

# قسمت دوم

## چگالی

Section 2

# فصل

## ۱

**مفاهیم اولیه چگالی - رابطه چگالی**

یکی از ویژگی‌های مهم مواد، چگالی یا جرم حجمی می‌باشد. اگر ماده همگنی دارای جرم  $m$  و حجم  $V$  باشد، چگالی  $\rho$  به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

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

یکای چگالی در SI برابر  $\text{kg/m}^3$  است.

$\rho = \frac{m}{V}$  ← kg  
←  $\text{m}^3$

**مثال**

چگالی آب  $1000 \text{ kg/m}^3$  را برحسب دو یکای متداول  $\text{g/cm}^3$  و  $\text{kg/L}$  به دست آورید.

پاسخ: از روش زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم.

$$1000 \text{ kg/m}^3 \times (1) \times (1) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$1000 \text{ kg/m}^3 \times (1) = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ L}} = 1 \text{ kg/L}$$

**نتیجه**

نحوه تبدیل یکاهای متداول چگالی به صورت زیر است:

$$\text{g/cm}^3 \xrightarrow[\div 1000]{\times 1000} \text{kg/m}^3, \text{kg/L} \xrightarrow[\div 1000]{\times 1000} \text{kg/m}^3, \text{g/cm}^3 \xrightarrow[\div 1]{\times 1} \text{kg/L}$$

**تست**

در شهری با مساحت  $150 \text{ km}^2$  به ارتفاع  $5 \text{ mm}$  بارندگی رخ داده است. اگر چگالی آب باران  $1000 \text{ kg/m}^3$  باشد، چند کیلوگرم آب باران در این شهر وجود دارد؟

پاسخ: ابتدا حجم باران و سپس جرم باران را محاسبه می‌کنیم:

$$V = A.h = (150 \text{ km}^2)(5 \text{ mm}) = 150 \text{ km}^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \times 5 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{10^3 \text{ mm}} = 7.5 \times 10^5 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 7.5 \times 10^5 \text{ m}^3 = 7.5 \times 10^8 \text{ kg}$$

بنابراین گزینه (۲) درست است.

**تست**

چگالی نقره نسبت به طلا،  $2/3$  می‌باشد، اگر قطر گلوله توپ طلا  $2$  برابر قطر گلوله توپ نقره‌ای باشد، نسبت جرم نقره به طلا چقدر است؟

پاسخ: نقره و طلا را به ترتیب جسم ۲ و ۱ در نظر می‌گیریم:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{V_1}{V_2} \xrightarrow{V = \frac{4}{3}\pi R^3} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 \Rightarrow 2/3 = \frac{m_2}{m_1} \times (2)^3 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{2/3}{8} = \frac{1}{12}$$

بنابراین گزینه (۱) درست است.

**نمودار حجم برحسب جرم (ویژگی‌های مقندان)**

با توجه به ثابت بودن چگالی و رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  می‌توان نتیجه گرفت که جرم و حجم هر ماده با هم رابطه مستقیم دارند، بنابراین نمودار حجم برحسب جرم، خط راستی است که از مبدأ عبور می‌کند و شیب آن عکس چگالی است.

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V = \frac{1}{\rho} m$$

$\downarrow$        $\downarrow$        $\downarrow$   
 $y = a x$

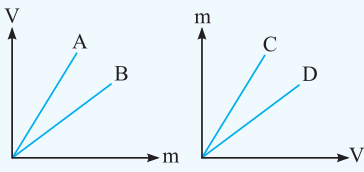
**نکته** در نمودار حجم برحسب جرم، شیب نمودار عکس چگالی است ولی در نمودار جرم برحسب حجم، شیب نمودار برابر چگالی است.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$$

$\downarrow$        $\downarrow$        $\downarrow$   
 $y = a x$

تست

نمودار جرم و حجم چهار ماده همگن مطابق شکل های زیر است. کدام گزینه مقایسه بین چگالی ها را به درستی بیان می کند؟ (ویژه علاقمندان)



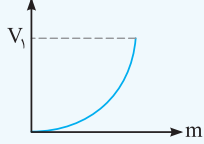
- (۱)  $\rho_C > \rho_D, \rho_A > \rho_B$
- (۲)  $\rho_C < \rho_D, \rho_A > \rho_B$
- (۳)  $\rho_C > \rho_D, \rho_A < \rho_B$
- (۴)  $\rho_C < \rho_D, \rho_A < \rho_B$

**پاسخ:** در نمودار  $V - m$ ، شیب، عکس چگالی است. بنابراین هر چه شیب بیشتر باشد، چگالی کمتر است:  $\rho_A < \rho_B$  و در نمودار  $m - V$ ، شیب برابر با چگالی است، بنابراین  $\rho_C > \rho_D$  بنابراین گزینه (۳) درست است.

**نکته** حجم گازها به راحتی قابل تغییر است، بنابراین چگالی آنها به راحتی تغییر می کند.

تست

با تغییر جرم و حجم گازی، نمودار مقابل حاصل شده است. چگالی گاز تا رسیدن به حجم  $V_1$  چگونه تغییر کرده است؟ (ویژه علاقمندان)



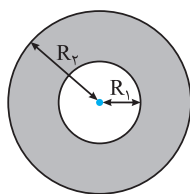
- (۱) در حال کاهش
- (۲) ثابت
- (۳) به مقدار  $V_1$  بستگی دارد.
- (۴) در حال افزایش

**پاسخ:** با توجه به ثابت نبودن شیب نمودار، نتیجه می گیریم چگالی ثابت نیست. شیب این نمودار با چگالی رابطه عکس دارد. شیب در حال افزایش است، بنابراین چگالی در حال کاهش است.  $\text{شیب} = \frac{1}{\rho} \rightarrow \rho_B < \rho_A$  شیب  $A > \text{شیب } B$  بنابراین گزینه (۱) درست است.

تعیین چگالی اجسامی که دارای شکل هندسی منظم و یا شکل هندسی نامنظم هستند

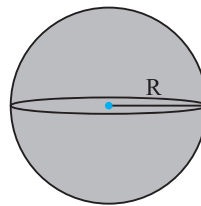
برای محاسبه چگالی ماده همگن و توپر باید جرم و حجم آن را اندازه گیری کرده و چگالی را محاسبه کنیم. برای محاسبه جرم از ترازو استفاده می کنیم. برای محاسبه حجم اجسامی که شکل هندسی منظم دارند از اندازه گیری ابعاد جسم و روابط هندسی کمک می گیریم. اگر شکل هندسی جسم نامنظم باشد، درون استوانه مدرج، آب می ریزیم و جسم را داخل آن قرار می دهیم و با مشاهده عدد حجم در حالت جدید، حجم جسم را محاسبه می کنیم.

**نکته** در هنگام محاسبه چگالی، گاهی نیاز به محاسبه حجم جسم هایی داریم که دارای شکل مشخصی هستند. برای یادآوری، چند نمونه از این جسم ها و نحوه به دست آوردن حجم آن ها را در زیر می بینید:



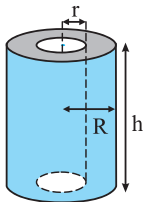
۲- کره توخالی:

$$V = \frac{4}{3} \pi (R_2^3 - R_1^3)$$



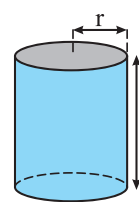
۱- کره توپر:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$



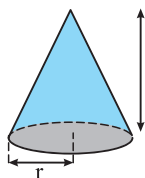
۴- استوانه توخالی:

$$V = \pi (R^2 - r^2) h$$



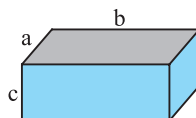
۳- استوانه توپر:

$$V = \pi r^2 h$$



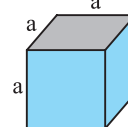
۷- مخروط:

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$



۶- مکعب مستطیل:

$$V = abc$$



۵- مکعب:

$$V = a^3$$

مثال

ابعاد مکعب مستطیل شیشه‌ای همگن برحسب سانتی‌متر، به صورت  $۳۰ \times ۲۰ \times ۵/۵$  است. جرم این قطعه شیشه  $۶۳۰\text{g}$  اندازه‌گیری شده است. چگالی شیشه چه قدر است؟

پاسخ:

$$V = 30\text{cm} \times 20\text{cm} \times 5/5\text{cm} = 300\text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{630\text{g}}{300\text{cm}^3} = 21\text{g/cm}^3$$

مثال

در هر حالت چگالی جسم همگن را برحسب  $\text{g/cm}^3$  محاسبه کنید:

(ب) کره‌ای با شعاع  $۶\text{cm}$  و جرم  $۱۲\text{kg}$  ( $\pi = ۳$ )

(آ) مکعبی به ضلع  $۱۰\text{cm}$  و جرم  $۴\text{kg}$

پاسخ: (آ) حجم مکعب از رابطه  $V = a^3$  به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4000\text{g}}{10^3\text{cm}^3} = 4\text{g/cm}^3$$

(ب) حجم کره، از رابطه  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$  به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{12000\text{g}}{\frac{4}{3}\pi \times 6^3\text{cm}^3} = \frac{12000\text{g}}{4 \times 6^3\text{cm}^3} = \frac{12000}{24 \times 36}\text{g/cm}^3 = \frac{1000}{2 \times 36} = \frac{500}{36} = \frac{125}{9}\text{g/cm}^3 = 13/89\text{g/cm}^3$$

تست

قطعه آهنی به جرم  $۱۵۶\text{g}$  و چگالی  $۷/۸\text{g/cm}^3$  را به آرامی داخل ظرف لبریز از آب قرار می‌دهیم. چند سانتی‌متر مکعب آب، از ظرف بیرون می‌ریزد؟

(۴) به چگالی آب بستگی دارد.

(۳) ۲۰

(۲) ۱۰

(۱) ۵

پاسخ: حجم آب لبریز شده با حجم قطعه آهن برابر است:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 7/8\text{g/cm}^3 = \frac{156\text{g}}{V} \Rightarrow V = 20\text{cm}^3$$

بنابراین گزینه (۳) درست است.

حفره درون جسم (ویژه علاقمندان)

اگر درون جسمی حفره ایجاد شده باشد، حجم ظاهری تغییر نکرده، ولی جرم کاهش یافته است، بنابراین چگالی ظاهری جسم کاهش یافته است. با توجه به اینکه چگالی ماده سازنده ثابت است، می‌توان از فرمول زیر حجم حفره را محاسبه کرد:

$$\rho = \frac{m}{V - V'}$$

$m$ : جرم جسم بعد از ایجاد حفره،  $\rho$ : چگالی ماده سازنده،  $V$ : حجم ظاهری جسم،  $V'$ : حجم حفره درون جسم

تست

طول هر ضلع یک مکعب فلزی  $۱۰\text{cm}$  و جرم آن  $۶\text{kg}$  است. اگر چگالی فلز  $۸\text{g/cm}^3$  باشد، مکعب:

(۲) توپر و حجم آن  $۱۰۰۰\text{cm}^3$  است.

(۱) توپر و حجم آن  $۷۵۰\text{cm}^3$  است.

(۴) حفره خالی به حجم  $۷۵۰\text{cm}^3$  دارد.

(۳) حفره خالی به حجم  $۲۵۰\text{cm}^3$  دارد.

پاسخ:

$$\rho = \frac{m}{V - V'} \Rightarrow 8\text{g/cm}^3 = \frac{6000\text{g}}{1000 - V'} \Rightarrow 1000 - V' = 750\text{cm}^3 \Rightarrow V' = 250\text{cm}^3$$

بنابراین گزینه (۳) درست است.

تست

می‌خواهیم از فلزی که چگالی آن  $۹۰۰\text{kg/m}^3$  است، کره‌ای توخالی درست کنیم. اگر شعاع داخلی کره  $۴\text{cm}$  و

ضخامت قسمت فلزی آن  $۲\text{cm}$  باشد، جرم فلز به‌کار رفته در کره چند گرم است؟ ( $\pi = ۳$ )

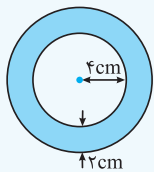
(ویژه علاقمندان)

(۲) ۹۸۰

(۱) ۷۲۰

(۴) ۵۴۷۲

(۳) ۲۸۸۱



پاسخ:

مطابق شکل، این پوسته کروی دارای شعاع داخلی  $R_1 = ۴\text{cm}$  و شعاع خارجی  $R_2 = ۶\text{cm}$  است. بنابراین حجم آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$V_{\text{فلز}} = V - V' = \frac{4}{3}\pi(R_2^3 - R_1^3) = \frac{4}{3} \times 3 \times (216 - 64) = 608\text{cm}^3$$

حال حجم به دست آمده را در رابطه چگالی قرار می‌دهیم. دقت کنید که چون حجم برحسب  $\text{cm}^3$  داده شده و جرم برحسب گرم خواسته شده است، پس ابتدا چگالی را به  $\text{g/cm}^3$  تبدیل می‌کنیم:

$$900\text{kg/m}^3 = 9\text{g/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = (9/00\text{g/cm}^3)(608\text{cm}^3) = 5472\text{g}$$

بنابراین گزینه (۴) پاسخ درست است.

**نکته** اگر جرم و حجم جسم همگن و توپر به ترتیب  $m$  و  $V$  باشد و حفره‌ای به حجم  $V'$  در آن ایجاد کنیم، جرم باقی‌مانده از رابطه  $m' = m - \rho V'$  به دست می‌آید که  $\rho$  چگالی ماده سازنده جسم می‌باشد و چگالی ظاهری جسم از رابطه  $\rho' = \frac{m'}{V}$  به دست می‌آید. یعنی اگر جرم جسم را بر حجم ظاهری، تقسیم کنیم. چگالی ظاهری بدست می‌آید. به عنوان مثال، اگر بادکنک را باد کنیم، هر چه بادکنک بزرگ‌تر شود چگالی ظاهری کاهش می‌یابد زیرا طبق رابطه  $\rho' = \frac{m'}{V}$  جرم بادکنک ( $m'$ ) ثابت است ولی حجم ظاهری ( $V$ ) در حال افزایش است.

تست

جرم و حجم مکعب همگنی از جنس طلا به ترتیب  $20\text{kg}$  و  $1000\text{cm}^3$  می‌باشد. اگر حفره‌ای به حجم  $200\text{cm}^3$  در داخل مکعب ایجاد کنیم، جرم باقی‌مانده چند کیلوگرم می‌شود؟

(ویژه علاقمندان)

۲ (۱) ۴ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴)

**پاسخ:** روش اول: ابتدا چگالی و سپس جرم خارج شده ( $m'$ ) را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{20000\text{g}}{1000\text{cm}^3} = 20\text{g/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m'}{V} \Rightarrow 20\text{g/cm}^3 = \frac{m'}{200\text{cm}^3} \Rightarrow m' = 4000\text{g} = 4\text{kg} \Rightarrow m_{\text{باقی‌مانده}} = 20 - 4 = 16\text{kg}$$

بنابراین گزینه (۴) درست است.

**روش دوم:** با توجه به ثابت بودن چگالی و اینکه  $\frac{1}{5}$  حجم را برداشته‌ایم بنابراین  $\frac{1}{5}$  جرم نیز کاهش یافته است:

$$\frac{1}{5} \times 20\text{kg} = 4\text{kg} \Rightarrow m_{\text{باقی‌مانده}} = 20 - 4 = 16\text{kg}$$

تست

چند درصد از حجم داخلی یک جسم آهنی را برداریم تا چگالی ظاهری آهن برابر با چگالی آب شود و درون آب غوطه‌ور شود؟ ( $\rho_{\text{آهن}} = 8\text{g/cm}^3$ )

(ویژه علاقمندان)

۸۷/۵ (۴) ۷۸/۵ (۳) ۱۲/۵ (۲) ۲۱/۵ (۱)

**پاسخ:** اگر  $\frac{X}{100}$  از حجم داخلی آهن را برداریم، جرم آن به اندازه  $\frac{X}{100}$  کاهش می‌یابد، بنابراین جرم باقی‌مانده برابر است با:

$$\rho_{\text{آهن}} = \frac{m_{\text{باقی‌مانده}}}{V_{\text{ظاهری}}} \Rightarrow \rho_{\text{ظاهری}} = \frac{(1 - \frac{X}{100})m}{\frac{m}{\rho}} = (1 - \frac{X}{100})\rho_{\text{آهن}}$$

$$\Rightarrow 1\text{g/cm}^3 = (1 - \frac{X}{100}) \times 8\text{g/cm}^3 \Rightarrow \frac{1}{8} = 1 - \frac{X}{100} \Rightarrow \frac{X}{100} = \frac{7}{8} \Rightarrow X = \frac{700}{8} = 87.5$$

بنابراین گزینه (۴) درست است.

## چگالی مخلوط

اگر چند ماده را با هم مخلوط کنیم به طوری که حجم آن‌ها تغییر نکند، از رابطه زیر می‌توان چگالی مخلوط را محاسبه کرد:

$$\rho = \frac{\text{مجموع جرم‌های مواد استفاده‌شده}}{\text{حجم کل مخلوط}} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

**نکته** در اکثر سؤالات چگالی ماده‌ها را به همراه حجم یا جرم می‌دهند، بنابراین در صورت لزوم از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots} \quad \text{اگر جرم و چگالی بیان شده باشد.}$$

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} \quad \text{اگر حجم و چگالی بیان شده باشد.}$$

مثال

تلاسازی یک کیلوگرم مس با چگالی  $9\text{g/cm}^3$ ، با پنج کیلوگرم طلا با چگالی  $20\text{g/cm}^3$  را آلیاژ می‌کند. چگالی آلیاژ حدوداً چند  $\text{g/cm}^3$  است؟

**پاسخ:** جرم و چگالی مشخص شده است بنابراین از رابطه زیر کمک می‌گیریم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} \Rightarrow \rho = \frac{1 + 5}{\frac{1}{9} + \frac{5}{20}} = \frac{6}{\frac{20 + 45}{180}} = \frac{6 \times 180}{65} \approx 16.6\text{g/cm}^3$$

**نکته** گاهی اوقات جرم و یا حجم به صورت درصدی از جرم کل و یا حجم کل بیان می‌شود که باید ابتدا به صورت پارامتری نوشته و در نهایت عددگذاری کنید.

**تست** آلیاژی از دو فلز A و B تشکیل شده است، به طوری که ۶۰ درصد حجم آلیاژ از فلز A ( $\rho_A = 2 \text{ g/cm}^3$ ) و بقیه از فلز B ( $\rho_B = 8 \text{ g/cm}^3$ ) تشکیل شده است. چگالی آلیاژ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(۱) ۲/۴ (۲) ۲/۵ (۳) ۴/۴ (۴) ۵

**پاسخ:** حجم کل را V در نظر می‌گیریم و جرم را از رابطه  $m = \rho V$  جایگذاری می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V}$$

$$\rho = \frac{(2 \times 0.6V) + (8 \times 0.4V)}{V} \Rightarrow \rho = \frac{1.2V + 3.2V}{V} = 4.4 \text{ g/cm}^3$$

بنابراین گزینه (۳) درست است.

**تست** آلیاژی از دو فلز A و B تشکیل شده است، به طوری که ۶۰ درصد جرم آن از فلز A ( $\rho_A = 2 \text{ g/cm}^3$ ) و بقیه از فلز B ( $\rho_B = 8 \text{ g/cm}^3$ ) تشکیل شده است. چگالی آلیاژ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(۱) ۲/۲ (۲) ۲/۸ (۳) ۴/۲ (۴) ۵

**پاسخ:** جرم کل را m در نظر می‌گیریم و حجم هر کدام را با رابطه  $V = \frac{m}{\rho}$  به دست می‌آوریم.

$$\rho_{\text{کل}} = \frac{0.6m + 0.4m}{\frac{0.6m}{\rho_A} + \frac{0.4m}{\rho_B}} = \frac{m}{\frac{0.6m}{2} + \frac{0.4m}{8}} = \frac{m}{\frac{2.4m + 0.5m}{8}} = \frac{8m}{2.9m} = \frac{8}{2.9} \approx 2.76 \text{ g/cm}^3$$

بنابراین گزینه (۲) درست است.

**توجه** گاهی اوقات در طی مخلوط کردن اجسام، حجم تغییر می‌کند بنابراین حجم کل مخلوط برابر با مجموع حجم‌ها نمی‌باشد.

**تست** ۸۰ سانتی‌متر مکعب از ماده A با چگالی  $\rho_A = 1.5 \text{ g/cm}^3$  را با ۱۲۰۰ گرم از ماده B با چگالی  $\rho_B = 4 \text{ g/cm}^3$  مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی آلیاژ  $2 \text{ g/cm}^3$  شود، در طی مخلوط کردن این دو جسم، حجم چند سانتی‌متر مکعب تغییر کرده است؟

(۱)  $10 \text{ cm}^3$  افزایش یافته است. (۲)  $110 \text{ cm}^3$  افزایش یافته است. (۳)  $10 \text{ cm}^3$  کاهش یافته است. (۴)  $110 \text{ cm}^3$  کاهش یافته است.

**پاسخ:** در طی مخلوط کردن جرم کل برابر مجموع جرم‌ها می‌باشد و تغییر نمی‌کند.

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow 1.5 = \frac{m_A}{80} \Rightarrow m_A = 1200 \text{ g} \Rightarrow m_{\text{کل}} = m_A + m_B = 1200 + 1200 = 2400 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow 2 = \frac{2400}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow V_{\text{کل}} = \frac{2400}{2} = 1200 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V_B = \frac{1200}{4} = 300 \text{ cm}^3 \Rightarrow V_A + V_B = 80 + 300 = 380 \text{ cm}^3$$

یعنی حجم مجموعه به جای  $110 \text{ cm}^3$  برابر  $1200 \text{ cm}^3$  شده است بنابراین حجم مجموعه  $10 \text{ cm}^3$  افزایش یافته است و گزینه (۱) درست است.

**ته‌نشینی - غوطه‌وری**

- (I) اگر چگالی جسم جامد بیش‌تر از چگالی مایع باشد، جسم در مایع ته‌نشین می‌شود، مانند فلز در آب.
  - (II) اگر چگالی جسم جامد با چگالی مایع برابر باشد، جسم درون مایع معلق می‌ماند.
  - (III) اگر چگالی جسم جامد کم‌تر از چگالی مایع باشد، جسم روی مایع شناور می‌شود، مانند چوب روی آب.
- نکته** اگر چند مایع مخلوط نشدنی را درون ظرف بریزید، مایع با چگالی بیشتر، درون ظرف پایین‌تر قرار می‌گیرد.

**مثال** حجم یکسان از سه مایع A ، B و C در اختیار داریم. جرم آن‌ها به ترتیب برابر ۴۲g ، ۱۲g و ۳۶g می‌باشد. اگر این سه مایع مخلوط‌نشدنی را داخل ظرف بریزیم، با چه ترتیبی روی هم قرار می‌گیرند؟

**پاسخ:** طبق رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  و با توجه به یکسان بودن حجم مایع‌ها، هرچه جرم بیش‌تر باشد، چگالی نیز بیش‌تر است:

$$m_A > m_C > m_B \Rightarrow \rho_A > \rho_C > \rho_B$$

بنابراین از پایین به بالا، مایع‌های C ، A و B قرار می‌گیرند.

جمع‌بندی فصل اول

عوامل مؤثر در پیشرفت و تکامل فیزیک

(۲) تفکر نقادانه

(۱) آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌ها

مدل سازی

نکته: از عوامل جزئی چشم‌پوشی می‌شود ولی عوامل اصلی در نظر گرفته می‌شود.

تعریف: ساده کردن پدیده‌ها تا حد ممکن تا بررسی و تحلیل پدیده، امکان‌پذیر باشد.

دسته‌بندی کمیت‌ها

فرعی

اصلی

برداری

نرده‌ای (اسکالر)

برحسب یکاهای اصلی تعریف می‌شوند. که برخی از آنها نام خاص دارند. مانند نیوتون، ژول و ...

به صورت مستقل تعریف شده‌اند. تعداد آنها هفت عدد است. جرم (کیلوگرم)، طول (متر)، زمان (ثانیه)، شدت جریان الکتریکی (آمپر)، شدت روشنایی (شمع)، مقدار ماده (مول) و دمای مطلق (کلوین)

علاوه بر اندازه و یکا، جهت نیز دارند. مانند نیرو، سرعت و ...

فقط با اندازه و یکا بیان می‌شوند. مانند تندی، جرم و ...

نمادگذاری علمی

اعداد بسیار کوچک و بسیار بزرگ را به صورت  $a \times 10^n$  نمایش می‌دهند که  $1 \leq a < 10$  و  $n$  یک عدد صحیح است.

تبدیل یکا

پیشوندهای SI

روش زنجیره‌ای

اعداد از مرتبه  $10^n$  که  $n$  می‌تواند منفی یا مثبت باشد را با نمادهایی نمایش می‌دهند. مانند  $10^{-6}$  که میکرو ( $\infty$ ) نام دارد.

یکا را در کسری به نام ضریب تبدیل، ضرب می‌کنیم، به طوری که یکاها با هم ساده شوند.

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 20 \text{ m/s}$$

اگر یکا توان داشته باشد، ضریب تبدیل نیز به توان می‌رسد.

$$2\text{m}^2 \times \frac{(100\text{cm})^2}{(1\text{m})^2} = 2 \times 10^4 \text{ cm}^2$$

چگالی

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

فرمول اصلی چگالی به صورت نسبت جرم به حجم است:

$$10^3 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$$

یکای آن در SI برحسب  $\text{kg/m}^3$  است.

اگر درون جسم با حجم ظاهری  $V$ ، حفره‌ای با حجم  $V'$  باشد و چگالی ماده سازنده،  $\rho$  و جرم جسم  $m$  باشد، رابطه زیر برقرار است:

$$\rho = \frac{m}{V - V'}$$

چگالی مخلوط از رابطه  $\rho = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$  به دست می‌آید.

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

۷۸. طول چهار جسم توسط چهار دانش‌آموز اندازه‌گیری شده و به صورت گزینه‌های زیر گزارش شده است. دقت کدام دانش‌آموز از همه کم‌تر بوده است؟

- (۱)  $37.18 \text{ dm}$  (۲)  $0.48 \text{ m}$  (۳)  $54 \text{ mm}$  (۴)  $3/5 \text{ cm}$

۷۹. کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) دقت اندازه‌گیری برای ابزارهای مدرج برابر کمینه درجه‌بندی آن ابزار است.  
 (۲) دقت اندازه‌گیری در ابزارهای رقمی برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند.  
 (۳) فقط مهارت شخص آزمایشگر باعث افزایش دقت اندازه‌گیری می‌شود.  
 (۴) اگر کولیس مدرجی قطر جسمی را  $2/47$  میلی‌متر اندازه‌گیری کند، دقت اندازه‌گیری آن  $0.1$  میلی‌متر است.

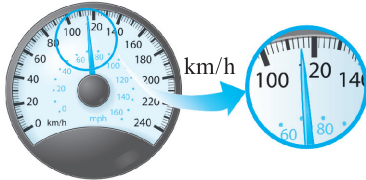
۸۰. دقت اندازه‌گیری وسایل اندازه‌گیری شکل‌های (آ)، (ب)، (پ) و (ت) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



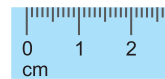
(ب)



(آ)



(ت)



(پ)

- (۱)  $2 \text{ km/h}$  ،  $1 \text{ cm}$  ،  $0.01 \text{ mm}$  ،  $0.001 \text{ mm}$   
 (۲)  $10 \text{ km/h}$  ،  $10 \text{ mm}$  ،  $0.67 \text{ mm}$  ،  $0.83 \text{ mm}$   
 (۳)  $2 \text{ km/h}$  ،  $1 \text{ mm}$  ،  $0.1 \text{ mm}$  ،  $0.01 \text{ mm}$   
 (۴)  $5 \text{ km/h}$  ،  $1 \text{ mm}$  ،  $0.1 \text{ mm}$  ،  $0.001 \text{ mm}$

۸۱. آمپرسنجی دیجیتال، جریان الکتریکی مداری را  $2/004$  میلی‌آمپر نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری چند میکروآمپر است؟

- (۱)  $0.4$  (۲)  $1$   
 (۳)  $10$  (۴)  $100$

(سراسری ریاضی ۹۶ فارغ از کشور، با تغییر)

قسمت دوم: چگالی

مفاهیم اولیه چگالی - رابطه چگالی یک جسم با جرم و حجم آن

۸۲. چگالی مایعی  $0.8 \text{ g/cm}^3$  است. حجم  $20 \text{ kg}$  از این مایع چند لیتر می‌باشد؟

- (۱)  $25$  (۲)  $20$  (۳)  $15$  (۴)  $10$

۸۳. جرم  $20$  لیتر از مایعی با چگالی  $1500 \text{ kg/m}^3$  چند کیلوگرم است؟

- (۱)  $3$  (۲)  $0.3$  (۳)  $30$  (۴)  $300$

۸۴. چگالی هوا در دمای  $0^\circ \text{C}$  برابر  $1/3 \text{ kg/m}^3$  است. در یک کلاس درس به ابعاد  $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  چند کیلوگرم هوا وجود دارد؟

- (۱)  $0.78$  (۲)  $7.8$  (۳)  $78$  (۴)  $780$

۸۵. در یک روز بارانی  $40 \text{ mm}$  باران روی سطحی به مساحت  $2500$  کیلومتر مربع بارید. جرم این مقدار باران چند کیلوگرم است؟

(سراسری تهرینی ۸۷ فارغ از کشور)

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

۸۶. جرم یک ظرف خالی  $107/2$  گرم است.  $100$  سانتی‌متر مکعب از یک مایعی در آن ظرف می‌ریزیم، جرم مجموعه به  $196/8$  گرم می‌رسد. چگالی مایع چند گرم بر لیتر است؟

- (۱)  $44/8$  (۲)  $89/6$  (۳)  $448$  (۴)  $896$

۸۷. جرم یک ظرف فلزی توخالی  $300$  گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی  $1/2 \text{ g/cm}^3$  نماییم، جرم مجموعه  $540$  گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه  $460$  گرم می‌شود. چگالی این نوع روغن چند گرم بر لیتر است؟

(سراسری ریاضی ۹۵)

- (۱)  $950$  (۲)  $900$  (۳)  $850$  (۴)  $800$

محاسبه چگالی اجسامی که شکل هندسی مشخص دارند

۸۸. می‌خواهیم از فلزی به چگالی  $6 \text{ g/cm}^3$ ، کره توپری به شعاع  $5 \text{ cm}$  بسازیم، جرم این کره چند کیلوگرم می‌شود؟ (سراسری ریاضی ۹۶)

- (۱)  $1/57$  (۲)  $2/36$  (۳)  $3/14$  (۴)  $4/71$

۸۹. جرم یک کره کوچک به شعاع  $R = 2 \times 10^{-2} \text{ cm}$  و با چگالی  $1/5 \text{ g/cm}^3$  بر حسب کیلوگرم چه قدر است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱)  $48 \times 10^{-9}$  (۲)  $72 \times 10^{-7}$  (۳)  $24 \times 10^{-8}$  (۴)  $48 \times 10^{-3}$

۹۰. استوانه‌ای توپر از جنس طلا با شعاع قاعده  $2 \text{ cm}$ ، چه ارتفاعی بر حسب متر داشته باشد تا جرم آن  $57 \text{ g}$  شود؟ (چگالی طلا  $19 \text{ g/cm}^3$  فرض شود،  $\pi = 3$ )

- (۱)  $1/2$  (۲)  $1/4$  (۳)  $1/200$  (۴)  $1/400$

۹۱. مخروطی از یک ماده به چگالی  $8 \text{ g/cm}^3$  ساخته شده است. اگر شعاع قاعده این مخروط  $5 \text{ cm}$  و ارتفاع آن  $10 \text{ cm}$  باشد، جرم مخروط چند کیلوگرم است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱)  $2$  (۲)  $2000$  (۳)  $6$  (۴)  $6000$

۹۲. کره‌ای توپر با شعاع  $R$  را ذوب کرده و با استفاده از مصالح آن یک استوانه با شعاع داخلی  $R'$  و شعاع خارجی  $R$  می‌سازیم. اگر ارتفاع استوانه ساخته شده برابر  $2R$  باشد نسبت  $\frac{R'}{R}$  کدام است؟

(سراسری ریاضی ۸۱ فارغ از کشور)

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

۹۳. ارتفاع یک مخروط توپر به چگالی  $\rho_1$  برابر طول ضلع یک مکعب توپر به چگالی  $\rho_2$  است و شعاع قاعده آن، نصف طول ضلع مکعب است. اگر جرم

(سراسری تبریزی ۹۷)

- این دو با هم برابر باشد،  $\frac{\rho_1}{\rho_2}$  کدام است؟ ( $\pi = 3$ )  
(۱)  $3/4$  (۲)  $1/2$  (۳)  $4$  (۴)  $2$

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

۹۴. درون استوانه مدرجی آب وجود دارد. گلوله توپری به جرم  $42 \text{ g}$  گرم را داخل آب می‌اندازیم. سطح آب از درجه  $50 \text{ cm}^3$  به  $54 \text{ cm}^3$  می‌رسد. چگالی

(سراسری ریاضی ۹۲)

- گلوله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟  
(۱)  $3/5$  (۲)  $10/5$  (۳)  $21$  (۴)  $42$

۹۵. یک قطعه فلز به جرم  $90 \text{ g}$  گرم را درون آب در داخل استوانه‌ای می‌اندازیم. قطعه فلز کاملاً در آب فرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازه  $1/2 \text{ cm}^3$  بالا می‌آید، اگر سطح مقطع داخلی استوانه  $10 \text{ cm}^2$  باشد چگالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

(سراسری ریاضی ۸۲)

- (۱)  $5/5$  (۲)  $6$  (۳)  $7/5$  (۴)  $8$

۹۶. یک ظرف با  $2000 \text{ g}$  گرم نفت با چگالی  $800 \text{ kg/m}^3$  پر می‌شود. این ظرف با چند گرم آب با چگالی  $1 \text{ g/cm}^3$  پر می‌شود؟

- (۱)  $2/5$  (۲)  $2/5 \times 10^3$  (۳)  $1/25$  (۴)  $1/25 \times 10^3$

۹۷. یک قطعه فلز را که چگالی آن  $2/7 \text{ g/cm}^3$  می‌باشد، کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی  $0/8 \text{ g/cm}^3$  وارد می‌کنیم و به اندازه  $160 \text{ g}$  الکل از ظرف

(سراسری ریاضی ۹۳)

- بیرون می‌ریزد. جرم قطعه فلز چند گرم است؟  
(۱)  $540$  (۲)  $450$  (۳)  $432$  (۴)  $200$

۹۸. جرم یک گلوله آهنی  $3900 \text{ g}$  گرم و چگالی آن  $7800 \text{ kg/m}^3$  است. اگر گلوله آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو بریم و چگالی الکل  $800 \text{ g/cm}^3$  گرم بر

(سراسری ریاضی ۹۰ فارغ از کشور)

- لیتر باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟  
(۱)  $400$  (۲)  $390$  (۳)  $500$  (۴)  $4000$

محاسبه حجم حفره با توجه به رابطه چگالی

۹۹. درون یک قطعه طلا به حجم ظاهری  $12 \text{ cm}^3$  و جرم  $199/5 \text{ g}$  گرم، حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی طلا  $19000 \text{ kg/m}^3$  باشد، حجم حفره خالی چند

(سراسری ریاضی ۸۷)

- سانتی‌متر مکعب است؟  
(۱)  $0/75$  (۲)  $1/5$  (۳)  $2/5$  (۴)  $3/4$

۱۰۰. طول هر ضلع یک مکعب فلزی  $10 \text{ cm}$  و جرم آن  $6 \text{ kg}$  است. اگر چگالی فلز  $8 \text{ g/cm}^3$  باشد، مکعب:

(سراسری ریاضی ۸۸)

- (۱) توپر و حجم آن  $75 \text{ cm}^3$  است.  
(۲) توپر و حجم آن  $1000 \text{ cm}^3$  است.  
(۳) حفره خالی دارد و حجم حفره  $75 \text{ cm}^3$  است.  
(۴) حفره خالی دارد و حجم حفره  $25 \text{ cm}^3$  است.



۱۰۱. شعاع ظاهری یک کره فلزی ۵cm و جرم آن ۱۰۸۰ گرم و چگالی آن  $2/7 \text{ g/cm}^3$  است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد از حجم کره را تشکیل می دهد؟ ( $\pi = 3$ )

(سراسری ریاضی ۹۴ قاج از کشور)

- ۱۰ (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۲۵ (۴)

۱۰۲. وقتی یک مکعب فلزی را به آرامی داخل ظرف پر از آبی قرار می دهیم، مکعب کاملاً داخل آب فرو می رود و ۱۰۰ سانتی متر مکعب آب بیرون می ریزد.

اگر چگالی فلز  $8 \text{ g/cm}^3$  و جرم مکعب ۷۰۰ گرم باشد، حجم حفره ای که داخل مکعب خالی می ماند، چند سانتی متر مکعب است؟

- ۲۵ (۱) ۱۲/۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴)

۱۰۳. از فلزی با چگالی  $8 \text{ g/cm}^3$  دو کره مشابه A و B یکی توپُر به جرم ۶۴۰g و دیگری توخالی به جرم ۴۰۰g ساخته شده است. حجم حفره داخل کره تو خالی چند سانتی متر مکعب است؟

- ۲۰ (۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴)

### مقایسه چگالی دو جسم

۱۰۴. حجم جسم A دو برابر حجم جسم B و جرم آن ۳ برابر جرم جسم B است. چگالی جسم A چند برابر چگالی جسم B است؟ (سراسری ریاضی ۸۳)

- ۲/۳ (۱) ۳/۲ (۲) ۴/۳ (۳) ۹/۴ (۴)

۱۰۵. چگالی مایع A،  $\frac{4}{5}$  چگالی مایع B است. اگر حجم ۸kg از مایع A برابر ۱۰ لیتر باشد، حجم ۵kg از مایع B برابر چند لیتر است؟ (سراسری تهرپی ۸۴)

- ۲/۵ (۱) ۳/۶ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴)

۱۰۶. چگالی جسم A،  $1/5$  برابر چگالی جسم B است. اگر جرم ۵۰۰ سانتی متر مکعب از جسم B برابر ۲۰۰ گرم باشد، جرم ۲۰۰ سانتی متر مکعب از جسم A چند گرم است؟

(سراسری ریاضی ۹۱ قاج از کشور)

- ۱۲۰ (۱) ۱۸۰ (۲) ۲۴۰ (۳) ۳۶۰ (۴)

۱۰۷. جرم دو کره همگن توپُر A و B با هم برابر است. اگر شعاع کره A برابر ۳cm و شعاع کره B برابر ۶cm باشد، چگالی کره A چند برابر چگالی کره B می باشد؟

- ۲ (۱) ۴ (۲) ۸ (۳)  $2\sqrt{2}$  (۴) (سراسری ریاضی ۸۹ قاج از کشور)

۱۰۸. قطر یک گلوله توپُر آلومینیم دو برابر قطر یک گلوله توپُر مسی است. اگر جرم گلوله آلومینیم  $2/4$  برابر جرم گلوله مسی باشد، چگالی آلومینیم چند برابر چگالی مس است؟

(سراسری ریاضی ۸۷ قاج از کشور)

- ۰/۱ (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۳ (۳) ۰/۴ (۴)

۱۰۹. دو استوانه توپُر و هم جنس A و B دارای ارتفاع یکسان اند. اگر شعاع استوانه A دو برابر شعاع استوانه B باشد، جرم استوانه A چند برابر جرم استوانه B است؟

- ۲ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴)

۱۱۰. دو استوانه همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی اند. استوانه A توپُر و استوانه B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه B نصف شعاع خارجی آن باشد. چگالی استوانه A چند برابر چگالی استوانه B است؟

(سراسری ریاضی ۸۹)

- ۱/۲ (۱) ۱/۴ (۲) ۲/۳ (۳) ۳/۴ (۴)

### تغییر چگالی بر اثر تغییر حجم

۱۱۱. اگر در اثر انبساط، حجم جسمی دو برابر شود، چگالی آن چند برابر می شود؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۱۲. اگر در اثر انبساط، حجم مقدار معینی گاز کامل ۶۰ درصد افزایش یابد، چگالی آن چند درصد کاهش می یابد؟ (سراسری تهرپی ۸۵ قاج از کشور)

- ۳۵ (۱) ۳۷/۵ (۲) ۴۰ (۳) ۴۷/۵ (۴)

۱۱۳. اگر در اثر انبساط، حجم جسمی ۴۵ درصد اضافه شود، چگالی آن تقریباً چند درصد کاهش می یابد؟

- ۴۰ (۱) ۳۰ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰ (۴)

### چگالی مخلوط دو جسم

۱۱۴. چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم های اولیه  $V_A$  و  $V_B$  برابر  $7/5$  گرم بر سانتی متر مکعب است. اگر  $\rho_A = 600 \text{ g/L}$  و  $\rho_B = 800 \text{ g/L}$  باشد، نسبت  $\frac{V_A}{V_B}$  کدام است؟

(سراسری ریاضی ۹۲ قاج از کشور)

- ۳ (۱) ۴ (۲) ۱/۳ (۳) ۱/۴ (۴)

۱۱۵. ۳۰۰ سانتی متر مکعب از مایعی به چگالی  $1300 \text{ kg/m}^3$  را با چند سانتی متر مکعب از مایعی به چگالی  $1500 \text{ kg/m}^3$  مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط  $1400 \text{ kg/m}^3$  شود؟ (تغییر حجم ناچیز است.)

(سراسری تهرپی ۷۹)

- ۲۰۰ (۱) ۲۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۳۵۰ (۴)

۱۱۶. ۵ لیتر آب را با چند لیتر مایعی به چگالی  $1/4 \text{ g/cm}^3$  مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط  $1/2 \text{ g/cm}^3$  باشد؟ (تغییر حجم دو ماده در مخلوط ناچیز و چگالی آب  $1 \text{ g/cm}^3$  است.)

(سراسری تهرینی ۸۳ فارغ از کشور)

- ۴ (۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴)

۱۱۷. مخلوطی از نوع مایع با چگالی های  $\rho_1$  و  $\rho_2$  درست شده است. اگر  $1/3$  حجم آن از مایعی با چگالی  $\rho_1$  بوده و  $2/3$  باقی مانده از مایعی با چگالی  $\rho_2$  باشد، چگالی مخلوط برابر با کدام است؟

(سراسری ریاضی ۹۱)

- (۱)  $\frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_2+2\rho_1}$  (۲)  $\frac{\rho_2+2\rho_1}{3}$  (۳)  $\frac{\rho_1+2\rho_2}{3}$  (۴)  $\frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_1+2\rho_2}$

۱۱۸. مخلوطی از دو ماده A و B به چگالی های  $2 \text{ g/cm}^3$  و  $9 \text{ g/cm}^3$  داریم. اگر جرم ماده B سه برابر جرم ماده A باشد، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

- (۱)  $4/8$  (۲)  $2/4$  (۳)  $5/6$  (۴)  $2/8$

۱۱۹. مخلوطی از دو ماده A و B به چگالی های  $2 \text{ g/cm}^3$  و  $8 \text{ g/cm}^3$  داریم. اگر جرم ماده B دو برابر ماده A باشد، چگالی مخلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

- (۱)  $5000$  (۲)  $6000$  (۳)  $3000$  (۴)  $4000$

۱۲۰. در آزمایشی، m گرم از مایعی با چگالی  $1500 \text{ kg/m}^3$  را با  $80$  گرم آب با چگالی  $1000 \text{ kg/m}^3$  مخلوط می کنیم. در این آزمایش  $20 \text{ cm}^3$  کاهش حجم رخ می دهد. اگر چگالی مخلوط برابر  $1400 \text{ kg/m}^3$  باشد، حجم مایع به جرم m، چند سانتی متر مکعب است؟

- (۱)  $600$  (۲)  $60$  (۳)  $40$  (۴)  $400$

۱۲۱. اگر  $1/4$  حجم ظرفی را با مایعی به چگالی  $\rho_1$  و بقیه حجم ظرف را با مایعی به چگالی  $\rho_2$  پر کنیم، چگالی مخلوط  $6/5 \text{ g/cm}^3$  می شود. اما اگر نصف حجم ظرف را با مایع  $\rho_1$  و نصف دیگر را با مایع  $\rho_2$  پر کنیم، چگالی مخلوط  $5 \text{ g/cm}^3$  می شود. با صرف نظر از تغییر حجم مخلوط،  $\rho_1$  و  $\rho_2$  به ترتیب از راست به چپ چند  $\text{g/cm}^3$  می باشند؟

- (۱)  $2$  و  $8$  (۲)  $2$  و  $4$  (۳)  $4$  و  $6$  (۴)  $4$  و  $6$

۱۲۲. چگالی آلیاژی از فلزهای A و B برابر  $10/2 \text{ g/cm}^3$  است. اگر  $\rho_A = 7/8 \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_B = 11 \text{ g/cm}^3$  باشد، چند درصد حجم آلیاژ از فلز B است؟ (از تغییر حجم چشم پوشی کنید.)

- (۱)  $20$  (۲)  $25$  (۳)  $50$  (۴)  $75$

## تست های V.I.P

۱۲۳. کدام کمیت ها همگی فرعی و زرده ای هستند؟

(سراسری ریاضی ۹۷)

- (۱) نیرو - جرم - گرمای ویژه  
(۲) انرژی جنبشی - شار مغناطیسی - شتاب  
(۳) فشار - جرم - میدان مغناطیسی  
(۴) انرژی جنبشی - شار مغناطیسی - فشار

۱۲۴.  $2 \text{ g}/\mu\text{m}^3$  معادل با چند کیلوگرم بر میلی متر مکعب ( $\text{kg}/\text{mm}^3$ ) است؟

(ویژه علاقمندان)

- (۱)  $2 \times 10^{-6}$  (۲)  $2 \times 10^{-9}$  (۳)  $2 \times 10^{-3}$  (۴)  $2$

۱۲۵. اگر در رابطه  $v^2 = Dx + Ex^3$ ، x نماد جابه جایی و یکای آن mm و v نماد سرعت و یکای آن  $\mu\text{m}/\text{s}$  باشد، در این صورت D ..... می باشد.

- (۱)  $10^{-9} (\text{m}/\text{s}^2)$  و  $10^{-3} (1/\text{m}.\text{s}^2)$   
(۲)  $10^9 (\text{m}^2/\text{s}^2)$  و  $10^3 (\text{m}^2/\text{s}^2)$   
(۳)  $10^9 (\text{m}^2/\text{s})$  و  $10^3 (1/\text{m}.\text{s}^2)$   
(۴)  $10^{-9} (\text{m}/\text{s}^2)$  و  $10^{-3} (1/\text{m}.\text{s}^2)$

۱۲۶. تندی صوت در هوا  $340$  متر بر ثانیه است. اگر فاصله تلویزیون از ما هنگام تماشای تلویزیون  $6/8$  متر باشد، چند میلی ثانیه طول می کشد تا صوت از تلویزیون به گوش ما برسد؟

- (۱)  $2 \times 10^{-5}$  (۲)  $2 \times 10^{-3}$  (۳)  $2 \times 10^3$  (۴)  $2 \times 10^2$

۱۲۷. اگر موی سر انسان تقریباً در هر شبانه روز  $0/48$  میلی متر رشد کند، آهنگ رشد مو چند میکرومتر بر ثانیه است؟

- (۱)  $1/180$  (۲)  $1/360$  (۳)  $1/3600$  (۴)  $1/600$

۱۲۸. یک کشتی حمل کالا با تندی متوسط  $10$  گره می خواهد فاصله بین دو بندر به اندازه  $900$  کیلومتر را طی کند. اگر هر گره دریایی تقریباً  $0/5$  متر بر ثانیه باشد، این کشتی چند ساعت در حرکت است؟

- (۱)  $50$  (۲)  $180$  (۳)  $500$  (۴)  $648$

۱۲۹. ضخامت هر برگ کاغذ  $0/1$  میلی متر است. یک ورق کاغذ به مساحت  $600$  سانتی متر مربع چه حجمی از فضا را بر حسب متر مکعب اشغال می کند؟

- (۱)  $6 \times 10^{-2}$  (۲)  $6 \times 10^{-4}$  (۳)  $6 \times 10^{-6}$  (۴)  $6 \times 10^{-8}$

۱۳۰. مجموع ۷۰۰ نانومتر و ۲ میلی متر چند میکرومتر است؟

- ۰/۰۷۰۲ (۱)      ۰/۷۰۲ (۲)      ۲۰۰/۷ (۳)      ۲۰۰۰/۷ (۴)

۱۳۱. مجموع ۴ میکرومتر و ۶۰۰ پیکومتر بر حسب نانومتر و به صورت نماد علمی، برابر کدام است؟

- ۴/۰۰۰۶ × ۱۰<sup>۳</sup> (۱)      ۶/۰۰۰۴ × ۱۰<sup>۳</sup> (۲)      ۴/۰۰۰۶ × ۱۰<sup>۳</sup> (۳)      ۶/۰۰۰۴ × ۱۰<sup>۳</sup> (۴)

۱۳۲. حجم ۱۲۰۰ گرم نفت با حجم ۹۰۰ گرم روغن برابر است. اگر چگالی نفت ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، جرم ۱۵۰ لیتر روغن چند کیلوگرم است؟

- ۱۲۰ (۱)      ۶۰ (۲)      ۹۰ (۳)      ۱۸۰ (۴)

۱۳۳. در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می شود و حجم مخلوط ۵ cm<sup>۳</sup> کاهش می یابد. جرم یخ ذوب شده چند گرم است؟

(سراسری ریاضی ۸۸ فارغ از کشور)

- ( $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3, \rho_{\text{یخ}} = 0.9 \text{ g/cm}^3$ )  
۴/۵ (۱)      ۵ (۲)      ۴۵ (۳)      ۵۰ (۴)

۱۳۴. مکعبی به حجم ۴۰۰ cm<sup>۳</sup> از آلومینیم به چگالی ۲/۷ g/cm<sup>۳</sup> ساخته شده است که درون آن حفره قرار دارد. اگر داخل حفره آب به چگالی

- ۱ g/cm<sup>۳</sup> پر شده باشد و جرم کل مجموعه نیز ۹۱۰ g باشد، حجم آب بر حسب سانتی متر مکعب کدام است؟  
۸۰ (۱)      ۱۲۵ (۲)      ۱۰۰ (۳)      ۱۲۰ (۴)

۱۳۵. جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است. اگر حجم قطعه ساخته شده ۵ سانتی متر مکعب

و چگالی آن ۱۳/۶ g/cm<sup>۳</sup> باشد، جرم نقره به کار رفته، چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب ۱۰ g/cm<sup>۳</sup> و ۱۹ g/cm<sup>۳</sup> فرض شود).

(سراسری ریاضی ۹۵ فارغ از کشور)

- ۸ (۱)      ۳۰ (۲)      ۳۴ (۳)      ۳۸ (۴)

۱۳۶. مخلوطی از m<sub>۱</sub> گرم ماده A به چگالی ۵ گرم بر سانتی متر مکعب و m<sub>۲</sub> گرم ماده B به چگالی ۲ گرم بر سانتی متر مکعب داریم. اگر چگالی مخلوط

۴ گرم بر سانتی متر مکعب باشد، نسبت  $\frac{m_1}{m_2}$  کدام است؟

- ۲ (۱)      ۵ (۲)      ۳ (۳)       $\frac{۵}{۲}$  (۴)

۱۳۷. یک مکعب توپُر به ضلع ۱۰ سانتی متر از دو فلز به چگالی های  $\rho_A = ۸ \text{ g/cm}^3$  و  $\rho_B = ۴ \text{ g/cm}^3$  ساخته شده است. اگر جرم مکعب ۵ کیلوگرم

باشد، حجم بخش ساخته شده از فلز A چند سانتی متر مکعب است؟

- ۵۰۰ (۱)      ۳۷۵ (۲)      ۱۲۵ (۳)      ۲۵۰ (۴)

۱۳۸. با ذوب m گرم از عنصری، استوانه ای به طول L و شعاع داخلی R<sub>۱</sub> و خارجی R<sub>۲</sub> ساخته ایم. اگر بخواهیم از همان ماده استوانه دیگری به طول

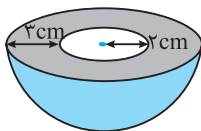
۳L و شعاع داخلی ۲R<sub>۱</sub> و خارجی ۲R<sub>۲</sub> بسازیم، جرم مورد نیاز چند m می شود؟

- ۴ (۱)      ۶ (۲)      ۸ (۳)      ۱۲ (۴)

۱۳۹. کره توپُری به شعاع R از فلزی به چگالی  $\rho$ ، ساخته شده است. اگر درون آن حفره ای کروی به شعاع  $\frac{R}{۴}$  و هم مرکز با کره ایجاد کنیم، چگالی این

کره چند برابر  $\rho$  می شود؟

- ۱ (۱)       $\frac{۱}{۲}$  (۲)       $\frac{۱}{۸}$  (۳)       $\frac{۷}{۸}$  (۴)



۱۴۰. شکل روبه رو نیم کره ای از جنس آهن را نشان می دهد که حفره ای به شکل نیم کره در آن ایجاد

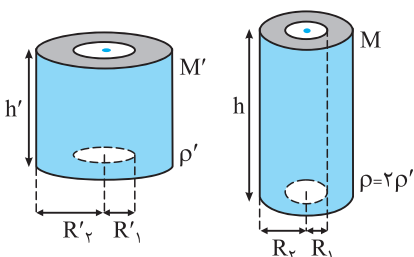
شده است. اگر چگالی آهن ۸ g/cm<sup>۳</sup> باشد، جرم این جسم چند گرم است؟ ( $\pi = ۳$ )

- ۳۰۴ (۱)      ۱۸۷۲ (۲)      ۲۰۰۰ (۳)      ۳۷۴۴ (۴)

۱۴۱. دو لوله استوانه ای به جرم های M' و M = ۳M' و چگالی  $\rho' = ۲\rho$  و  $\rho = ۲\rho'$  که ارتفاع آن ها h' و h

است در اختیار داریم. اگر  $R'_۱ = ۳R_۱$  و  $R'_۲ = ۳R_۲$  باشد، نسبت  $\frac{h'}{h}$  چقدر است؟

- ۴/۵ (۱)      ۹ (۲)      ۲۷ (۴)      ۱۳/۵ (۳)



۱۴۲. استوانه ای با شعاع خارجی R و شعاع داخلی  $\frac{R}{۳}$  که ارتفاعش ۳ برابر شعاع خارجی اش می باشد از فلزی با چگالی  $\rho_۱$  ساخته شده است و کره

توپُری با شعاع ۲R از فلزی با چگالی  $\rho_۲$  ساخته شده است. اگر جرم استوانه دو برابر جرم کره باشد نسبت  $\frac{\rho_۱}{\rho_۲}$  چند است؟

- ۲ (۱)       $\frac{۱}{۴}$  (۲)      ۸ (۳)      ۴ (۴)

۸۷ ◀ ۴

ابتدا حجم ظرف را به دست می آوریم که همان حجم مایع است.

$$m_{\text{ظرف}} + m_{\text{مایع}} = 540 \text{ g} \Rightarrow m_{\text{مایع}} = 540 - 300 = 240 \text{ g}$$

$$V_{\text{مایع}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{240}{1.2} = 200 \text{ cm}^3$$

حال جرم روغن را محاسبه کرده و چگالی روغن را به دست می آوریم:

$$m_{\text{روغن}} = m_{\text{ظرف}} - m_{\text{مایع}} \Rightarrow m_{\text{روغن}} = 460 - 300 = 160 \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m_{\text{روغن}}}{V_{\text{روغن}}} = \frac{160}{200} = 0.8 \text{ g/cm}^3$$

$$\Rightarrow 0.8 \text{ g/cm}^3 = 0.8 \times 10^3 \text{ g/L} = 800 \text{ g/L}$$

۸۸ ◀ ۳

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times 125 = \frac{500\pi}{3} \text{ cm}^3$$

با توجه به این که  $\rho = 6 \text{ g/cm}^3$  داده شده، ابتدا جرم بر حسب گرم به دست می آید:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 6 \times \frac{500\pi}{3} = 1000\pi$$

$$\xrightarrow{\pi=3.14} m = 3140 \text{ g} = 3.14 \text{ kg}$$

۸۹ ◀ ۱

ابتدا حجم کره را پیدا کنیم:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (2 \times 10^{-2})^3 = 4 \times 8 \times 10^{-6} \\ = 32 \times 10^{-6} \text{ cm}^3$$

چون چگالی داده شده در صورت سؤال بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب است، پس در رابطه چگالی، حجم و چگالی سازگاری دارند و جرم بر حسب گرم محاسبه می شود:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 1.5 \times 32 \times 10^{-6} = 48 \times 10^{-6} \text{ g}$$

در قدم آخر، گرم را به کیلوگرم تبدیل می کنیم:

$$m = 48 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{10^3}\right) \text{ kg} = 48 \times 10^{-9} \text{ kg}$$

۹۰ ◀ ۴

ابتدا حجم استوانه را پیدا می کنیم. چون جرم بر حسب گرم و چگالی بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب داده شده است، حجم بر حسب سانتی متر مکعب به دست می آید:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 19 = \frac{57}{V} \Rightarrow V = \frac{57}{19} = 3 \text{ cm}^3$$

حالا با توجه به رابطه حجم استوانه، می توانیم ارتفاع استوانه را پیدا کنیم:

$$V = Ah \Rightarrow V = \pi r^2 h \Rightarrow 3 = \pi \times 4 \times h \Rightarrow h = \frac{1}{4} \text{ cm}$$

دقت کنید که چون  $V$  بر حسب سانتی متر مکعب و شعاع بر حسب سانتی متر در رابطه گذاشته شده، ارتفاع بر حسب سانتی متر پیدا می شود؛ ولی پاسخ بر حسب متر خواسته شده است:

$$h = \frac{1}{4} \text{ cm} = \frac{1}{4} \times \left(\frac{10^{-2}}{1}\right) \text{ m} = \frac{1}{400} \text{ m}$$

۹۱ ◀ ۱

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h = \frac{1}{3} \times \pi \times 25 \times 10 = 250 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 8 \times 250 = 2000 \text{ g} = 2 \text{ kg}$$

۹۲ ◀ ۲

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 \text{ کره}$$

$$V_2 = (\pi R^2 - \pi R'^2) \times 2R = 2\pi R^3 - 2\pi R R'^2$$

حجم مصالح استفاده شده، تغییر نکرده است، بنابراین:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{4}{3} \pi R^3 = 2\pi R^3 - 2\pi R R'^2$$

$$\Rightarrow 2\pi R R'^2 = \frac{2}{3} \pi R^3 \Rightarrow R'^2 = \frac{1}{3} R^2 \Rightarrow \frac{R'}{R} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

۹۳ ◀ ۳

اگر طول ضلع مکعب را  $a$  و شعاع قاعده مخروط را  $r$  بنامیم، با توجه به رابطه  $m = \rho V$  داریم:

$$m_{\text{مخروط}} = m_{\text{مکعب}} \Rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

$$\Rightarrow \rho_1 \left(\frac{1}{3} \pi r^2 h\right) = \rho_2 a^3$$

$$\xrightarrow{h=a, r=\frac{a}{2}} \rho_1 \left(\frac{1}{3} \times \pi \times \frac{a^2}{4} \times a\right) = \rho_2 a^3 \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = 4$$

۹۴ ◀ ۲

$$V = 54 - 50 = 4 \text{ cm}^3, m = 42 \text{ g}$$

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

۹۵ ◀ ۳

با ضرب سطح مقطع داخلی استوانه در اندازه‌های که آب درون استوانه بالا می آید، حجم آب جابه‌جا شده به دست می آید. این حجم، حجم قطعه فلزی است که کاملاً در آب فرو رفته است:

$$V = 10 \times 1.2 = 12 \text{ cm}^3$$

حالا می توانیم چگالی فلز را به دست آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{90}{12} = 7.5 \text{ g/cm}^3$$

۹۶ ◀ ۲

حجم ظرف ثابت است. بنابراین حجم آب و نفت یکسان است.

$$V_{\text{آب}} = V_{\text{نفت}} \Rightarrow \frac{m_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}} = \frac{m_{\text{نفت}}}{\rho_{\text{نفت}}}$$

$$\frac{m_{\text{آب}}}{1} = \frac{2000}{0.8} \Rightarrow m_{\text{آب}} = 2.5 \times 10^3 \text{ g}$$

۹۷ ◀ ۱

حجم الکل سرریز شده با حجم قطعه فلز برابر است. بنابراین:

حجم الکل سرریز شده  $V_1 = V_2$  حجم قطعه فلز

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} \Rightarrow V_2 = \frac{160}{0.8} = 200 \text{ cm}^3 \Rightarrow V_1 = 200 \text{ cm}^3$$

$$m_1 = \rho_1 V_1 \Rightarrow m_1 = 2.7 \times 200 = 540 \text{ گرم}$$

۹۸ ◀ ۱

حجم گلوله آهنی با حجم الکی که از ظرف بیرون می ریزد برابر است. یعنی می توانیم بنویسیم:

$$\frac{m'}{\rho'} = \frac{m}{\rho}$$

در این رابطه باید  $m$  با  $m'$  و  $\rho$  با  $\rho'$  هم‌یکا باشند. در این سؤال  $\rho$  و  $\rho'$  هم‌یکا نیستند؛ پس ابتدا آن‌ها را هم‌یکا می کنیم. برای آهن می توان نوشت:

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3 = 7800 \times 10^3 \text{ g/L} = 7800 \text{ g/L}$$

حالا می توانیم از رابطه تناسبی استفاده کنیم:

$$\frac{m'}{\rho'} = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{m'}{800} = \frac{3900}{7800} \Rightarrow m' = \frac{3900 \times 800}{7800} = 400 \text{ g}$$

## قسمت دوم: چگالی

۲۷. جاهای خالی را با عبارت مناسب تکمیل کنید.

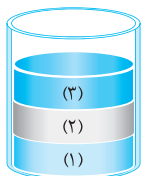
(آ) یکای چگالی در SI برحسب ..... ( $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{kg/L}$ ) است.

(ب) اگر چگالی جسم جامدی بیش تر از آب باشد، جسم ..... (ته نشین می شود - معلق می ماند).

(پ) اگر درون جسم جامدی حفره ایجاد کنیم، چگالی ظاهری جسم ..... (ثابت می ماند - کاهش می یابد).

۲۸. اگر جرم جسم جامد و مایع نصف شود، چگالی آن ها چه تغییری می کند؟

۲۹. درون ظرفی سه مایع مخلوط نشده ریخته شده است. با توجه به شکل، چگالی مایعات را با هم مقایسه کنید.

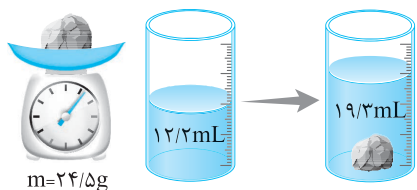


۳۰. دو قطعه فلز با ظاهری کاملاً مشابه به شما داده شده است که یکی از آن ها طلای خالص می باشد. چگونه می توانید طلای خالص را از فلز دیگر تشخیص دهید؟

(برگرفته از کتاب درسی)

۳۱. حجم خون در گردش یک فرد  $5/2\text{L}$  است. اگر چگالی خون  $1/05\text{g/cm}^3$  باشد، جرم این حجم از خون چند کیلوگرم است؟ (برگرفته از کتاب درسی)

۳۲. در شرایط استاندارد، چگالی هوا حدود  $1/3$  کیلوگرم بر متر مکعب است. در همین شرایط جرم هوای داخل یک اتاق به ابعاد  $6\text{m} \times 4\text{m} \times 3\text{m}$  چند کیلوگرم است؟



۳۳. با توجه به اعداد ترازو و استوانه مدرج، چگالی قطعه سنگ را برحسب  $\text{g/cm}^3$  و  $\text{g/L}$  به دست آورید.

۳۴. آجری توپُر با ابعاد  $20 \times 10 \times 5$  برحسب سانتی متر، جرمی برابر  $2\text{kg}$  دارد. چگالی آجر چند  $\text{g/cm}^3$  است؟

۳۵. اگر بر فرض محال چگالی بدن انسان مانند ستاره های کوتوله سفید،  $100$  میلیون واحد SI بود، حجم یک انسان  $100$  کیلوگرمی چند سانتی متر مکعب می شد؟

۳۶. جرم استوانه مدرجی  $1/0\text{kg}$  است. درون آن  $200\text{cm}^3$  بنزین می ریزیم و استوانه را روی ترازو قرار می دهیم. ترازو عدد  $1/18\text{kg}$  را نشان می دهد. (آ) چگالی بنزین چند  $\text{kg/m}^3$  است؟

(ب) بنزین روی آب شناور می ماند یا ته نشین می شود؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1/0 \times 10^3\text{kg/m}^3$ )

۳۷. درون لیوانی را با  $200\text{g}$  آب پر می کنیم. اگر آب را خالی کنیم، لیوان با چند گرم جیوه پر می شود؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$  و  $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6\text{g/cm}^3$ )

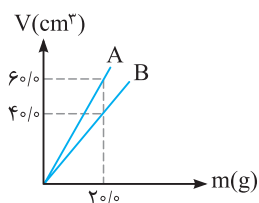
۳۸. هر ضلع یک مکعب چوبی ۲ برابر هر ضلع یک مکعب فلزی است. اگر جرم مکعب فلزی ۵ برابر جرم مکعب چوبی باشد، چگالی فلز چند برابر چگالی چوب است؟

۳۹. قطر یک گوی از جنس طلا  $20/0\text{cm}$  و جرم آن  $40\text{kg}$  است. حجم فضای خالی داخل گوی چند  $\text{cm}^3$  است؟ ( $\rho_{\text{طلا}} = 20\text{g/cm}^3$ ,  $\pi = 3$ )

۴۰. جرم های مساوی از دو ماده با چگالی های  $4\text{g/cm}^3$  و  $6\text{g/cm}^3$  را مخلوط می کنیم. اگر در این کار تغییرات حجم ناچیز باشد، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

۴۱.  $300$  سانتی متر مکعب از ماده ای به چگالی  $8\text{g/cm}^3$  را با  $200$  سانتی متر مکعب از ماده ای به چگالی  $5\text{g/cm}^3$  مخلوط می کنیم. چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟

۴۲. نمودار حجم برحسب جرم دو مایع مطابق شکل است:



(آ) چگالی هر مایع را برحسب  $\text{g/cm}^3$  حساب کنید.

(ب) اگر حجمی برابر  $180\text{cm}^3$  از هر یک از دو مایع را با هم مخلوط کنیم،

چگالی مخلوط حاصل چند  $\text{g/cm}^3$  می شود؟ (از تغییر حجم صرف نظر کنید).

۳۸

حجم مکعب برابر است با یک ضلع به توان سه، بنابراین حجم مکعب چوبی  $۲^۳$  برابر حجم مکعب فلزی است:

$$\rho_{\text{فلز}} = \frac{m_{\text{فلز}}}{V_{\text{فلز}}} \times \frac{V_{\text{چوب}}}{m_{\text{چوب}}} = ۵ \times ۸ = ۴۰$$

۳۹

شعاع کره برابر  $۱۰^۰ \text{cm}$  است.

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (10^0 \text{cm})^3 = 4 \times 10^3 \text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V - V'} \Rightarrow 20 \text{g/cm}^3 = \frac{40 \times 10^3 \text{g}}{4 \times 10^3 \text{cm}^3 - V'}$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^3 \text{cm}^3 - V' = \frac{40 \times 10^3 \text{g}}{20} = 2 \times 10^3 \Rightarrow V' = 2000 \text{cm}^3$$

۴۰

$$\rho = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \rightarrow \frac{m_1 = m_2 = m}{V_1 = \frac{m}{\rho_1}, V_2 = \frac{m}{\rho_2}}$$

$$\rho = \frac{m + m}{\frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}} = \frac{2m}{\frac{10m}{24}} \Rightarrow \rho = 48 \text{g/cm}^3$$

۴۱

$$\rho = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow \rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \xrightarrow{m = \rho V} \rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$= \frac{(8 \times 300) + (5 \times 200)}{300 + 200} \Rightarrow \rho = \frac{3400}{500} = 6.8 \text{g/cm}^3$$

۴۲

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho_A = \frac{20 \text{g}}{60 \text{cm}^3} = \frac{1}{3} \text{g/cm}^3 \quad (\text{آ})$$

$$\rho_B = \frac{20 \text{g}}{40 \text{cm}^3} = \frac{1}{2} \text{g/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$= \frac{(\frac{1}{3} \times 180 \text{cm}^3) + (\frac{1}{2} \times 180 \text{cm}^3)}{(180 \text{cm}^3) + (180 \text{cm}^3)} = \frac{60 + 90}{360} = \frac{150}{360}$$

$$= \frac{5}{12} \text{g/cm}^3 \approx 0.42 \text{g/cm}^3$$

(ب)

۳۰

جرم و حجم هر دو قطعه را اندازه‌گیری می‌کنیم سپس با استفاده از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  چگالی آن‌ها را محاسبه می‌کنیم. قطعه‌ای که طلای خالص باشد، مشخص می‌شود.

(در کتاب فیزیک، جدول ۱-۸، چگالی برخی مواد متداول را آورده است.)

۳۱

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow m = 1705 \times 10^3 \times 5/2 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow m = 5/46 \text{kg}$$

۳۲

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = (1/3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (6 \times 4 \times 3 \text{m}^3) = 93/6 \text{kg}$$

۳۳

حجم سنگ برابر است با اختلاف اعداد استوانه‌ی مدرج:

$$V = 19/3 \text{mL} - 12/2 \text{mL} = 7/1 \text{mL}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{24/5 \text{g}}{7/1 \times 10^{-3} \text{L}} \approx 3/45 \times 10^3 \text{g/L}$$

هر یک میلی‌لیتر معادل یک سانتی‌متر مکعب است:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{24/5 \text{g}}{7/1 \text{cm}^3} \approx 3/45 \text{g/cm}^3$$

۳۴

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2000 \text{g}}{(20 \times 10 \times 5) \text{cm}^3} = 2 \text{g/cm}^3$$

۳۵

یکای چگالی در SI برحسب  $\text{kg/m}^3$  است.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 100 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{100 \text{kg}}{V}$$

$$\Rightarrow V = 10^{-6} \text{m}^3 \xrightarrow{1 \text{m}^3 = 10^{+6} \text{cm}^3} V = 1 \text{cm}^3$$

حجم این انسان، مکعبی به ضلع  $1 \text{cm}$  می‌شد!

۳۶

(آ) ابتدا جرم بنزین را محاسبه می‌کنیم:

$$m = 1/18 \text{kg} - 1/10 \text{kg} = 0/18 \text{kg}$$

$$V = 200 \text{cm}^3 \times \frac{1 \text{m}^3}{10^6 \text{cm}^3} = 2 \times 10^{-4} \text{m}^3$$

(ب) چگالی آب بیش‌تر از بنزین است، بنابراین بنزین روی آب شناور می‌شود.

۳۷

حجم آب و جیوه یکسان است:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$\frac{200 \text{g}}{1 \text{g/cm}^3} = \frac{m}{13/6 \text{g/cm}^3} \Rightarrow m = 2720 \text{g}$$