به صورت شکل زیر است. چگالی کره A چند برابر چگالی کره B است؟

(۱) ۱۲

(۳) ۶

(۲) $\frac{1}{12}$

(۴) $\frac{1}{6}$



فیزیک دکترا قادی

تیب ۳: چگالی مخلوط

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

هرگاه چند ماده $\rho_1 = \frac{m_1}{v_1}$ و $\rho_2 = \frac{m_2}{v_2}$ و ... را با هم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط می شود:



تمرین

اگر ۳kg مایع A به حجم ۱ لیتر را با ۲kg مایع B به حجم ۱/۵ لیتر مخلوط کنیم، چگالی محلول نهایی چند واحد SI است؟



نکته

۲ لیتر آب را با چند کیلوگرم الکل مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط ۸۵۰ گرم بر لیتر شود؟ $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$ و $\rho_{\text{الکل}} = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$ (از تغییر حجم مخلوط در اثر ترکیب دو مایع صرف نظر شود.) (قلمچی)

(۴) ۴/۸

(۳) ۴/۵

(۲) ۴/۲

(۱) ۴



نکته

مخلوطی از دو نوع مایع با چگالی ρ_1 و ρ_2 و جرم های یکسان درست شده است. در صورتی که تغییر حجم صورت نگیرد، جرم حجمی مخلوط برابر است با:

(۴) $\frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_1 \rho_2}$

(۳) $\frac{2(\rho_1 + \rho_2)}{\rho_1 \rho_2}$

(۲) $\frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$

(۱) $\frac{2\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$





تست

۲۰۰ سانتی متر مکعب قلع را با چند گرم آلومینیوم مخلوط کنیم تا آلیاژی با چگالی $۵/۷ \frac{g}{cm^3}$ به دست آید؟ $(\rho_{Sn} = ۷/۲ \frac{g}{cm^3}, \rho_{Al} = ۲/۷ \frac{g}{cm^3})$

(۱) ۲۴۰

(۲) ۲۳۰

(۳) ۲۷۰

(۴) ۲۵۰

(تک درس)



فیزیک دکترا قادی



اگر در اثر مخلوط شدن کاهش حجم به وجود آمد، از حجم کل در مخرج کم کنید.



تمرین

۲۰۰g فلز A با چگالی $۴ \frac{g}{cm^3}$ را با $۶۰cm^3$ فلز B با چگالی $۱۰ \frac{g}{cm^3}$ مخلوط می کنیم. اگر در اثر مخلوط شدن $۱۰cm^3$ کاهش حجم ایجاد شود، چگالی آلیاژ چند $\frac{kg}{m^3}$ است؟

