فصل ۱
فیزیک و اندازه‌گیری

به بی‌شمار آزمون مربوط به همین بخش دسترسی پیدا کنید.

به بی‌شمار آزمون مربوط به همین بخش دسترسی پیدا کنید.

ریزشیم (سؤال‌های خط‌به‌خط)

فیزیک، دانش بنیادی و مدل‌سازی

۱. **درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.**

الف) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر و بدون تغییر هستند. درست ☐ نادرست ☐

ب) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطهٔ قوت دانش فیزیک است. درست ☐ نادرست ☐

پ) از آنجایی که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی مورد آزمون قرار بگیرند. درست ☐ نادرست ☐

ت) در سیر تکاملی نظریهٔ اتمی در طول زمان، مدل هسته‌ای در راستای اصلاح مدل سیاره‌ای ارائه شد. درست ☐ نادرست ☐

۲. **جاهای خالی را با انتخاب عبارت مناسب از داخل پرانتز کامل کنید.**

الف) دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های فیزیکی از ..... (مدل و نظریهٔ فیزیکی - آزمایش) استفاده می‌کنند.

ب) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر ..... (هستند - نیستند).

پ) نظریهٔ اتمی دالتون به مدل اتمی ..... (توپ بیلیارد - کیک کشمشی) معروف است.

ت) ..... (تغییرناپذیری - آزمون‌پذیری) نظریه‌های فیزیکی نقش مهمی در تکامل شناخت ما از جهان داشته است.

۳. **در چه صورت یک مدل یا نظریه مورد بازنگری قرار می‌گیرد؟**

۴. **جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.**

الف) ..... ، مدل اتمی کیک کشمشی را مطرح کرد.

ب) آنچه که بیش از همه‌چیز در تکامل علم فیزیک نقش دارد، ..... و ..... فیزیکدانان نسبت به پدیده‌ها است.

پ) در سیر تکاملی نظریهٔ اتمی، مدل اتمی ..... که توسط شرودینگر ارائه شد، کامل‌ترین مدل اتمی حال حاضر است.

ت) هنگام مدل‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی، باید اثرهای ..... را نادیده بگیریم.

۵. **منظور از مدل‌سازی در فیزیک چیست؟**

۶. **یک توپ والیبال از سطح زمین به هوا پرتاب شده است. با بررسی و تحلیل حرکت توپ، به سؤالات زیر پاسخ دهید.**

الف) چه عواملی باعث پیچیدگی تحلیل و بررسی حرکت توپ می‌شوند؟ (۲ مورد)

ب) اگر نیروی جاذبهٔ زمین را نادیده بگیریم، چه اتفاقی می‌افتد؟

۷. **یک عدد کیسهٔ فریزر از ارتفاع ۴ متری سطح زمین رها می‌شود. اگر بخواهیم سقوط کیسه را از لحظهٔ رها شدن تا رسیدن به زمین مدل‌سازی کنیم، از کدام موارد نمی‌توان چشم‌پوشی کرد؟**

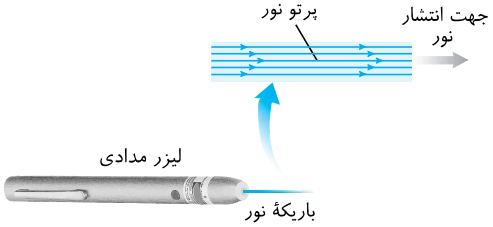
الف) نیروی جاذبهٔ زمین

ب) تغییر نیروی وزن کیسه با تغییر فاصله از سطح زمین

پ) نیروی مقاومت هوا

ت) چرخش کیسه حین حرکت

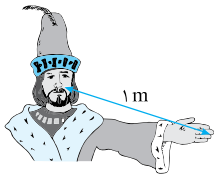
۸. **شکل زیر، یک لیزر مدادی را نشان می‌دهد که برای تولید باریکهٔ نور به کار می‌رود. در این شکل چه چیزی مدل‌سازی شده است؟** *(برگرفته از پرسش ۱-۱)*



آزمون شبیه‌ساز ۱

سؤالات امتحانی: فیزیک ۱ - فصل ۱ | **رشته: علوم تجربی**

نام و نام خانوادگی: | **مدت امتحان: ۱۰۰ دقیقه** | **تاریخ امتحان:**

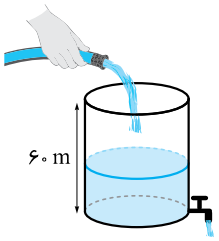
		بارم
۱۲۰	**درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید.** الف) در مدل‌سازی، با حذف اثرهای جزئی، یک پدیدهٔ پیچیده را به پدیده‌ای قابل تحلیل و بررسی تبدیل می‌کنیم. ☐ درست ☐ نادرست ب) سرعت برخلاف تندی، یک کمیت برداری است. ☐ درست ☐ نادرست پ) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبرند. ☐ درست ☐ نادرست ت) چگالی یک متر مکعب آب، ۱۰۰۰ برابر چگالی یک لیتر آب است. ☐ درست ☐ نادرست	۱
۱۲۱	**جاهای خالی را با انتخاب عبارت مناسب از داخل پرانتز کامل کنید.** الف) ..... (رادرفورد - شرودینگر) مدل اتمی ابر الکترونی را ارائه داد. ب) یکای اندازه‌گیری مقدار ماده در SI، ..... (مول - کیلوگرم) است. پ) برای کاهش خطای اندازه‌گیری با یک وسیلهٔ مدرج، خط دید ناظر باید ..... (عمود - مماس) بر قسمتی باشد که می‌خواهد اندازه بگیرد. ت) با افزایش دمای یک فلز، چگالی آن ..... (افزایش - کاهش) می‌یابد.	۱
۱۲۲	**مفاهیم زیر را تعریف کنید.** الف) بازهٔ زمانی ب) کمیت نرده‌ای	۱
۱۲۳	**در سؤالات زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید.** الف) سال نوری (ly) یکای اندازه‌گیری ..... و یکای نجومی (AU) یکای اندازه‌گیری ..... است. ۱) طول - طول ۲) زمان - زمان ۳) زمان - طول ۴) طول - زمان ب) جرم کرهٔ توپر آهنی A، دو برابر جرم کرهٔ توپر آهنی B است. چگالی کرهٔ B چند برابر چگالی کرهٔ A است؟ ۱) ۲ برابر ۲) $\frac{۱}{۲}$ برابر ۳) ۱ برابر ۴) ۴ برابر پ) کدام کمیت‌ها همگی از کمیت‌های اصلی دستگاه SI هستند؟ ۱) تندی، فشار، جرم ۲) دما، زمان، جرم ۳) طول، زمان، تندی ۴) شتاب، دما، فشار ت) طول بدن نوعی مگس ۰/۰۰۵ m است. این اندازه برحسب میلی‌متر و با نمادگذاری علمی کدام است؟ ۱) ۰/۵ ۲) ۵×۱۰^{-۳} ۳) ۵ ۴) $۰/۵\times۱۰^{-۳}$	۱
۱۲۴	**اگر مطابق شکل، یکای طول را به‌صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دستِ کشیده‌شده در نظر بگیریم، چه مزیت و چه عیبی دارد؟ (برای هر کدام یک مورد بنویسید.)** 	۰/۵
۱۲۵	**جرم یک دستبند طلا ۴۶ قیراط است. اگر هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم و هر مثقال برابر با ۴/۶ گرم باشد، جرم این دستبند چند مثقال است؟**	۱/۲۵
۱۲۶	**هر کدام از موارد ستون اول، با یک مورد از موارد ستون دوم در ارتباط است. آن‌ها را مشخص کنید. (یک مورد در ستون دوم اضافه است.)** **ستون اول** الف) یک کمیت برداری است. ب) یکای اندازه‌گیری آن برحسب یکاهای اصلی، $\frac{kg.m^۲}{s^۲}$ است. پ) یکای فرعی آن، نام مخصوصی ندارد. ت) یک کمیت نرده‌ای و اصلی است. **ستون دوم** ۱. فشار ۲. جریان الکتریکی ۳. انرژی ۴. چگالی ۵. نیرو	۱
۱۲۷	**به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید.** الف) دقت اندازه‌گیری خط‌کشی که تا میلی‌متر مدرج شده، بیشتر است یا دقت اندازه‌گیری خط‌کشی که تا میکرومتر مدرج شده است؟ (۰/۲۵) ب) بین جرم و وزن، کدام‌یک کمیت برداری است؟ (۰/۲۵) پ) اگر کرهٔ فلزی را از وسط نصف کنیم، چگالی آن چند برابر می‌شود؟ (۰/۲۵) ت) چه تفاوتی بین دو کمیت $\vec{a}$ و a وجود دارد؟ (۰/۵)	۱/۲۵

سؤالات امتحانی: فیزیک ۱ - فصل ۱ | رشته: علوم تجربی

نام و نام خانوادگی: | مدت امتحان: ۱۰۰ دقیقه | تاریخ امتحان:

		بارم
۱۳۹	**درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.** الف) فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده‌شده را می‌توان یکای طول در نظر گرفت، زیرا همواره در دسترس است. ☐ درست ☐ نادرست ب) چگالی مایعات همواره کمتر از چگالی جامدها است. ☐ درست ☐ نادرست پ) حاصل $۰/۰۰۰۰۶۵\times۱۰^{-۳}$ ms به‌صورت نمادگذاری علمی $۶/۵\times۱۰^{-۸}$ s است. ☐ درست ☐ نادرست ت) اگر یک اندازه‌گیری را چندین بار تکرار کنیم، می‌توانیم خطای اندازه‌گیری را به صفر برسانیم. ☐ درست ☐ نادرست	۱
۱۴۰	**جاهای خالی را با انتخاب کلمهٔ مناسب از داخل پرانتز کامل کنید.** الف) ..... (جریان الکتریکی - شدت روشنایی) از کمیت‌های اصلی به شمار می‌آید که یکای اندازه‌گیری آن در SI، آمپر است. ب) یکای اندازه‌گیری آهنگ تغییر سرعت یک جسم در SI، ..... $(m/s - m/s^۲)$ است. پ) ..... (وزن - فشار) یک کمیت برداری است. ت) هنگامی که چگالی یک جسم جامد ..... (کمتر از - بیشتر از) چگالی مایع باشد، درون مایع فرومی‌رود.	۱
۱۴۱	**یک توپ بسکتبال مطابق شکل به هوا پرتاب شده است. در مدل‌سازی آرمانیِ این پدیده، از چه عواملی می‌توان چشم‌پوشی کرد؟ (۲ مورد)** 	۰/۵
۱۴۲	**هر مَنِ تبریز برابر با ۶۴۰ مثقال است و هر یک مثقال تقریباً معادل ۴/۵ گرم است. جرم ۲۸/۸ تُن برنج را برحسب مَنِ تبریز به دست آورید.**	۱/۲۵
۱۴۳	**تندی نور در خلأ ۳×۱۰^۵ km/s است. اگر هر واحد نجومی (AU) برابر با $۱/۵\times۱۰^{۱۱}$ m باشد، نور فاصلهٔ ۱۰ AU را در مدت چند ثانیه طی می‌کند؟**	۱
۱۴۴	**۱۵۰۰ L/min معادل با چند $cm^۳/s$ است؟**	۱
۱۴۵	**به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید.** الف) سال نوری یکای اندازه‌گیری طول است یا زمان؟ ب) یکای فرعی نیرو برحسب یکاهای اصلی چیست؟ پ) با افزایش دمای یخ و ذوب آن، چگالی یخ کاهش می‌یابد یا افزایش؟ ت) ۱۰ میکرون برابر با چند میکرومتر است؟	۱
۱۴۶	**نیروی کشش یک فنر (F) که به اندازهٔ x کشیده یا فشرده شده است، از رابطهٔ $F = kx$ به دست می‌آید. با توجه به سازگاری یکاها، یکای اندازه‌گیری k را برحسب یکاهای اصلی SI به دست آورید.**	۱
۱۴۷	**تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.** الف) $۴۰۰\ \frac{g.\mu m}{s^۲} = ...\ \frac{kg.m}{ms^۲}$ ب) $۹۰\ \frac{MW}{min} = ...\ \frac{TW}{h}$	۲/۲۵
۱۴۸	**دقت اندازه‌گیری هر یک از وسایل زیر را برحسب یکای خواسته‌شده بنویسید.** ..... μA (الف) ..... ms (ب)	۱
۱۴۹	**دقت اندازه‌گیری یک آمپرسنج دیجیتالی ۰/۰۱ A است. آیا ۳۵ mA می‌تواند نتیجهٔ اندازه‌گیری این آمپرسنج باشد؟ چرا؟**	۰/۷۵

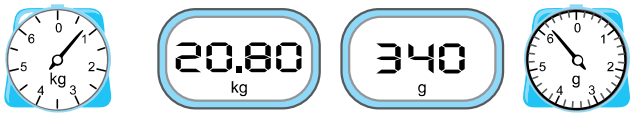
۱۵۷. در شکل زیر، آب با آهنگ $2/0\ mL/\mu s$ وارد مخزن استوانه‌ای می‌شود و به‌طور هم‌زمان، با آهنگ $3\times10^{6}\ cm^3/min$ توسط شیر خروجی متصل به انتهای مخزن، از آن خارج می‌شود.



الف) آهنگ خالص پر شدن مخزن چند $\frac{m^3}{min}$ است؟ (۱/۲۵)

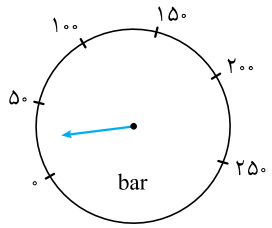
ب) اگر قطر مقطع مخزن ۴ متر و ارتفاع آن ۶۰ m باشد، پس از چند دقیقه مخزن تا نیمه پر از آب می‌شود؟ ($\pi=3$) (۰/۷۵)

۱۵۸. شکل‌های زیر، چهار وسیلهٔ اندازه‌گیری جرم را نشان می‌دهند. ابتدا دقت اندازه‌گیری هر وسیله را نوشته و سپس بگویید دقت اندازه‌گیری کدام وسیله بیشتر از بقیه است؟ (۱/۲۵)



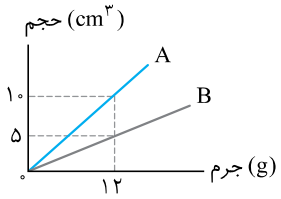
(A) (B) (C) (D)

۱۵۹. یک کارخانه که دستگاه فشارسنج تولید می‌کند، می‌خواهد روی فشارسنج اعدادی مطابق شکل ثبت شود. برای اینکه دقت این وسیله ۱۰۰۰ kPa باشد، این کارخانه فاصلهٔ بین هر دو عدد را باید به چند قسمت مساوی تقسیم کند؟ (Pa یکای فشار در SI و bar یکای غیر SI فشار است و $1\ bar=10^5\ Pa$) (۱)



۱۶۰. یک میلهٔ فلزی از دو نوع فلز A و B تشکیل شده است. اگر جرم و حجم فلز A به‌کاررفته به‌ترتیب ۱۲۶ g و $12\ cm^3$ باشد و جرم و حجم فلز B استفاده‌شده ۱۸۰ g و $5\ cm^3$ باشد، چگالی میلهٔ فلزی چقدر است؟ (در هنگام مخلوط‌سازی دو فلز A و B، تغییر حجم رخ نمی‌دهد.) (۰/۷۵)

۱۶۱. نمودار زیر مربوط به دو مایع A و B است. اگر جرم مساوی از این دو مایع را با هم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌شود؟ (۰/۷۵) (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)



۱۶۲. مخلوطی از دو مادهٔ A و B به چگالی‌های $\rho_A=6\ g/cm^3$ و $\rho_B=15\ g/cm^3$ در اختیار داریم. اگر جرم مادهٔ A دو برابر جرم مادهٔ B باشد، چگالی مخلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (۱)

۱۶۳. درون یک لیتر آب، چند سانتی‌متر مکعب الکل بریزیم تا چگالی مخلوط ۱۰ درصد بیشتر از چگالی الکل شود؟ (چگالی آب و الکل به‌ترتیب $1\ g/cm^3$ و $0/8\ g/cm^3$ است.) (۱/۲۵) (تجربی خارج از کشور ۱۴۰۱)

۱۶۴. جواهرفروشی در ساختن یک قطعه جواهر، به‌جای طلای خالص مقداری نقره نیز به کار برده است. اگر حجم قطعهٔ ساخته‌شده $5\ cm^3$ و چگالی آن $13/6\ g/cm^3$ باشد، جرم نقرهٔ به‌کاررفته چند گرم است؟ ($\rho_{نقره}=10\ g/cm^3$ و $\rho_{طلا}=19\ g/cm^3$) (۱/۵)

۱۶۵. هنگامی که یک ظرف خالی را با مایع A به چگالی $2\ g/cm^3$ پر می‌کنیم، مجموع جرم ظرف و مایع ۹۰۰ g می‌شود و هنگامی که ظرف را با مایع B به چگالی $2/5\ g/cm^3$ پر می‌کنیم، مجموع جرم ظرف و مایع ۷۵۰ g می‌شود. اگر حجم مایع A، ۵ برابر حجم مایع B باشد، حجم مایع A چند سانتی‌متر مکعب خواهد بود؟ (۱)

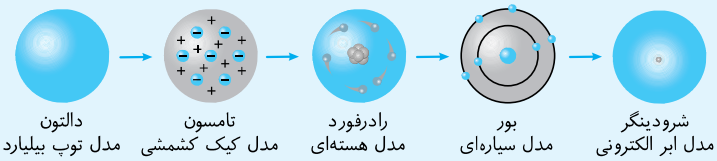
مرور و جمع‌بندی فصل اول

فیزیک، دانش بنیادی

- فیزیک علمی تجربی است و اساس آن آزمایش و مشاهده است.
- علاوه بر آزمایش و مشاهده، آنچه بیشتر از همه در پیش‌برد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا می‌کند، **تفکر نقادانه** و **اندیشه‌ورزی فعال** فیزیکدانان نسبت به پدیده‌هاست.
- دانشمندان برای توصیف پدیده‌های فیزیکی مورد بررسی، اغلب از **قانون**، **مدل** و **نظریه‌های فیزیکی** استفاده می‌کنند.

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی

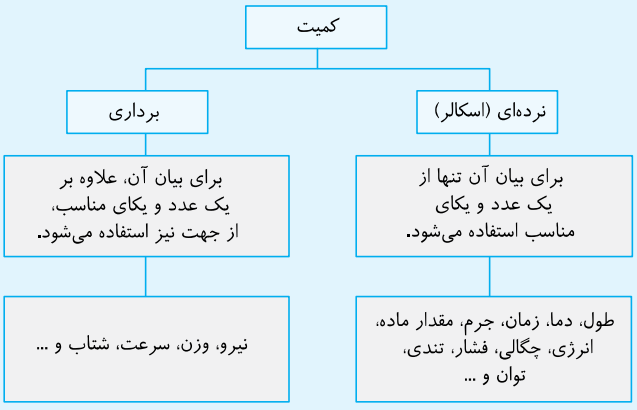
- نظریه‌های فیزیکی به کمک آزمایش مورد آزمون قرار می‌گیرند.



- مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان **همواره معتبر نیستند** و ممکن است نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری یک مدل یا نظریه شود و یا حتی مدل یا نظریه‌ای جدید جایگزین آن شود.
- ویژگی‌های **آزمون‌پذیری** و **اصلاح نظریه‌های فیزیکی** نقطهٔ قوت دانش فیزیک است.
- **مدل‌سازی در فیزیک:** مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیدهٔ فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود که امکان تحلیل و بررسی آن فراهم شود.
- در مدل‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی، باید **اثرهای جزئی** را نادیده بگیریم، نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را.

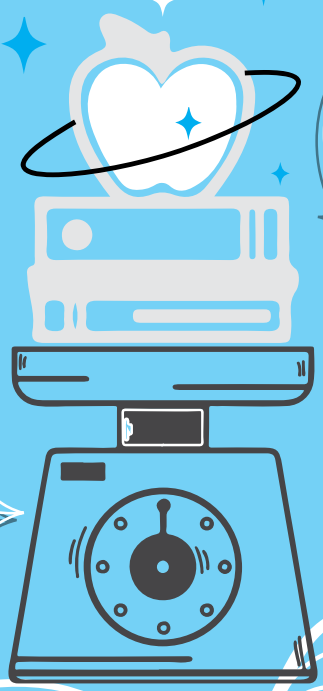
کمیت‌های فیزیکی

- **کمیت فیزیکی:** در فیزیک، به هر چیزی که بتوان اندازه گرفت و مقدار اندازه‌گیری‌شده را حداقل با یک عدد بیان کرد، **کمیت فیزیکی** گفته می‌شود، مانند طول، دما، زمان، نیرو، سرعت و ... .
- **کمیت‌های نرده‌ای و برداری:**



- **جریان الکتریکی:** کمیتی است که جهت دارد، ولی از رفتار بردارها (روش‌های جمع و تفریق برداری) پیروی نمی‌کند، بلکه از جمع و تفریق‌های معمولی پیروی می‌کند، بنابراین جریان الکتریکی، یک **کمیت نرده‌ای** است.
- برای نوشتن کمیت‌های برداری، از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت استفاده می‌کنیم (مانند $\vec{F}$) و اگر علامت پیکان بالای یک کمیت برداری نیاید، نشان‌دهندهٔ **اندازهٔ آن** است $(F = ۶\ N)$. توجه کنید که $\vec{F} = ۶\ N$ نادرست است، زیرا $\vec{F}$ نشان‌دهندهٔ بردار نیرو است، درحالی‌که جهت آن را در طرف راست تساوی مشخص نکرده‌ایم.
- کمیت‌های فیزیکی را به دو شاخهٔ **اصلی** و **فرعی** نیز می‌توان دسته‌بندی کرد.
- مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها **هفت** کمیت را به‌عنوان **کمیت اصلی** انتخاب کرده است و سایر کمیت‌ها، که از ترکیب ضرب یا تقسیم کمیت‌های اصلی به دست می‌آیند، به‌عنوان **کمیت فرعی** شناخته می‌شوند.

پاسخنامهٔ تشریحی



۱. الف: نادرست؛ مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان **همواره معتبر نیستند** و ممکن است دستخوش تغییر شوند. در واقع نتیجهٔ آزمایش‌های جدید می‌تواند منجر به بازنگری یک مدل یا نظریه شود و یا ممکن است به‌طور کلی یک مدل یا نظریهٔ جدید جایگزین مدل یا نظریهٔ قبلی شود. / ب: درست / پ: درست / ت: نادرست؛ در مسیر تکامل نظریهٔ اتمی در طول زمان، **مدل سیاره‌ای (مدل بور) پس از مدل هسته‌ای (مدل رادرفورد)** مطرح شد که باعث کامل‌تر شدن مدل اتمی شد.

۲. الف: مدل و نظریهٔ فیزیکی / ب: نیستند / پ: توپ بیلیارد / ت: آزمون‌پذیری

۳. مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی همواره توسط آزمایش مورد آزمون قرار می‌گیرند. تا زمانی که نتیجهٔ آزمایش‌ها با یک مدل یا نظریه مطابقت داشته باشند، آن مدل یا نظریه همچنان پابرجا باقی می‌ماند؛ اما اگر نتیجهٔ آزمایش‌ها نشان دهند که بخشی از یک مدل یا نظریه یا کل آن ایراد دارد، آنگاه می‌بایست آن مدل یا نظریه بازبینی و اصلاح شود.

توجه: همین که اشاره کنید **نتایج آزمایش‌های جدید** می‌تواند باعث بازنگری یک مدل یا نظریه شود، برای گرفتن نمرهٔ کامل این سؤال کافی است.

۴. الف: *جناب حضرت آقای پروفسوررررر تامسون* / ب: تفکر نقادانه - اندیشه‌ورزی فعال / پ: ابر الکترونی / ت: جزئی

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

توضیحات بیشتر: بررسی و تحلیل پدیده‌های فیزیکی معمولاً با پیچیدگی‌هایی همراه است. در مدل‌سازی یک پدیده، اثرهای جزئی (مواردی که باعث تغییر در اصل مسئله نمی‌شوند) را نادیده می‌گیریم و فقط اثرهای مهم و تعیین‌کننده در رخ دادن آن پدیده‌ها را در نظر می‌گیریم.
به‌طور مثال، در پرتاب یک توپ بسکتبال به هوا، درزها و شیارهای روی توپ و یا مقاومت هوا و ... روی حرکت توپ اثر آن‌چنانی نمی‌گذارند. به همین دلیل می‌توان از این اثرهای جزئی صرف‌نظر کرد؛ ولی اثر نیروی وزن (گرانشی) توپ خیلی مهم است.
نیروی گرانشی زمین بر توپ همواره آن را به‌سمت زمین می‌کشاند. به همین دلیل است که توپ پس از پرتاب، دوباره به‌سمت زمین بازمی‌گردد؛ بنابراین اگر نیروی جاذبهٔ زمین را نادیده بگیریم، آنگاه مدل ما پیش‌بینی می‌کند که وقتی توپ به‌سمت بالا پرتاب می‌شود، در یک خط مستقیم بالا می‌رود!

۶. الف: در نظر گرفتن هر یک از موارد زیر باعث پیچیدگی بررسی حرکت توپ می‌شود: **۱.** اندازه و شکل دقیق توپ (یعنی در نظر گرفتن درزها و برجستگی‌های روی توپ)؛ **۲.** چرخش توپ به دور خود در حین حرکت؛ **۳.** اثر وزش باد و مقاومت هوا؛ **۴.** اثر تغییر وزن توپ (تغییر شتاب گرانشی) با تغییر فاصلهٔ توپ از سطح زمین؛ **۵.** اثر تغییر فشار هوا روی توپ با تغییر فاصلهٔ توپ از سطح زمین. / ب: اگر از نیروی جاذبهٔ زمین صرف‌نظر کنیم، آنگاه توپ می‌بایست همواره روی خط مستقیم در جهت پرتاب حرکت کند؛ درحالی‌که نیروی جاذبهٔ زمین، توپ را به سمت خود می‌کشد و همین امر باعث تغییر در جهت حرکت توپ و بازگشت آن به سطح زمین می‌شود.

۷. الف: **نیروی جاذبهٔ زمین**، یک اثر مهم و تعیین‌کننده در سقوط هر جسمی است؛ بنابراین از این اثر **نمی‌توان** چشم‌پوشی کرد. / ب: با تغییر فاصله از سطح زمین، شتاب گرانشی زمین تغییر می‌کند؛ بنابراین نیروی گرانشی زمین که بر توپ وارد می‌شود، تغییر می‌کند؛ اما این تغییر تا فواصل چندصدمتری خیلی ناچیز است؛ بنابراین **می‌توان** به‌عنوان یک اثر جزئی از آن صرف‌نظر کرد. / پ: کیسهٔ فریزر یک جسم سبک است؛ پس مقاومت هوا می‌تواند اثر مهمی روی حرکت آن بگذارد؛ به‌طور کلی از اثر مقاومت هوا در سقوط اجسام سبکی مانند کیسهٔ فریزر، پَر، توپ بدمینتون، برگ کاغذ و ... **نمی‌توان** چشم‌پوشی کرد. / ت: حرکت‌های چرخشی کیسه حین سقوط، چندان اثر مهمی نیست؛ بنابراین **می‌توان** آن را نادیده گرفت.

۸. نور معمولی طی مسیر حرکت کمی پراکنده می‌شود؛ درحالی‌که در این شکل، باریکهٔ نور به‌صورت مجموعه‌ای از **پرتوهای موازی** (بدون پراکندگی) مدل‌سازی شده است.

۹. نوری که از چشمهٔ نور دوردست (خورشید) آمده است، به‌صورت پرتوهای موازی مدل‌سازی شده است و نوری که پس از بازتاب از درخت به دوربین عکاسی می‌رسد، به‌علت نزدیک بودن درخت به دوربین، به‌صورت پرتوهای واگرا مدل‌سازی شده است؛ درحالی‌که در واقعیت، نور دارای پراکندگی‌های جزئی است.

۱۰. برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که **تغییر نکنند** و در مکان‌های مختلف **قابل بازتولید** باشند.

۱۱. خیر. فاصلهٔ زمانی بین دو ضربان متوالی قلب یا نبض انسان ثابت نیست و همچنین از یک انسان به انسان دیگر نیز متفاوت است؛ بنابراین نمی‌تواند یکای مناسبی برای اندازه‌گیری زمان باشد.

توجه: همین که اشاره کنید این کمیت تغییر می‌کند و ثابت نیست، نمرهٔ کامل به شما تعلق می‌گیرد.

۱۲. **مزیت:** قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را دارد و به‌سادگی در دسترس است.
عیب: وجب هر فرد هم‌زمان با رشد بدن او (از کودکی تا بزرگسالی) تغییر می‌کند و یا همچنین از یک فرد به فردی دیگر نیز دچار تغییر می‌شود؛ زیرا وجب هر فرد بسته به اندازهٔ دست و کشیدگی انگشتانش با فرد دیگر متفاوت است.
از کرامات شیخ ما چه عجب / پنجه را باز نمود و گفت وجب!

۱۳. الف: در فیزیک، به هر آنچه که بتوان آن را اندازه گرفت و مقدار اندازه‌گیری‌شده را حداقل با یک عدد بیان کرد، **کمیت فیزیکی** گفته می‌شود؛ مثل جرم، طول، زمان و ... .

توضیحات بیشتر: اگر کسی از شما بپرسد: چند سالتان است؟ به‌راحتی می‌گویید: ۱۶ سال. اما اگر کسی از شما بپرسد: سوادتان چقدر است؟ آیا می‌توانید حداقل با یک عدد به او پاسخ دهید؟!
به‌طور کلی برای بیان اندازهٔ چیزهایی مثل زمان، طول، جرم، وزن، تندی، شتاب و ... می‌توانیم از یک عدد استفاده کنیم. بنابراین این موارد، کمیت فیزیکی به شمار می‌آیند؛ اما برای بیان اندازهٔ چیزهایی مانند سواد، غم یا شادی، زیبایی، ترس، دوست داشتن و ... معیاری برای اندازه‌گیری وجود ندارد *(یا بهتره بگم فعلاً وجود نداره!)* که بتوان حاصل را به‌صورت یک عدد گزارش کرد.

ب: برای بیان کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر یا عددی) تنها از **یک عدد** و **یکای مناسب** استفاده می‌شود؛ درحالی‌که برای بیان کمیت‌های برداری، علاوه بر **یک عدد** و **یکای مناسب**، از **جهت** نیز استفاده می‌شود.

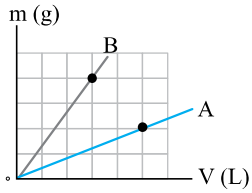
۱۴. الف: مسافت پیموده‌شده: کمیت نرده‌ای (جهت ندارد.) - جابه‌جایی: کمیت برداری (جهت دارد.) / ب: کمیت **طول** یکی از ۷ کمیت اصلی است که وابسته به شرایط مختلف مسئله نام‌های متفاوتی دارد، *(یعنی هرجا یه چیزی صداش می‌کنن!)* اما وجه مشترک همگی آن‌ها، یکای اندازه‌گیری‌شان است.
مسافت و جابه‌جایی هر دو از جنس کمیت طول هستند و یکای اندازه‌گیری هر دو در SI، متر است. بد نیست کمیت‌های دیگر از جنس طول را نیز بشناسید:
۱. ضلع در چندضلعی‌ها **۲. قطر**، **شعاع** و **وتر** در دایره‌ها **۳.** ارتفاع یا قد **۴.** ضخامت یا پهنا

۱۰۹. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌کنید، به‌ازای جرم یکسان (خط‌چین افقی در نمودار)، حجم مادهٔ A برابر $۴۰۰\,cm^۳$ و حجم مادهٔ B برابر V' است:

$$\frac{\rho_B}{\rho_A}=\frac{m_B}{m_A}\times\frac{V_A}{V_B}\Rightarrow\frac{۱}{۲}=۱\times\frac{۴۰۰}{V'}\Rightarrow V'=۲\times۴۰۰=۸۰۰\,cm^۳$$

۱۱۰. گزینهٔ «۳»؛ **گام اول:** شیب خط در نمودار m برحسب V بیانگر چگالی ماده است؛ بنابراین برای هر یک از مایع‌های A و B داریم:

$$\rho_A=\frac{m_A}{V_A}=\frac{۲}{۵}\,g/L\ ,\ \rho_B=\frac{m_B}{V_B}=\frac{۴}{۳}\,g/L$$



گام دوم: حالا نسبت چگالی مایع A به B را می‌یابیم:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{\frac{۲}{۵}}{\frac{۴}{۳}}=\frac{۶}{۲۰}=\frac{۳}{۱۰}$$

۱۱۱. **گام اول:** جرم قطعه فلز را با ترازو اندازه می‌گیریم.
گام دوم: مقدار مشخصی آب درون استوانهٔ مدرج ریخته و قطعه فلز را درون آن می‌اندازیم. حجم آبی که درون استوانه جابه‌جا می‌شود، برابر با حجم قطعه فلز است.
گام سوم: با دانستن جرم (m) و حجم (V) قطعه فلز، به‌راحتی می‌توان از طریق رابطهٔ $\rho=\frac{m}{V}$ چگالی آن را به دست آورد.

۱۱۲. **گام اول:** حجم مایع جابه‌جاشده درون استوانه برابر با حجم جسم جامد است:

$$V=۲۵-۱۷=۸\,cm^۳$$

گام دوم: جرم جسم ۲۴ g است؛ پس با استفاده از رابطهٔ چگالی می‌توان نوشت:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۲۴\,(g)}{۸\,(cm^۳)}=۳\,g/cm^۳$$

۱۱۳. **گام اول:** افزایش حجم آب برابر با حجم گلولهٔ فلزی است:

$$V_{\text{گلوله}}=۳۲-۲۲/۵=۹/۵\,cm^۳$$

از آنجایی که $۱\,cm^۳=۱\,mL$ است، حجم گلولهٔ فلزی ۹/۵ mL می‌شود.
گام دوم: جرم گلوله ۵۷ گرم است، بنابراین داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۵۷\,(g)}{۹/۵\,(mL)}=۶\,g/mL$$

۱۱۴. الف: حجم قطعه فلز برابر با حجم الکل جابه‌جاشده است، چون ظرف در ابتدا لبریز از الکل بوده است، آن حجم از الکل که می‌خواهد جابه‌جا شود، به‌ناچار بیرون می‌ریزد؛ بنابراین حجم قطعه فلز $۲۴۰\,cm^۳$ است. / ب: چگالی قطعه فلز $۳۵۰۰\,kg/m^۳$ است که معادل با $۳/۵\,g/cm^۳$ است:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V=۳/۵\,(\frac{g}{cm^۳})\times۲۴۰\,(cm^۳)=۸۴۰\,g$$

توجه کنین چگالی الکل که در صورت سؤال داده شده، نقش سیاهی‌لشکر رو بازی می‌کنه!

۱۱۵. **گام اول:** حجم جسم برابر با حجم مایع جابه‌جاشده است:

$$V=۱۸/۸-۱۲/۶=۶/۲\,mL=۶/۲\,cm^۳$$

توجه: ۱ میلی‌لیتر معادل ۱ سانتی‌متر مکعب است.
گام دوم: چگالی جسم $۴/۵\,g/cm^۳$ به دست آمده است:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow۴/۵\,(\frac{g}{cm^۳})=\frac{m}{۶/۲\,(cm^۳)}\Rightarrow m=۴/۵\times۶/۲=۲۷/۹\,g$$

۱۱۶. **گام اول:** هنگامی که ۱۸۰ mL (به عبارتی دیگر $۱۸۰\,cm^۳$) مایع درون استوانهٔ مدرج می‌ریزیم، جرم آن از ۳۵۰ g به ۱۷۰۰ g می‌رسد؛ بنابراین جرم این مقدار مایع برابر است با:

$$m_{\text{مایع}}=۱۷۰۰-۳۵۰=۱۳۵۰\,g$$

گام دوم: با داشتن حجم و جرم مایع، به دست آوردن چگالی آن کاری ندارد:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۱۳۵۰\,(g)}{۱۸۰\,(cm^۳)}=۷/۵\,\frac{g}{cm^۳}\xrightarrow[\text{تبدیل به یکای SI}]{\times۱۰۰۰}\rho=۷۵۰۰\,kg/m^۳$$

۱۱۷. در حالت اول، یک ظرف به حجم V پر از آب و در حالت دوم، همان ظرف به همان اندازه حاوی روغن است؛ بنابراین حجم آب و حجم روغن یکسان است:

$$V_{\text{آب}}=V_{\text{روغن}}\xrightarrow{V=\frac{m}{\rho}}\frac{m_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}}=\frac{m_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{روغن}}}$$

$$\Rightarrow\frac{۵\,(kg)}{۱\,(\frac{g}{cm^۳})}=\frac{m_{\text{روغن}}}{۰/۸\,(\frac{g}{cm^۳})}\Rightarrow m_{\text{روغن}}=۵\times۰/۸=۴\,kg$$

۱۱۸. یک بار ظرف خالی را به‌طور کامل از آب و بار دیگر از مایع با چگالی ρ پر کرده‌ایم؛ بنابراین حجم آب و مایع نامعلوم یکسان است. از طرفی دیگر جرم ظرف خالی ۱۰۰ g و مجموع جرم ظرف و آب ۳۰۰ g شده است؛ واضح است که جرم آب ۲۰۰ g است. به‌طور مشابه، جرم مایع نامعلوم نیز ۸۰۰ g به دست می‌آید:

$$m_{\text{ظرف}}+m_{\text{آب}}=۳۰۰\xrightarrow{m_{\text{ظرف}}=۱۰۰\,g}۱۰۰+m_{\text{آب}}=۳۰۰\Rightarrow m_{\text{آب}}=۲۰۰\,g$$

$$m_{\text{ظرف}}+m_{\text{مایع}}=۹۰۰\xrightarrow{m_{\text{ظرف}}=۱۰۰\,g}۱۰۰+m_{\text{مایع}}=۹۰۰\Rightarrow m_{\text{مایع}}=۸۰۰\,g$$

$$V_{\text{آب}}=V_{\text{مایع}}\xrightarrow{V=\frac{m}{\rho}}\frac{m_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}}=\frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}}$$

$$\Rightarrow\frac{۲۰۰\,(g)}{۱\,(\frac{g}{cm^۳})}=\frac{۸۰۰\,(g)}{\rho_{\text{مایع}}}\Rightarrow\rho_{\text{مایع}}=\frac{۸۰۰\times۱}{۲۰۰}=۴\,g/cm^۳$$

۱۱۹. **گام اول:** ابتدا داده‌های مسئله را یکسان و سازگار می‌کنیم. برای این کار، چگالی‌ها را برحسب $g/cm^۳$ و جمع جرم‌ها را برحسب گرم می‌نویسیم:

$$\rho_A=۳۰۰۰\,\frac{kg}{m^۳}=۳\,\frac{g}{cm^۳}$$

$$\rho_B=۱۵\,\frac{g}{mL}\times\frac{۱۰^۳\,mL}{۱\,L}\times\frac{۱\,L}{۱۰^۳\,cm^۳}=۱۵\,\frac{g}{cm^۳}$$

$$m_A+m_B=۹kg=۹۰۰۰g$$

گام دوم: حالا مجموع جرم‌ها را با کمک رابطهٔ چگالی بازنویسی می‌کنیم:

$$m_A+m_B=۹۰۰۰\Rightarrow\rho_AV_A+\rho_BV_B=۹۰۰۰$$

$$\Rightarrow۳V_A+۱۵V_B=۹۰۰۰\Rightarrow V_A+۵V_B=۳۰۰۰$$

گام سوم: مطابق صورت سؤال، مجموع حجم‌ها $۱۲۰۰\,cm^۳$ است. کافی است این مقدار را با گام دوم، به‌صورت ۲ معادله و ۲ مجهول بنویسیم:

$$\begin{cases}V_A+۵V_B=۳۰۰۰\\V_A+V_B=۱۲۰۰\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}V_A+۵V_B=۳۰۰۰\\-V_A-V_B=-۱۲۰۰\end{cases}$$

$$۴V_B=۱۸۰۰\Rightarrow V_B=۴۵۰\,cm^۳$$

گام چهارم: حالا برای یافتن جرم مایع B از رابطهٔ چگالی کمک می‌گیریم:

$$m_B=\rho_BV_B=۱۵\times۴۵۰=۶۷۵۰\,g$$

۱۲۰. الف: درست (۰/۲۵) / ب: درست (۰/۲۵) / پ: نادرست (۰/۲۵) / ت: نادرست (۰/۲۵)

۱۲۱. الف: شرودینگر (۰/۲۵) / ب: مول (۰/۲۵) / پ: عمود (۰/۲۵) / ت: کاهش (۰/۲۵)

۱۲۲. الف: به مدت‌زمان بین شروع و پایان یک رویداد، بازهٔ زمانی گفته می‌شود. (۰/۵) / ب: کمیت نرده‌ای، کمیتی است که برای بیان آن تنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود. (۰/۵)

۱۲۳. الف: گزینهٔ «۱» (۰/۲۵) / ب: گزینهٔ «۳» (۰/۲۵) / پ: گزینهٔ «۲» (۰/۲۵) / ت: گزینهٔ «۳» (۰/۲۵)

۱۲۴. **مزیت:** همواره در دسترس است. (۰/۲۵)
عیب: از یک فرد تا فردی دیگر یا با گذر زمان برای یک فرد تغییر می‌کند (۰/۲۵) (اشاره به تغییرپذیر بودن آن کافی است.)

۱۲۵.

$$\underbrace{\text{۲ مثقال}}_{(۰/۵)} = \underbrace{\frac{\text{۱ مثقال}}{\text{۴/۶ گرم}}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{\text{۱ گرم}}{\text{۱۰۰۰ میلی‌گرم}}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{\text{۲۰۰ میلی‌گرم}}{\text{۱ قیراط}}}_{(۰/۲۵)} \times \text{۴۶ قیراط} = \text{۴۶ قیراط}$$

۱۲۶. الف: ۵ (۰/۲۵) / ب: ۳ (۰/۲۵) / پ: ۴ (۰/۲۵) / ت: ۲ (۰/۲۵)

۱۲۷. الف: خط کشی که تامیکرومتر مدرج شده است. (۰/۲۵) / ب: وزن (۰/۲۵) / پ: تغییری نمی‌کند. (۰/۲۵) / ت: $\vec{a}$ یک کمیت برداری (۰/۲۵) است، ولی a فقط اندازهٔ آن کمیت برداری (۰/۲۵) است.

۱۲۸. الف: از جنس تندی (یا سرعت) (۰/۲۵)

ب:

$$v = Bt + A \Rightarrow [v] = [B] \times [t] \Rightarrow \underbrace{\frac{m}{s}}_{(۰/۲۵)} = [B] \times \underbrace{s}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow [B] = \underbrace{\frac{m}{s^۲}}_{(۰/۲۵)}$$

۱۲۹.

$$\underbrace{\text{آهنگ ذوب شدن (کاهش طول)}}_{(۰/۵)} = \frac{\Delta L}{\Delta t} = ۱/۵ \frac{mm}{min} \times \frac{۱ cm}{۱۰ mm} \times \frac{۶۰ min}{۱ h} = ۹ \frac{cm}{h}$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = ۹ \frac{cm}{h} = \frac{۱۸ cm}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱۸}{۹} = ۲ h \quad (۰/۵)$$

۱۳۰. تعداد مشخصی پونز را روی ترازو قرار می‌دهیم و سپس جرم به‌دست‌آمده را بر تعداد پونزها تقسیم می‌کنیم. (۰/۷۵)

۱۳۱. الف:

$$۵ \frac{nm}{s} = ۵ \frac{nm}{s} \times \underbrace{\frac{۶۰ s}{۱ min}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{۱۰^{-۹} m}{۱ nm} \times \frac{۱ \mu m}{۱۰^{-۶} m}}_{(۰/۲۵)} = \underbrace{۰/۳ \frac{\mu m}{min}}_{(۰/۲۵)}$$

ب:

$$۱۲۰۰ \frac{cm^۲}{MJ} = ۱۲۰۰ \frac{cm^۲}{MJ} \times \underbrace{\frac{۱ MJ}{۱۰^۶ J} \times \frac{۱۰^۳ J}{۱ kJ}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{(۱۰^{-۲})^۲ m^۲}{۱ cm^۲} \times \frac{۱ mm^۲}{(۱۰^{-۳})^۲ m^۲}}_{(۰/۲۵)}$$

$$= \frac{۱۲۰۰ \times ۱۰^۳ \times ۱۰^{-۴}}{۱۰^۶ \times ۱۰^{-۶}} = \underbrace{۱۲۰ \frac{mm^۲}{kJ}}_{(۰/۲۵)}$$

۱۳۲.

$$\text{تندی کشتی} = ۳۷ \times \frac{۰/۵ m/s}{۱ \text{ گره}} = ۱۸/۵ m/s \quad (۰/۲۵)$$

$$۱۸/۵ \frac{m}{s} \times \underbrace{\frac{۶۰ s}{۱ min}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{۱ mi}{۱۸۵۰ m}}_{(۰/۲۵)} = ۰/۶ \frac{mi}{min} = \text{تندی کشتی} \quad (۰/۵)$$

۱۳۳. الف: ۰/۱ g (۰/۲۵) / ب: ۵۸/۶ فاصلهٔ زیادی با بقیهٔ اعداد دارد؛ بنابراین در میانگین‌گیری شرکت نمی‌کند:

$$\underbrace{\frac{۵۲/۱ + ۵۳/۴ + ۵۳/۹ + ۵۱/۰}{۴}}_{(۰/۵)} = \text{میانگین} = ۵۲/۶ g \quad (۰/۲۵)$$

۱۳۴. مایع B (۰/۲۵)؛ زیرا چگالی مایع B بیشتر از چگالی مایع A است. (۰/۵)

$$\begin{cases} \rho_B = ۳ g/cm^۳ \xrightarrow[\text{تبدیل به SI}]{\times ۱۰۰۰} \rho_B = ۳۰۰۰ kg/m^۳ \\ \rho_A = ۲۵۰۰ kg/m^۳ \end{cases} \Rightarrow \rho_B > \rho_A$$

۱۳۵. ابتدا حجم استوانه را به دست می‌آوریم.

$$V = \pi r^۲ h = ۳ \times ۲^۲ \times ۱۰ = ۱۲۰ cm^۳ \xrightarrow[\text{تبدیل به SI}]{\times ۱۰^{-۶}} V = ۱۲۰ \times ۱۰^{-۶} m^۳ \quad (۰/۵)$$

حالا با استفاده از رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \underbrace{۸/۵ \times ۱۰^۳}_{\text{برحسب } kg/m^۳} = \frac{m}{۱۲۰ \times ۱۰^{-۶}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow m = ۸/۵ \times ۱۰^۳ \times ۱۲۰ \times ۱۰^{-۶} = ۱/۰۲ kg \quad (۰/۲۵)$$

۱۳۶. مادهٔ B (۰/۲۵)؛ زیرا به‌ازای جرم یکسان، حجم کمتری دارد یا به عبارت دیگر، به‌ازای حجم یکسان از دو ماده، مادهٔ B جرم بیشتری دارد؛ درنتیجه از چگالی بیشتری نیز برخوردار است. (شیب نمودار $V - m$ آن کمتر است.) (۰/۵)

۱۳۷.

$$V = ۲۱/۵ - ۱۴/۲ = ۷/۳ mL \quad (۰/۲۵)$$

$$m = ۲۹/۲ g$$

طبق رابطهٔ چگالی داریم (توجه کنید $۱ cm^۳ = ۱ mL$ است):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \rho = \frac{۲۹/۲ g}{۷/۳ cm^۳} = ۴ g/cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

$$\xrightarrow[\text{تبدیل به یکای SI}]{\times ۱۰۰۰} \rho = ۴۰۰۰ kg/m^۳ \quad (۰/۲۵)$$

۱۳۸. **گام اول:** جرم لیوان پر از روغن ۵۱۰ g است.

$$m_{\text{لیوان}} + m_{\text{روغن}} = ۵۱۰ g \xrightarrow{m_{\text{لیوان}} = ۲۳۰ g} ۲۳۰ + m_{\text{روغن}} = ۵۱۰$$

$$\Rightarrow m_{\text{روغن}} = ۲۸۰ g \quad (۰/۲۵)$$

گام دوم: حجم لیوان برابر است با:

$$\rho_{\text{روغن}} = \frac{m_{\text{روغن}}}{V_{\text{(روغن) لیوان}}} \Rightarrow ۰/۸ \left(\frac{g}{cm^۳}\right) = \frac{۲۸۰ g}{V} \Rightarrow V = ۳۵۰ cm^۳ \quad (۰/۵)$$

گام سوم: جرم لیوان به همراه مقداری مایع با چگالی ρ، ۳۳۵ g است؛ بنابراین داریم:

$$m_{\text{لیوان}} + m_{\text{مایع}} = ۳۳۵ \Rightarrow ۲۳۰ + m_{\text{مایع}} = ۳۳۵ \Rightarrow m_{\text{مایع}} = ۱۰۵ g \quad (۰/۲۵)$$

گام چهارم:

$$V_{\text{مایع}} = \frac{۱}{۵} V = \frac{۱}{۵} \times ۳۵۰ = ۷۰ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

$$\rho_{\text{مایع}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{V_{\text{مایع}}} = \frac{۱۰۵ g}{۷۰ cm^۳} = ۱/۵ g/cm^۳ \quad (۰/۵)$$

۱۳۹. الف: نادرست (۰/۲۵) / ب: نادرست (۰/۲۵) / پ: نادرست (۰/۲۵) / ت: نادرست (۰/۲۵)

۱۴۰. الف: جریان الکتریکی (۰/۲۵) / ب: $m/s^۲$ (۰/۲۵) / پ: وزن (۰/۲۵) / ت: بیشتر از (۰/۲۵)

۱۴۱. ۱. درزها و برجستگی‌های روی توپ (یا شکل و اندازهٔ توپ) (۰/۲۵)
۲. مقاومت هوا (۰/۲۵)
از مواردی چون چرخش توپ، کاهش وزن توپ با ارتفاع گرفتن از سطح زمین، کاهش اثر فشار هوا روی توپ و ... نیز می‌توان چشم‌پوشی کرد.

۱۴۲.

$$\text{۲۸/۸ تُن برنج} = ۲۸/۸ \times \underbrace{\frac{۱۰۰۰ kg}{۱ \text{ تُن}}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{۱۰۰۰ g}{۱ kg}}_{(۰/۲۵)} \times \underbrace{\frac{\text{۱ مثقال}}{۴/۵ g}}_{(۰/۲۵)}$$

$$\text{مَنِ تبریز} = ۱۰۰۰۰ = \frac{۲۸/۸ \times ۱۰^۶}{۴/۵ \times ۶۴۰} \times \underbrace{\frac{\text{۱ مَن تبریز}}{۶۴۰ \text{ مثقال}}}_{(۰/۲۵)} \quad (۰/۲۵)$$

۱۴۳. $۱۰\,AU = ۱۰\times ۱/۵\times ۱۰^{۱۱}\,m = ۱۵\times ۱۰^{۱۱}\,m$ (۰/۲۵)

$c = ۳\times ۱۰^{۵}\,\frac{km}{s}\times\frac{۱۰۰۰\,m}{۱\,km} = ۳\times ۱۰^{۸}\,m/s$ تندی نور در خلأ (۰/۲۵)

$L = ct \Rightarrow ۱۵\times ۱۰^{۱۱}\,m = ۳\times ۱۰^{۸}\,m/s\times t \Rightarrow t = \frac{۱۵\times ۱۰^{۱۱}}{۳\times ۱۰^{۸}}$

$= ۵\times ۱۰^{۳}\,s$ (۰/۵)

۱۴۴.

$۱۵۰۰\frac{L}{min} = ۱۵۰۰\frac{L}{min}\times\frac{۱۰۰۰\,cm^{۳}}{\underbrace{۱\,L}_{(۰/۲۵)}}\times\frac{۱\,min}{\underbrace{۶۰\,s}_{(۰/۲۵)}} = ۲۵۰۰۰\,cm^{۳}/s$ (۰/۵)

---

۱۴۵. الف: طول (۰/۲۵) / ب: $\frac{kg.m}{s^{۲}}$ (۰/۲۵) / پ: افزایش (۰/۲۵) / ت: ۱۰ میکرومتر (۰/۲۵)

۱۴۶.

$F = kx \Rightarrow [F] = [k]\times[x]$

$\Rightarrow \underbrace{[m][a]}_{(۰/۲۵)} = [k][x] \Rightarrow \underbrace{kg\times\frac{m}{s^{۲}}}_{(۰/۵)} = [k]\times m \Rightarrow [k] = kg/s^{۲}$ (۰/۲۵)

---

۱۴۷. الف:

$۴۰۰\frac{g.\mu m}{s^{۲}} = ۴۰۰\frac{g.\mu m}{s^{۲}}\times\underbrace{\frac{۱\,kg}{۱۰۰۰\,g}}_{(۰/۲۵)}\times\underbrace{\frac{۱۰^{-۶}\,m}{۱\,\mu m}}_{(۰/۲۵)}\times\underbrace{\frac{(۱۰^{-۳})^{۲}s^{۲}}{۱\,ms^{۲}}}_{(۰/۲۵)}$

$= \frac{۴۰۰\times ۱۰^{-۶}\times ۱۰^{-۶}}{۱۰^{۳}} = ۴۰۰\times ۱۰^{-۱۵}\,\frac{kg.m}{ms^{۲}}$ (۰/۵)

ب:

$۹۰\frac{MW}{min} = ۹۰\frac{MW}{min}\times\underbrace{\frac{۶۰\,min}{۱\,h}}_{(۰/۲۵)}\times\underbrace{\frac{۱۰^{۶}\,W}{۱\,MW}\times\frac{۱\,TW}{۱۰^{۱۲}\,W}}_{(۰/۲۵)}$

$= \frac{۹۰\times ۶۰\times ۱۰^{۶}}{۱۰^{۱۲}} = ۵۴۰۰\times ۱۰^{-۶}$ (۰/۵)

---

۱۴۸. الف: $۱\,\mu A$ (۰/۵)

ب: $\underbrace{۰/۰۰۰۱\,s}_{(۰/۲۵)}\xrightarrow[\times ۱۰^{۳}]{\text{تبدیل به ms}}\underbrace{۰/۱\,ms}_{(۰/۲۵)}$

---

۱۴۹. خیر. ۳۵ mA برابر با ۰/۰۳۵ A است. دقت اندازه‌گیری آمپرسنج دیجیتالی ۰/۰۱ A است، یعنی اعدادی که این آمپرسنج نشان می‌دهد، به‌صورت ۰/۰۱ A افزایش می‌یابند. درحالی‌که عدد ۰/۰۳۵ A را آمپرسنجی اندازه گرفته که دقت اندازه‌گیری آن ۰/۰۰۱ A است. (۰/۷۵)

---

۱۵۰. **گام اول:** ابتدا حجم مکعب را به دست می‌آوریم:

$V_{مکعب} = a^{۳} = ۲^{۳} = ۸\,cm^{۳}$ (۰/۲۵)

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ چگالی داریم:

$\underbrace{\rho = \frac{m}{V}}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow \underbrace{۸/۹\,(\frac{g}{cm^{۳}}) = \frac{m}{۸\,(cm^{۳})}}_{(۰/۲۵)} \Rightarrow m = ۸/۹\times ۸ = ۷۱/۲\,g$ (۰/۲۵)

---

۱۵۱. $m_{آب} = \rho_{آب}V_{آب} = ۱\,kg/L\times ۱۰\,L = ۱۰\,kg$ (۰/۵)

توجه کنید که $۱\,kg/L = ۱\,g/cm^{۳}$ است.

$m_{روغن} = \rho_{روغن}V_{روغن} = ۰/۹\,kg/L\times ۱۰\,L = ۹\,kg$ (۰/۵)

اختلاف جرم دو ظرف برابر با اختلاف جرم دو مایع است.

$\Delta m = m_{آب} - m_{روغن} = ۱۰-۹ = ۱\,kg$ (۰/۲۵)

---

۱۵۲. **گام اول:** ابتدا حجم ظاهری مکعب را می‌یابیم.

$V_{ظاهری} = a^{۳} = ۲۰^{۳} = ۸۰۰۰\,cm^{۳}$ (۰/۲۵)

گام دوم: حجم مادهٔ به‌کاررفته در مکعب برابر است با:

$\rho = \frac{m}{V_{مادهٔ\,به‌کاررفته}}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow ۲/۷\,g/cm^{۳} = \frac{۱۳/۵\times ۱۰^{۳}\,g}{V_{مادهٔ\,به‌کاررفته}}$

$\Rightarrow V_{مادهٔ\,به‌کاررفته} = \frac{۱۳۵۰۰}{۲/۷} = ۵۰۰۰\,cm^{۳}$ (۰/۵)

گام سوم: حجم حفره برابر با اختلاف حجم ظاهری مکعب و حجم مادهٔ به‌کاررفته در آن است.

$V_{حفره} = V_{ظاهری} - V_{مادهٔ\,به‌کاررفته} = ۸۰۰۰ - ۵۰۰۰ = ۳۰۰۰\,cm^{۳}$ (۰/۲۵)

---

۱۵۳. ابتدا یک پرتقال با پوست را درون یک ظرف بزرگ آب می‌اندازیم. پرتقال روی سطح آب شناور می‌شود. حال اگر پرتقال را پوست کنده و دوباره به درون آب بیندازیم، این بار پرتقال درون آب فرو می‌رود. این پدیده درحالی اتفاق می‌افتد که جرم پرتقال با پوست بیشتر از جرم پرتقال بدون پوست است (به عبارت دیگر، پرتقال با پوست سنگین‌تر از پرتقال بدون پوست است). می‌توان نتیجه گرفت که علت فرو رفتن در آب، سنگین‌تر بودن جسم نیست. بلکه بیشتر بودن چگالی جسم نسبت به آب است. (۱)

۱۵۴.

$V_{مکعب} = a^{۳} = ۴^{۳} = ۶۴\,cm^{۳}$ (۰/۲۵)

$V_{استوانه} = \pi r^{۲}h = ۳\times ۵^{۲}\times ۸ = ۶۰۰\,cm^{۳}$ (۰/۲۵)

$m_{مکعب} = m_{استوانه} \xrightarrow{m=\rho V} \rho V_{مکعب} = \rho' V_{استوانه}$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow \rho\times ۶۴ = \rho'\times ۶۰۰ \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{۶۴}{۶۰۰} = \frac{۸}{۷۵}$ (۰/۵)

۱۵۵.

$\rho_{مخلوط} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B}$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow \rho_{مخلوط} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} \xrightarrow{m_A = ۲m_B} \rho_{مخلوط} = \frac{۲m_B + m_B}{\frac{۲m_B}{۲} + \frac{m_B}{۴}}$ (۰/۵)

$\Rightarrow \rho_{مخلوط} = \frac{۳m_B}{(۱+\frac{۱}{۴})m_B} = \frac{۳}{\frac{۵}{۴}} = ۲/۴\,g/cm^{۳}$ (۰/۵)

---

۱۵۶. **گام اول:** حجم مایعی که بیرون ریخته شده، با حجم قطعهٔ نقره برابر است:

$\underbrace{V_{مایع\,بیرون\,ریخته} = V_{قطعهٔ\,نقره}}_{(۰/۲۵)} = \frac{m_{نقره}}{\rho_{نقره}} = \frac{۸۴\,(g)}{۱۰/۵\,(\frac{g}{cm^{۳}})} = ۸\,cm^{۳}$ (۰/۲۵)

گام دوم: $۸\,cm^{۳}$ مایع با چگالی $۰/۹\,g/cm^{۳}$ از ظرف بیرون ریخته شده؛ بنابراین جرم مایع بیرون‌ریخته‌شده برابر است با: (۰/۵)

$\underbrace{m_{مایع\,بیرون\,ریخته} = \rho_{مایع}V_{مایع\,بیرون\,ریخته}}_{(۰/۲۵)} = ۰/۹\,(\frac{g}{cm^{۳}})\times ۸\,(cm^{۳}) = ۷/۲\,g$

---

۱۵۷. الف: **گام اول:** ابتدا آهنگ ورود و خروج آب را برحسب یکاهای یکسان می‌نویسیم:

آهنگ ورود آب به مخزن: $۰/۲\,\frac{mL}{\mu s} = ۰/۲\,\frac{mL}{\mu s}\times\frac{۱۰^{+۶}\,\mu s}{۱\,s}$

$\times\frac{۶۰\,s}{۱\,min}\times\frac{۱\,m^{۳}}{۱۰^{۶}\,mL} = ۰/۲\times ۶۰ = ۱۲\,m^{۳}/min$ (۰/۵)

آهنگ خروج آب از مخزن: $۳\times ۱۰^{۶}\,\frac{cm^{۳}}{min}$

$= ۳\times ۱۰^{۶}\,\frac{cm^{۳}}{min}\times\frac{۱\,m^{۳}}{۱۰^{۶}\,cm^{۳}} = ۳\,m^{۳}/min$ (۰/۵)

گام دوم: در هر دقیقه، ۱۲ مترمکعب آب وارد مخزن می‌شود و ۳ متر مکعب آب از آن خارج می‌شود؛ بنابراین آهنگ خالص پُر شدن مخزن $۹\,m^{۳}/min$ است. (۰/۲۵)

ب: می‌خواهیم مخزن تا نیمه پر از آب شود؛ پس باید حجم آب را به دست آوریم:

$$V_{آب} = \pi r^2 h = 3 \times 2^2 \times 30 = 360\ m^3 \quad (0/25)$$

حالا کافی است $360\ m^3$ را بر آهنگ خالص پر شدن مخزن تقسیم کنیم:

$$\text{زمان پر شدن نیمی از مخزن} = \frac{\text{حجم نیمی از مخزن}}{\text{آهنگ خالص پر شدن مخزن}} \quad (0/25)$$

$$= \frac{360\ m^3}{9\ \frac{m^3}{min}} = 40\ min \quad (0/25)$$

---

۱۵۸. برای مقایسهٔ دقت‌های اندازه‌گیری با یکدیگر، همگی را براساس یکای یکسان (مثلاً گرم) می‌نویسیم.

شکل A: در ترازوی مدرج (عقربه‌ای) فاصلهٔ بین ۱ تا ۲ به دو قسمت تقسیم شده است، بنابراین دقت اندازه‌گیری این ترازو به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{دقت اندازه‌گیری A} = \frac{1}{2} = 0/5\ kg = 500\ g \quad (0/25)$$

شکل B: دقت ترازوی رقمی (دیجیتال) برابر یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می‌خواند، یعنی:

$$20/80\ kg \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری B} = 0/01\ kg = 10\ g \quad (0/25)$$

(آخرین رقم)

شکل C: مشابه ترازوی رقمی (دیجیتالی) B عمل می‌کنیم:

$$340\ g \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری C} = 1\ g \quad (0/25)$$

(آخرین رقم)

شکل D: مشابه ترازوی مدرج (عقربه‌ای) A عمل می‌کنیم:

$$\text{دقت اندازه‌گیری D} = \frac{1}{5} = 0/2\ g \quad (0/25)$$

هرچه مقدار عددی دقت اندازه‌گیری یک وسیله کمتر باشد، آن وسیله دقت بیشتری دارد، بنابراین در این تست دقت ترازوی مدرج D بیشتر از بقیهٔ ترازوها است. (0/25)

---

۱۵۹. **گام اول:** اگر فاصلهٔ بین دو عدد را به n قسمت مساوی تقسیم کنیم، دقت اندازه‌گیری برابر می‌شود با:

$$\text{دقت اندازه‌گیری} = \frac{50}{n}\ bar \xrightarrow{1\ bar = 10^5\ Pa} \frac{50}{n} \times 10^5\ Pa$$

$$= \frac{50}{n} \times 10^2\ kPa \quad (0/5)$$

گام دوم: با توجه به اینکه صورت مسئله گفته است که دقت اندازه‌گیری وسیله ۱۰۰۰ kPa باشد، پس عبارت به‌دست‌آمده در گام قبلی را برابر ۱۰۰۰ kPa قرار می‌دهیم:

$$\frac{50}{n} \times 10^2 = 1000 \Rightarrow \frac{50}{n} = 10 \Rightarrow n = 5 \quad (0/5)$$

۱۶۰.

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \quad (0/25) = \frac{126 + 180}{12 + 5} \quad (0/25) = \frac{306}{17}$$

$$= 18\ g/cm^3 \quad (0/25)$$

---

۱۶۱. فرض می‌کنیم جرم مساوی از این دو مایع، مقدار ۱۲ g مشخص‌شده روی نمودار باشد، بنابراین داریم:

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \quad (0/25) = \frac{12 + 12}{10 + 5} \quad (0/25) = \frac{24}{15}$$

$$= 1/6\ g/cm^3 \quad (0/25)$$

---

۱۶۲. **گام اول:** رابطهٔ چگالی مخلوط را نوشته و حجم را برحسب جرم با کمک رابطهٔ چگالی بازنویسی می‌کنیم.

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \quad (0/25) = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{2m_B + m_B}{\frac{2m_B}{6} + \frac{m_B}{15}} \quad (0/25)$$

$$= \frac{3m_B}{\frac{6m_B}{15}} = 7/5\ g/cm^3 \quad (0/25)$$

گام دوم: حالا نوبت تبدیل به یکای SI است.

$$\rho_{مخلوط} = 7/5 \times 1000 = 7500\ kg/m^3 \quad (0/25)$$

---

۱۶۳. **گام اول:** ابتدا چگالی مخلوط را حساب می‌کنیم.

$$\rho_{مخلوط} = \text{چگالی الکل} \quad \text{۱۰ درصد بیشتر از} \quad \rho_{الکل} \Rightarrow \rho_{مخلوط} = \rho_{الکل} + 0/1\rho_{الکل}$$

$$\Rightarrow \rho_{مخلوط} = 1/1\rho_{الکل} \quad (0/25) = 1/1 \times 0/8 = 0/88\ g/cm^3 \quad (0/25)$$

گام دوم: با رابطهٔ چگالی مخلوط و جای‌گذاری جرم برحسب چگالی و حجم $(m = \rho V)$ داریم:

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_{الکل} + m_{آب}}{V_{الکل} + V_{آب}} \quad (0/25) = \frac{\rho_{الکل} V_{الکل} + \rho_{آب} V_{آب}}{V_{الکل} + V_{آب}}$$

$$\Rightarrow 0/88 = \frac{0/8 V_{الکل} + (1 \times 1000)}{V_{الکل} + 1000} \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow 0/88 V_{الکل} + 880 = 0/8 V_{الکل} + 1000$$

$$\Rightarrow 0/08 V_{الکل} = 120 \Rightarrow V_{الکل} = \frac{120}{0/08} = 1500\ cm^3 \quad (0/25)$$

توجه: در سؤالات نسبت، یکاهای دو کمیت یکسان با هم برابر است، بنابراین از آنجایی که حجم آب را برحسب cm^3 جای‌گذاری کرده‌ایم، حجم الکل هم برحسب cm^3 به دست آمد.

---

۱۶۴. **روش اول: گام اول:** مجموع جرم نقره و طلا (جرم کل) را از رابطهٔ چگالی مخلوط می‌یابیم.

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_{طلا} + m_{نقره}}{\underbrace{V_{طلا} + V_{نقره}}_{5\ cm^3}} \quad (0/25) \Rightarrow 13/6 = \frac{m_{طلا} + m_{نقره}}{5}$$

$$\Rightarrow m_{طلا} + m_{نقره} = 13/6 \times 5 = 68\ g \quad (I) \quad (0/25)$$

گام دوم: حجم کل مخلوط $(V_{طلا} + V_{نقره})$ برابر $5\ cm^3$ است.

$$V_{طلا} + V_{نقره} = \frac{m_{طلا}}{\rho_{طلا}} + \frac{m_{نقره}}{V_{نقره}} = 5\ cm^3 \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow \frac{m_{طلا}}{19} + \frac{m_{نقره}}{10} = 5 \Rightarrow \frac{10 m_{طلا} + 19 m_{نقره}}{190} = 5$$

$$\Rightarrow 10 m_{طلا} + 19 m_{نقره} = 5 \times 190 = 950\ g \quad (II) \quad (0/25)$$

گام سوم: با استفاده از روابط (I) و (II) و حل دو معادلهٔ دومجهولی، جرم نقره و طلا به دست می‌آید.

$$\times(-10) \begin{cases} m_{طلا} + m_{نقره} = 68 \\ 10 m_{طلا} + 19 m_{نقره} = 950 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -10 m_{طلا} - 10 m_{نقره} = -680 \\ 10 m_{طلا} + 19 m_{نقره} = 950 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 9 m_{نقره} = 270 \Rightarrow m_{نقره} = \frac{270}{9} = 30\ g \quad (0/5)$$

روش دوم: گام اول: ابتدا حجم طلا را برحسب حجم نقره می‌نویسیم.

$$V_{طلا} + V_{نقره} = 5\ cm^3 \Rightarrow V_{طلا} = 5 - V_{نقره} \quad (I) \quad (0/25)$$

گام دوم: حالا رابطهٔ (I) را در رابطهٔ اصلی چگالی مخلوط جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_{طلا} + m_{نقره}}{V_{طلا} + V_{نقره}} \quad (0/25) = \frac{\rho_{طلا} V_{طلا} + \rho_{نقره} V_{نقره}}{V_{طلا} + V_{نقره}} \quad (0/25)$$

$$\xrightarrow{\text{رابطهٔ (I)}} 13/6 = \frac{19(5 - V_{نقره}) + 10 V_{نقره}}{5} \xrightarrow{\text{طرفین وسطین}}$$

$$68 = 95 - 19 V_{نقره} + 10 V_{نقره} \Rightarrow 9 V_{نقره} = 27 \Rightarrow V_{نقره} = 3\ cm^3 \quad (0/5)$$

گام سوم: حالا چگالی و حجم نقره را داریم، پس جرم آن برابر است با:

$$m_{\text{نقره}} = \rho_{\text{نقره}} V_{\text{نقره}} = ۱۰ \times ۳ = ۳۰\ g \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۶۵. **گام اول:** رابطهٔ جرم هر مایع و جرم ظرف را که در صورت سؤال اشاره شده است، نوشته و سپس طرفین این معادله را از هم کم می‌کنیم تا رابطهٔ بین جرم ۲ مایع را به دست آوریم.

$$\left.\begin{matrix} m_{\text{ظرف}} + m_A = ۹۰۰\ g \\ m_{\text{ظرف}} + m_B = ۷۵۰\ g \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{تفاضل دو رابطه}} m_A - m_B = ۱۵۰\ g \quad (۰/۵)$$

گام دوم: حالا با کمک رابطهٔ چگالی، جرم هر مایع را بازنویسی می‌کنیم. از طرفی با توجه به صورت سؤال $V_A = ۵V_B$، بنابراین می‌توانیم به‌جای حجم مایع B، مقدار $\frac{۱}{۵}V_A$ را جای‌گذاری کنیم:

$$m_A - m_B = ۱۵۰\ g \Rightarrow \rho_A V_A - \rho_B V_B = ۱۵۰$$

$$\Rightarrow \rho_A V_A - \rho_B \times \frac{V_A}{۵} = ۱۵۰ \quad (۰/۲۵) \Rightarrow ۲V_A - ۲/۵ \times \frac{V_A}{۵} = ۱۵۰$$

$$\Rightarrow \frac{۳}{۲}V_A = ۱۵۰ \Rightarrow V_A = ۱۰۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۶۶. الف: ۱۶۰ گرم روغن با چگالی $۰/۸\ g/cm^۳$ فضای داخل حفره را پر کرده است.

$$V_{\text{حفره}} = \frac{m_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{روغن}}} \quad (۰/۲۵) = \frac{۱۶۰\ g}{۰/۸\ g/cm^۳} = ۲۰۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

ب:

$$V_{\text{کره}} = \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}} \quad (۰/۲۵) = \frac{۳۹۰\ g}{۷/۸\ \frac{g}{cm^۳}} = ۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

حجم ظاهری کره به‌صورت زیر به دست می‌آید.

$$V_{\text{ظاهری کره}} = V_{\text{کره}} + V_{\text{حفره}} = ۵۰ + ۲۰۰ = ۲۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۶۷. **گام اول:** حجم فلز به‌کاررفته در مکعب، طبق رابطهٔ چگالی به دست می‌آید.

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow ۸\ g/cm^۳ = \frac{۵۰۰۰\ g}{V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}} = \frac{۵۰۰۰}{۸} = ۶۲۵\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام دوم: حجم مایع جابه‌جاشده برابر با حجم ظاهری مکعب فلزی است.

$$V_{\text{ظاهری}} = ۸۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام سوم: حالا می‌توان حجم حفره را پیدا کرد.

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}} = ۸۵۰ - ۶۲۵ = ۲۲۵\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۶۸. **گام اول:** حجم مادهٔ به‌کاررفته در کرهٔ فلزی از رابطهٔ چگالی به دست می‌آید.

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow ۳/۵\ g/cm^۳ = \frac{۵۲۵\ g}{V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}} = ۱۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام دوم: حجم ظاهری کرهٔ فلزی، از طریق رابطهٔ هندسی به دست می‌آید.

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۵^۳ = ۴ \times ۱۲۵ = ۵۰۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام سوم: حجم حفرهٔ درون کره برابر است با:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}} = ۵۰۰ - ۱۵۰ = ۳۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام چهارم: نسبت حجم حفره به حجم کل (حجم ظاهری) کره را می‌نویسیم.

$$\frac{V_{\text{حفره}}}{V_{\text{ظاهری}}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۵۰}{۵۰۰} \times ۱۰۰ = ۷۰٪ \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۶۹. الف: **گام اول:** حجم ظاهری کره برابر است با:

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ \quad (۰/۲۵) = \frac{۴}{۳} \times ۳ \times ۱۰^۳ = ۴ \times ۱۰^۳ = ۴۰۰۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام دوم: حجم آهن به‌کاررفته در کره برابر است با:

$$V_{\text{آهن به‌کاررفته در کره}} = \frac{m}{\rho} \quad (۰/۲۵) = \frac{۱۹/۵ \times ۱۰^۳\ g}{۷۸۰۰ \times ۱۰^{-۳}\ g/cm^۳} \quad (۰/۲۵) = \frac{۱۹۵۰۰}{۷/۸}$$

$$= ۲۵۰۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام سوم: حجم فضای خالی برابر با $V_{\text{فضای خالی}} = ۴۰۰۰ - ۲۵۰۰ = ۱۵۰۰\ cm^۳$ است. (۰/۲۵)

ب:

$$m_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{فضای خالی}} = ۱۰۰۰\ kg/m^۳ \times ۱۵۰۰ \times \underbrace{۱۰^{-۶}}_{\text{تبدیل } cm^۳ \text{ به } m^۳} m^۳ = ۱/۵\ kg \quad (۰/۲۵)$$

$$m_{\text{مجموعه}} = m_{\text{آب}} + m_{\text{آهن}} = ۱/۵ + ۱۹/۵ = ۲۱\ kg \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۷۰. **گام اول:** ابتدا حجم ظاهری مکعب‌مستطیل را به دست می‌آوریم.

$$V_{\text{ظاهری}} = ۱۵ \times ۶ \times ۵ = ۴۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام دوم: حجم فلز به‌کاررفته در مکعب‌مستطیل، از رابطهٔ چگالی به دست می‌آید.

$$V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}} = \frac{m}{\rho} \quad (۰/۲۵) = \frac{۱۸۰۰\ g}{۴/۵\ g/cm^۳} = ۴۰۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

گام سوم: حالا می‌توان حجم حفره را به دست آورد.

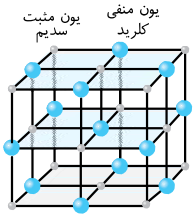
$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{مادهٔ به‌کاررفته}} = ۴۵۰ - ۴۰۰ = ۵۰\ cm^۳ \quad (۰/۲۵)$$

---

۱۷۱. الف: الکتریکی / ب: بی‌شکل / پ: بلورین / ت: جامد

---

۱۷۲. الف: شکل زیر، ساختار بلورین NaCl (نمک طعام) را نشان می‌دهد که این الگوی سه‌بُعدی به‌صورت منظم در سراسر این جامد تکرار می‌شود.



ب: سردسازی آرام مایع

توضیحات بیشتر: وقتی مایعی را **به‌آرامی** سرد کنیم، **اغلب** (نه همیشه) جامدهای بلورین تشکیل می‌شود. در فرایند سردسازی آرام، ذرات مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم در کنار هم قرار بگیرند.

---

۱۷۳. گزینهٔ «۳»: شکل صورت سؤال، مدلی از ذرات سازندهٔ یک جامد بی‌شکل (آمورف) مانند شیشه را نشان می‌دهد.

---

۱۷۴. گزینهٔ «۲»: وقتی مایعی به‌سرعت سرد شود، معمولاً جامد بی‌شکل (آمورف) به وجود می‌آید؛ مانند شیشه و قیر. وقتی مایعی به‌آهستگی سرد شود، معمولاً جامد بلورین به وجود می‌آید؛ مانند یخ، نمک، الماس و فلزها.

---

۱۷۵. الف: ۱: گاز - ۲: مایع - ۳: جامد / ب: تراکم‌پذیری مولکول‌های گاز (حالت ۱) بیشتر از مولکول‌های مایع (حالت ۲) است.

---

۱۷۶. الف: درست / ب: نادرست؛ فاصلهٔ ذرات سازندهٔ مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود **یک آنگستروم (۰/۱ nm)** است. / پ: نادرست؛ دلیل پخش ذرات جوهر در آب، حرکت نامنظم و کاتوره‌ای **مولکول‌های آب** است که به ذرات جوهر برخورد می‌کنند. / ت: درست / ث: درست / ج: نادرست؛ پدیدهٔ پخش در **گازها سریع‌تر از مایعات** رخ می‌دهد.