

فیزیک و اندازه‌گیری

حسین صمدیه - علی مهربانی - مجید فارسی

منطبق بر کتاب فیزیک ۱

پایه دهم (رشته تجربی و ریاضی)

(برگرفته از کتاب فیزیک کنکور)

حسین صمدیه

فیزیک و اندازه‌گیری

فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده‌ی تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند. فیزیک‌دانان، پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند الگوها و نظم‌های خاصی میان این پدیده‌ها بیابند. دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریه‌ی فیزیکی استفاده می‌کنند. از آنجا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

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 نظریه‌های جدید جایگزین آن شود. مثلاً در دهه‌های آغازین قرن گذشته، نظریه‌ی اتمی با توجه به مشاهدات و کسب اطلاعات جدید در خصوص رفتار اتم‌ها، بارها اصلاح شد.

ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه‌ی قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.

مدل سازی در فیزیک

پدیده‌هایی مانند پرتاب توپ، افتادن برگ درخت، تشکیل رنگین کمان، آذرخش و ... ممکن است برای ما عادی شده باشند؛ ولی بررسی و تحلیل آن‌ها در فیزیک معمولاً با پیچیدگی‌هایی همراه است. به همین دلیل فیزیک دانان برای بررسی پدیده‌ها، از مدل‌سازی استفاده می‌کنند. مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده‌ی فیزیکی، آنقدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. **هنگام مدل‌سازی یک پدیده‌ی فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را.**

کتاب
درسی

(۲) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی همواره معتبر نیستند.
(۴) در مدل‌سازی، پدیده فیزیکی را ساده و آرمانی می‌کنند.

کدام یک از جمله‌های زیر نادرست است؟
(۱) اصلاح نظریه‌های فیزیکی و آزمون پذیری از نقاط قوت فیزیک است.
(۳) هنگام مدل‌سازی یک پدیده‌ی فیزیکی، همه اثرها را نادیده می‌گیریم.

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

همان طور که پیش از این گفتیم فیزیک علمی تجربی است و هدف آن بررسی پدیده‌های فیزیکی در جهان پیرامون است. اساس تجربه و آزمایش، اندازه‌گیری است و برای بیان نتایج اندازه‌گیری، به طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌کنیم. در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان سقوط یک جسم، **کمیت فیزیکی** گفته می‌شود.

کمیت‌های نرده‌ای:

برای بیان برخی از کمیت‌های فیزیکی، تنها از یک **عدد** و **یکای** مناسب آن استفاده می‌شود، این گونه کمیت‌ها **نرده‌ای (اسکالر)** نامیده می‌شوند.

کمیت‌های برداری:

برای بیان برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی، افزون بر یک **عدد** و **یکای** مناسب آن، لازم است به **جهت** آن نیز اشاره کنیم. این دسته از کمیت‌ها را، **کمیت برداری** می‌نامند. (مانند جابه جایی، سرعت، شتاب و نیرو)

کمیت‌های برداری	
جابه‌جایی	سرعت متوسط
۲۶ km (به طرف شمال)	۸۵ km/h (به طرف شمال)
جهت یکا عدد	جهت یکا عدد

کمیت‌های نرده‌ای	
جرم	طول
۷۹ kg	۱۵۴ cm
یکا عدد	یکا عدد

اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که **تغییر نکنند** و دارای **قابلیت بازتولید** در مکان‌های مختلف باشند. در سال ۱۹۷۱ میلادی، مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، هفت کمیت را به عنوان **کمیت اصلی** (که یکای آن‌ها به صورت مستقل تعریف می‌شود) انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) را تشکیل می‌دهند. یکای این کمیت‌ها را **یکاهای اصلی** می‌نامند. سایر یکاهای دیگر را که برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شوند، **یکاهای فرعی** می‌نامند.

برخی از کمیت‌های فرعی و یکاهای آنها		
نماد یکا	نام یکا	کمیت فرعی
$\frac{m}{s}$	متر بر ثانیه	تندی و سرعت
N	نیوتن	نیرو
Pa	پاسکال	فشار
$\frac{kg}{m^3}$	کیلوگرم بر مترمکعب	چگالی
J	ژول	انرژی
W	وات	توان
J/kg.K	ژول بر کیلوگرم درجه-کلون	گرمای ویژه

کمیت‌های اصلی و یکاهای آنها		
نماد یکا	نام یکا	کمیت اصلی
m	متر	طول
kg	کیلوگرم	جرم
s	ثانیه	زمان
K	کلون	دما
mol	مول	مقدار ماده
A	آمپر	جریان الکتریکی
cd	کاندلا	شدت روشنایی

طول: به لحاظ تاریخی، در اواخر قرن هجدهم، یکای طول (متر) به صورت یک ده میلیونیم فاصله‌ی استوا تا قطب شمال تعریف شد. تا سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصله‌ی میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین- ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود. بنابر آخرین توافق جهانی مجمع عمومی وزن‌ها و مقیاس‌ها در سال ۱۹۸۳ میلادی، یک متر برابر مسافتی تعریف شد که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند.

جرم: یکای جرم در SI، کیلوگرم نامیده می‌شود و به صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین- ایریدیوم تعریف شده است. جرم این استوانه که به دقت درون دو حباب شیشه‌ای جای گرفته، کیلوگرم استاندارد بین المللی است که در موزه‌ی سِور فرانسه نگهداری می‌شود. نسخه‌های کاملاً مشابهی از این نمونه ساخته و برای کشورهای دیگر ارسال شده است.

👁 گوش به زنگ 📢

- ۱- سال نوری برابر است با مسافتی که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید و یکی از یکاهای فرعی برای اندازه‌گیری طول است.
- ۲- یکای نجومی برابر میانگین فاصله‌ی زمین تا خورشید است. (یکای فرعی طول)
- ۳- یک روز خورشیدی برابر ۸۶۴۰۰ ثانیه است.

زمان: در طول سال‌های ۱۲۶۸ تا ۱۳۴۶ ه.ش، یکای زمان، ثانیه به صورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد. استاندارد کنونی زمان که از سال ۱۳۴۶ ه.ش به کار گرفته شد بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است. در بسیاری موارد نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را **بازه‌ی زمانی** مینامیم.

۹۸ تجربی	۲ ساده	در کدام یک از موارد زیر، همه‌ی کمیت‌ها فرعی هستند؟ (۱) جرم، زمان، فشار (۲) چگالی، تندی، انرژی (۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم (۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان
۸۶ ریاضی خارج	۳ ساده	جرم و زمان از و کیلوگرم و ثانیه از می‌باشند. (۱) یکاهای فرعی - یکاهای اصلی (۲) یکاهای اصلی - کمیت‌های فرعی (۳) کمیت‌های اصلی - یکاهای اصلی (۴) کمیت‌های اصلی - کمیت‌های فرعی
۸۶ ریاضی	۴ ساده از کمیت‌های اصلی و از کمیت‌های فرعی می‌باشند. (۱) حجم و جرم - زمان و انرژی (۲) جرم و زمان - طول و نیرو (۳) طول و جرم - مساحت و نیرو (۴) نیرو و دما - سرعت و جریان الکتریکی
۸۱ ریاضی خارج از کشور	۵ ساده	کمیت‌های طول، جابه‌جایی، تندی و نیرو به ترتیب چه نوع کمیت‌هایی هستند؟ (۱) نرده‌ای، نرده‌ای، نرده‌ای و برداری (۲) برداری، برداری، نرده‌ای و برداری (۳) برداری، نرده‌ای، برداری و نرده‌ای (۴) نرده‌ای، برداری، نرده‌ای و برداری
۹۸ تجربی خارج از کشور	۶ ساده	کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟ (۱) دما، نیرو، فشار (۲) فشار، زمان، سرعت (۳) جریان الکتریکی، جرم، نیرو (۴) دما، جریان الکتریکی، جرم

کتاب
درسی

۷
ساده

- کدام گزینه‌ی زیر صحیح است؟
 (۱) تندی در SI، یک کمیت اصلی است.
 (۲) چون کمیت‌های فرعی بسیار پیچیده‌اند، نمی‌توان برای آن‌ها یکای مستقلی تعریف کرد.
 (۳) یکای نجومی برابر فاصله‌ی زمین تا خورشید است.
 (۴) مقدار ماده بر حسب کیلوگرم سنجیده می‌شود.

پیشوندها، تبدیل یکاها و نمادگذاری علمی

سازگاری یکاها: هنگام استفاده از رابطه‌ی فیزیکی و جایگذاری اندازه‌ی هر کمیت در آن، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم. اگر بخواهیم حاصل دو طرف رابطه بر حسب یکاهای SI بیان شود باید یکای کمیت‌های داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم.

پیشوندها در SI

هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ یا بسیار کوچک مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم، که در جدول زیر فهرست شده‌اند. همانطور که از ضرایب تبدیل جدول پیداست هر پیشوند، توان معینی از ۱۰ را نشان می‌دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می‌رود (به بزرگ و کوچک بودن حروف نمادها توجه کنید). یعنی وقتی پیشوندی به یکایی افزوده می‌شود، آن یکا در ضریب مربوطه ضرب می‌شود.

پیشوندهای کوچک	دسی (d): 10^{-1}	سانتی (c): 10^{-2}	میلی (m): 10^{-3}	میکرو (μ): 10^{-6}	نانو (n): 10^{-9}	پیکو (p): 10^{-12}
پیشوندهای بزرگ	دکا (da): 10^1	هکتو (h): 10^2	کیلو (k): 10^3	مگا (M): 10^6	گیگا (G): 10^9	ترا (T): 10^{12}

تبدیل یکاها:

اغلب در حل مسئله‌های فیزیک، لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم. یکی از روش‌هایی که این کار را می‌توان انجام داد، روش **تبدیل زنجیره‌ای** است. در این روش، اندازه‌ی کمیت را در یک ضریب تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می‌کنیم.

$${}_{36} \frac{km}{h} = \left({}_{36} \frac{km}{h} \right) \times (1) \times (1) = \left({}_{36} \frac{km}{h} \right) \times \left(\frac{1000m}{1km} \right) \times \left(\frac{1h}{3600s} \right) = {}_{10} \frac{m}{s}$$

روش دیگر این است که به جای پیشوندهای داده شده در مساله عدد مربوط به آن را جایگذاری می‌کنیم:

$$12ms = (12) \times (10^{-3})s = 12 \times 10^{-3}s$$

کوش به زنگ

یک لیتر (L) برابر ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب (cm^3) و یک مترمکعب (m^3) برابر با ۱۰۰۰ لیتر است.

نمادگذاری علمی

در نمادگذاری علمی هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بزرگ تر از ۱ یا مساوی با ۱ و کوچک تر از ۱۰ و ضربی با توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسند.

ضرب عدد اعشاری و تواندار	ضرب عدد صحیح و تواندار	عدد اعشاری	عدد صحیح
عدد اصلی	نمادگذاری علمی	عدد اصلی	نمادگذاری علمی
0.0712×10^5	7.12×10^3	0.00045	4.5×10^{-4}
ابتدا عدد اعشاری را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم سپس توان‌ها را هم جمع می‌شود.	ابتدا عدد صحیح را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم سپس توان‌ها را هم جمع می‌شود.	ممیز به اندازه ۴ رقم به سمت راست حرکت کرده و توان ۱۰-۴ شده است.	ممیز به آخر عدد است سه رقم به چپ حرکت کرده است.

مثال	جرم یک زنبور ۰/۰۰۰۱۹ کیلوگرم است. این عدد به صورت نمادگذاری علمی کدام است؟				کتاب درسی
	(۱) ۱۹×۱۰^{-۵}	(۲) ۱۹×۱۰^{-۵}	(۳) $۱/۹ \times ۱۰^{-۴}$	(۴) $۱/۹ \times ۱۰^{-۴}$	
پاسخ گزینه ۴: عدد صحیح نمادگذاری برابر ۱/۹ و ضریب با توان صحیح از ۱۰، برابر $۱۰^{-۴}$ می‌شود. (مکان ممیز، چهار رقم به سمت راست تغییر کرده است.)					

۸
ساده

از یک لوله‌ی آتش‌نشانی آب با آهنگ $120 \frac{cm}{s}$ خارج می‌شود. آهنگ خروج آب بر حسب $\frac{L}{min}$ (با رعایت نمادگذاری علمی) کدام است؟
 (۱) $7/2 \times 10^{-2}$ (۲) $7/2$ (۳) $7/2 \times 10^{-2}$ (۴) $7/2 \times 10^{-3}$

۹
ساده

با فرض اینکه یک سال برابر با ۳۶۵ روز است، کدام یک از گزینه‌های زیر سن یک اثر باستانی ۲۰۰ ساله را بر حسب دقیقه درست نشان می‌دهد؟
 (۱) $6/307 \times 10^8 min$ (۲) $6/307 \times 10^9 min$ (۳) $1/0512 \times 10^8 min$ (۴) $1/0512 \times 10^9 min$

کتاب
درسی

کتاب
درسی

۱۰ آهنگ رشد گیاهی ۱۰۰ میکرومتر بر ثانیه است. آهنگ رشد این گیاه بر حسب متر بر روز چقدر است؟

ساده

- (۱) $3/6$ (۲) $3/6 \times 10^5$ (۳) $8/64 \times 10^6$ (۴) $8/64$

اندازه‌گیری: خطا و دقت

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد. با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، تنها می‌توان خطای اندازه‌گیری را کاهش داد، ولی هیچ‌گاه نمی‌توان آن را به صفر رساند. عوامل مهم در افزایش دقت اندازه‌گیری:

۱- دقت و سیله اندازه‌گیری:

دقت ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، برابر کمینه‌ی درجه بندی آن ابزار است.

خطای اندازه‌گیری توسط خط کش و سایر وسیله‌های درجه بندی شده، $\pm \frac{1}{2}$ کمینه‌ی تقسیم‌بندی مقیاس آن وسیله است و برای وسیله‌های رقمی (دیجیتال) مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی است که می‌خوانند. (مطلب مربوط به خطا از کتاب درسی حذف شده است. در اینجا صرفاً جهت گزارش اعداد آورده شده است.)

۲- مهارت شخص آزمایشگر: یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت‌های شخص آزمایشگر است. یکی از این مهارت‌ها، نحوه‌ی خواندن نتیجه‌ی اندازه‌گیری است.

۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری: برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن را چند بار تکرار می‌کنند. میانگین عددی حاصل از اندازه‌گیری به عنوان نتیجه‌ی اندازه‌گیری گزارش می‌شود. البته در میان عددی‌های متفاوت، اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داشته باشند در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.

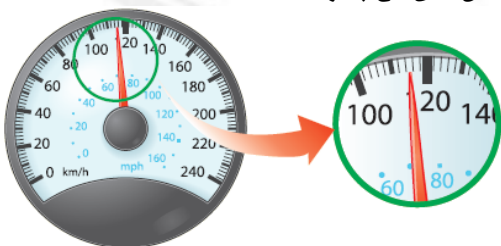
مثال	خط‌کشی بر حسب میلی‌متر درجه‌بندی شده است. کدام یک از اندازه‌گیری‌های زیر با این خط‌کش درست است؟	۹۳
	(۱) $4/52 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$ (۲) $1/3 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$ (۳) $5/42 \text{ cm} \pm 0/5 \text{ cm}$ (۴) $4 \text{ mm} \pm 0/5 \text{ mm}$	ریاضی خارج از کشور
پاسخ گزینه ۳: دقت این وسیله ۱ میلی‌متر می‌باشد که بر حسب CM $0/1$ می‌شود. در گزارش بر حسب CM رقم دهم دقت و رقم صدم، حدسی است.		

۱۱	با یک خط‌کش ضخامت جسمی را $3/24 \text{ cm} \pm 0/5$ اندازه‌گیری کرده‌ایم. دقت اندازه‌گیری این خط‌کش کدام است؟	۹۶
ساده	(۱) $0/1 \text{ cm}$ (۲) 1 mm (۳) 1 cm (۴) $0/1 \text{ mm}$	پیشرفت تحمیلی

۱۲	یک سانتی‌متر از خط‌کشی به ۲۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. دقت این خط‌کش چند میکرون است؟	۹۶
ساده	(۱) ۲۰۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۲۰۰۰ (۴) ۵۰۰۰	پیشرفت تحمیلی

۱۳	با ترازوی عقربه‌ای و درجه‌بندی شده که کوچکترین تقسیم بندی آن برابر یک گرم است، جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار، می‌تواند گزارش	۸۸
ساده	دقیق‌تری از نتیجه‌ی این اندازه‌گیری بر حسب گرم باشد؟	تجربی خارج از کشور
	(۱) $4/2$ (۲) $4/2 \pm 1$ (۳) $4/2 \pm 0/5$ (۴) $4/21 \pm 0/5$	

۱۴	شکل زیر، صفحه تندی‌سنج یک خودرو را نشان می‌دهد. دقت این تندی‌سنج چقدر است؟	کتاب درسی
ساده	(۱) $2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (۲) $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (۳) $10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (۴) $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	



چگالی

چگالی هر ماده یکی از ویژگی‌های مهم آن به شمار می‌رود که کاربردهای گوناگونی دارد.

اگر ماده‌ی همگنی دارای جرم M و حجم V باشد، چگالی آن ρ به صورت روبه‌رو تعریف می‌شود:

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

در این رابطه اگر جرم (M) بر حسب کیلوگرم و حجم (V) بر حسب مترمکعب باشد،

تبدیل یکای چگالی:

$$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \leftarrow \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ ضرب در } 1000$$

چگالی (ρ) بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) می‌شود. یکای دیگر چگالی، گرم بر سانتی متر مکعب ($\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) است.

گوش به زنگ

۱- هنگامی که جسم جامدی را درون مایعی قرار می‌دهیم، حجم جسم جامد برابر با حجم مایع جابه‌جا شده می‌باشد.

۲- حجم جسم‌های جامد که شکل هندسی مشخصی دارند:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \text{ کره}, \quad V = \pi R^2 h \text{ استوانه}, \quad V = a^3 \text{ مکعب}$$

گوش به زنگ

تبدیل یکاهای حجم:

لیتر ضرب در ۱۰۰۰ \leftarrow سانتی مترمکعب (میلی لیتر)لیتر تقسیم بر ۱۰۰۰ \leftarrow مترمکعبسانتی مترمکعب ضرب در 10^{-6} \leftarrow مترمکعب

مثال	کتاب درسی
فلز آسمیم یکی از چگال ترین مواد یافت شده روی زمین است که چگالی آن $10^3 \times 22/5$ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. جرم قطعه ای از این ماده به حجم ۲۰۰ سانتی مترمکعب، چند کیلوگرم است؟	۱/۱۲۵ (۱) ۱۱/۲۵ (۲) ۴۵/۰ (۳) ۴/۵ (۴)
پاسخ گزینه ۴: می‌توان حجم را بر حسب متر مکعب نوشت یا ابتدا چگالی را بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب نوشت و سپس جواب نهایی را تبدیل کرد.	
$\rho = 22/5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 22/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 22/5 \times 200 = 4500 \text{ g} = 4/5 \text{ kg}$	

مثال	کتاب درسی
می‌خواهیم از فلزی به چگالی $\frac{6}{\text{cm}^3}$ ، کره‌ی توپری به شعاع ۵ cm بسازیم. جرم این کره چند کیلوگرم می‌شود؟	۱/۵۷ (۱) ۲/۳۶ (۲) ۳/۱۴ (۳) ۴/۷۱ (۴)
پاسخ گزینه ۳:	
$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times (5)^3 = \frac{4}{3} \times 3/14 \times 125 \text{ cm}^3$ $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 6 \times \frac{4}{3} \times 3/14 \times 125 = 3/14 \times 1000 \text{ g} = 3/14 \text{ kg}$	

۱۵ ساده	کتاب درسی
برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده ایم. با توجه به داده های روی شکل، چگالی جسم بر حسب $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ به ترتیب چقدر است؟	
$(1) \quad 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } 2 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}}$ $(2) \quad 2 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } 2 \frac{\text{g}}{\text{L}}$ $(3) \quad 2 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } 2 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}}$ $(4) \quad 2 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ و } 2 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}}$	
 <p>ترازوی رقمی</p>	

۱۶ ساده	کتاب درسی
درون استوانه‌ی مدرجی آب وجود دارد. گلوله‌ی توپری به جرم ۴۲ گرم را داخل آب می‌اندازیم، سطح آب از درجه‌ی ۵۰ cm ^۳ به ۵۴ cm ^۳ می‌رسد. چگالی گلوله چند گرم بر سانتی مترمکعب است؟	۳/۵ (۱) ۱۰/۵ (۲) ۲۱ (۳) ۴۲ (۴)
۱۷ ساده	کتاب درسی
یک قطعه فلز را که چگالی آن $2/7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ است کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی $0/8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ وارد می‌کنیم و به اندازه‌ی ۱۶۰ گرم الکل از ظرف بیرون می‌ریزد، جرم قطعه فلز چند گرم است؟	۵۴۰ (۱) ۴۵۰ (۲) ۴۳۲ (۳) ۲۰۰ (۴)

۱۸ متوسط	کتاب درسی
دو استوانه‌ی همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه‌ی A توپر و استوانه‌ی B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه‌ی B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه‌ی A چند برابر چگالی استوانه‌ی B است؟	۱/۲ (۱) ۱/۴ (۲) ۲/۳ (۳) ۳/۴ (۴)

چگالی مخلوط (یا آلیاژ)

گوش به زنگ

۱- چگالی آلیاژ یا مخلوط از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\rho = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{M_1 + M_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

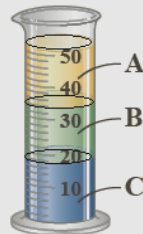
یا $\text{چگالی مخلوط} = \frac{\text{جرم مجموع}}{\text{حجم مجموع}}$

۲- در صورتی که چند مایع مخلوط نشدنی را در یک ظرف قرار بریزیم، مایعی که چگالی بیشتری دارد در قسمت‌های پایین‌تر قرار می‌گیرد.

مثال

سه مایع مخلوط نشدنی A، B و C که چگالی‌های متفاوتی دارند مطابق شکل زیر درون استوانه ای شیشه ای ریخته شده اند. این سه مایع، جیوه، روغن زیتون و آب می‌باشند. جنس هر یک از مایع‌های A، B و C درون استوانه به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

$$\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho_{\text{روغن زیتون}} = 9.2 \times 10^2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho_{\text{آب}} = 1.0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

کتاب
درسی

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

پاسخ گزینه ۳: هنگامی که چند مایع مخلوط نشدنی در یک ظرف قرار می‌گیرند، مایعی که چگالی بیشتری دارد در قسمت‌های پایین‌تر قرار می‌گیرد.

۹۱
ریاضیمخلوطی از ۲ نوع مایع با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 درست شده است. اگر $\frac{1}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 بوده و $\frac{2}{3}$ باقی مانده از مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط برابر کدام است؟

$$(1) \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3} \quad (2) \frac{\rho_2 + 2\rho_1}{3} \quad (3) \frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 + 2\rho_2} \quad (4) \frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_1 + 2\rho_2}$$

۱۹
ساده۹۵
ریاضیجرم یک ظرف فلزی توخالی ۳۰۰ گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی $\frac{8}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ نماییم، جرم مجموعه ۵۴۰ گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه ۴۶۰ گرم می‌شود. چگالی این روغن چند گرم بر لیتر است؟

$$(1) 950 \quad (2) 900 \quad (3) 850 \quad (4) 800$$

۲۰
متوسط

وجود حفره در داخل جسم:

گوش به زنگ

در این گونه از تست‌ها با استفاده از رابطه چگالی، حجم واقعی جسم را پیدا می‌کنیم. اختلاف بین حجم ظاهری و حجم واقعی محاسبه شده برابر با حجم حفره می‌باشد.

۸۸
ریاضیطول هر ضلع مکعب فلزی ۱۰ cm و جرم آن ۶ kg است. اگر چگالی فلز $8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد، مکعب:

- (۱) توپر است و حجم آن 750 cm^3 است.
(۲) توپر است و حجم آن 1000 cm^3 است.
(۳) حفره خالی دارد و حجم حفره 250 cm^3 است.
(۴) حفره خالی دارد و حجم حفره 750 cm^3 است.

۲۱
متوسط۸۷
ریاضیدرون یک قطعه طلا به حجم ظاهری 12 cm^3 و جرم 199.5 گرم، حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی طلا $19000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، حجم حفره‌ی خالی چند سانتی متر مکعب است؟

$$(1) 0.75 \quad (2) 1.5 \quad (3) 2.5 \quad (4) 3.4$$

۲۲
متوسط

فیزیک و اندازه‌گیری

گزینه ۳: هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، اثرهای جزئی‌تر را نادیده می‌گیریم نه همه اثرها (به ویژه اثرهای مهم و تعیین‌کننده که ممکن است جزئی هم باشند).

گزینه ۲: در گزینه ۱، جرم و زمان کمیت اصلی هستند. در گزینه ۳، جریان الکتریکی کمیت اصلی می‌باشد و در گزینه ۴، هر سه مورد کمیت اصلی‌اند.

گزینه ۳

گزینه ۳

گزینه ۴

گزینه ۴: فشار، نیرو و سرعت که در گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ وجود دارد، کمیت‌های فرعی‌اند.

گزینه ۳: در گزینه ۱ تبدی کمیت فرعی است. در گزینه ۲، چون کمیت‌های فرعی بسیار زیادند، یکای مستقل تعریف نمی‌ود. در گزینه ۴ مقدار ماده بر حسب مول است.

گزینه ۲: هر لیتر ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب و هر دقیقه ۶۰ ثانیه است.

$$12 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = \left(12 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}\right) \times (1) \times (1) = \left(12 \cdot \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3}\right) \times \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right) = \frac{120 \times 60}{1000} \frac{\text{L}}{\text{min}} = 7.2 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

گزینه ۳: سال، روز، ساعت و دقیقه را به ترتیب با year, day, hour, min نشان می‌دهیم:

$$200 \text{ year} = (200 \text{ year}) \times (1) \times (1) \times (1) = 200 \text{ year} \times \left(\frac{365 \text{ day}}{1 \text{ year}}\right) \times \left(\frac{24 \text{ hour}}{1 \text{ day}}\right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hour}}\right) = 10512000 \text{ min} = 1.0512 \times 10^7 \text{ min}$$

گزینه ۴

$$100 \cdot \frac{\mu\text{m}}{\text{s}} = \left(100 \cdot \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}\right) \times (1) \times (1) \times (1) \times (1) = \left(100 \cdot \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}\right) \times \left(\frac{10^{-6} \text{ m}}{1 \mu\text{m}}\right) \times \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hour}}\right) \times \left(\frac{24 \text{ hour}}{1 \text{ day}}\right)$$

$$= 8640000 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{day}} = 8.64 \frac{\text{m}}{\text{day}}$$

گزینه ۲: در عدد ۳/۲۴ رقم ۴ حدسی است و رقم ۲ دقت بر حسب cm را نشان می‌دهد که برابر ۰/۱ سانتی‌متر (۱ mm) است.

گزینه ۲: دقت این خط‌کش برابر $\frac{1}{10}$ سانتی‌متر است. این دقت بر حسب میکرون به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\frac{1}{10} \text{ cm} = 0.1 \text{ cm} = (0.1 \text{ cm}) \times (1) \times (1) = (0.1 \text{ cm}) \times \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}\right) \times \left(\frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}}\right) = 0.1 \times 10^4 \mu\text{m} = 1000 \mu\text{m}$$

گزینه ۳

دقت ترازو گرم است بنابراین ۴ گرم را اندازه‌گیری می‌کند. از طرفی ممکن است جرم جسم بیشتر از ۴ گرم و کمتر از ۵ گرم باشد که با یک رقم اعشار آن را حدس می‌زنیم.

گزینه ۱: کمترین مقداری که درجه‌بندی‌های صفحه تبدی‌سنج نشان می‌دهد مقدار ۲ کیلومتر بر ساعت است که همان دقت آن می‌باشد.

گزینه ۱: حجم جسم جامد برابر است با حجم آب جابه‌جا شده که در این پرسش برابر با ۴/۱ میلی لیتر (۱۸/۵ mL - ۲۲/۶ mL) می‌باشد.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{1/2}{4/1 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^2 \text{ g/L}, \quad 2 \times 10^2 \text{ g/L} \times (1) = 2 \times 10^2 \text{ g/L} \times \left(\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3}\right) = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

گزینه ۲: حجم گلوله برابر است با حجم آب جابه‌جا شده که در این پرسش برابر با ۴ سانتی متر مکعب (۵۰ cm³ - ۵۴ cm³) می‌باشد.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{42}{4} = 10.5 \text{ gr/cm}^3$$

گزینه ۱: حجم الکلی بیرون ریخته از ظرف را محاسبه می‌کنیم (حجم قطعه برابر این حجم است):

$$V_{\text{الکل}} = \frac{M_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{الکل}}} = \frac{160}{0.8} = 200 \text{ cm}^3$$

$$M = \rho V = 2/7 \times 200 = 54 \cdot \text{gr}$$

گزینه ۴

$$V = \pi R^2 h \rightarrow V_A = \pi R^2 h, \quad V_B = \pi (R^2 - R'^2) h = \pi \left(R^2 - \frac{R^2}{4}\right) h = \frac{3}{4} \pi R^2 h$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_A}{V_A} \times \frac{V_B}{M_B} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{\frac{3}{4} \pi R^2 h}{\pi R^2 h} = \frac{3}{4}$$

گزینه ۱

$$\rho = \frac{\text{مجموع جرم}}{\text{مجموع حجم}} = \frac{M_1 + M_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\frac{1}{3}\rho_1 V + \frac{2}{3}\rho_2 V}{V} = \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3}$$

گزینه ۴: ۲۰

$$M_{\text{مایع}} = 540 - 300 = 240 \text{ g}$$

$$M_{\text{روغن}} = 460 - 300 = 160 \text{ g}$$

$$V_{\text{مایع}} = V_{\text{روغن}} \rightarrow \frac{M_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{M_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{روغن}}} \rightarrow \frac{240}{1/2} = \frac{160}{\rho_{\text{روغن}}} \rightarrow \rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \rho_{\text{روغن}} = 0.8 \times \frac{\text{g}}{\frac{1}{1000} \text{ lit}} = 800 \text{ g/lit}$$

گزینه ۳: ۲۱

$$\text{حجم ظاهری} = V_{\text{مکعب}} = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم واقعی: } V = \frac{M}{\rho} = \frac{600}{8} = 750 \text{ cm}^3$$

به دلیل اینکه حجم ظاهری از حجم واقعی بیشتر است نشان دهنده وجود حفره در مکعب است و حجم آن (حجم واقعی - حجم ظاهری) نیز برابر ۲۵۰ سانتی متر مکعب می‌باشد.

گزینه ۲: ۲۲

$$\rho = 19000 \text{ kg/m}^3 = 19 \text{ g/cm}^3$$

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{199/5}{19} = 10/5 \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم حفره} = V_{\text{ظاهری}} - V = 12 - 10/5 = 1/5 \text{ cm}^3$$

حسین صمدیه - علی مهربانی - مجید فارسی