فیزیک و اندازه‌گیری

فیزیک: دانش بنیادی

ـ مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک یکی از بنیادی ترین دانش‌ها و شالوده‌ی تمام مهندسی‌ها و فنآوری‌هایی است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم درزندگی ما نقش دارند.

ـ فیزیک دانان، پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند، الگوها و نظم‌های خاصی میان این پدیده‌ها بیابند.

ـ دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریه‌ی فیزیکی استفاده می‌کنند.

ـ از آنجا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است که قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی که برای توصیف و توضیح پدیده‌ها استفاده می‌شوند، توسط آزمایش، مورد آزمون قرار گیرند.

ـ مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان، همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. به عنوان مثال ، نظریه‌ی اتمی‌با توجه به مشاهده‌ها و کسب اطلاعات جدید در خصوص رفتار اتم‌ها، بارها اصلاح شده است:

مدل توپ بیلیارد (دالتون)

↓

مدل کیک کشمشی (تامسون)

↓

مدل هسته‌ای (رادرفورد)

↓

مدل سیاره‌ای (بور)

↓

مدل ابر الکترونی (شرودینگر)

ـ ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه‌ی قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی‌در فرآیند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.

ـ دانشمندان برای بیان قانون‌های فیزیکی، اغلب از گزاره‌های کلی و در عین حال مختصر استفاده می‌کنند.

ـ تفاوت قانون و اصل: قانون‌های فیزیکی، معمولاً رابطه‌ی بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف کرده و در دامنه‌ی وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبرند. اما اصل، برای توصیف دامنه‌ی محدود تری از پدیده‌های فیزیکی، که عمومیت کم تری دارند، استفاده می‌شود.

ـ فیزیک، پایه و اساس تمامی‌مهندسی‌ها و فنآوری‌ها می‌باشد.

مدل‌سازی در فیزیک:

ـ پدیده‌هایی که در اطراف ما رخ می‌دهند، ماهیتی تکرار شونده دارند، یعنی بارها و بارها، در اطراف ما رخ داده و ما آن‌ها را دیده ایم. به دلیل تکرار زیاد این پدیده‌ها، وقوع پدیده‌ها برای ما عادی شده و شکل ساده‌ای پیدا کرده اند. مانند : افتادن برگ درختان، پرتاب توپ . اما بررسی این پدیده‌ها در فیزیک معمولاً با پیچیدگی‌هایی همراه است.

ـ چون بررسی و تحلیل پدیده‌ها،در فیزیک با پیچیدگی‌هایی همراه است، بنابراین فیزیکدانان برای بررسی پدیده‌ها، از مدل‌سازی استفاده می‌کنند.

ـ پیچیدگی‌های حرکت توپ:

۱- توپ یک کره‌ی کامل نیست و در حین حرکت به دور خود می‌چرخد.

۲- باد و مقاومت هوا بر حرکت آن موثر است.

۳- وزن توپ با تغییر فاصله‌ی آن از مرکز زمین تغییر می‌کند.

ـ نحوه‌ی مدل‌سازی حرکت توپ:

۱- با چشم پوشی از اندازه و شکل توپ، آن را به صورت یک جسم نقطه‌ای یا ذره در نظر می‌گیریم.

۲- با فرض اینکه توپ در خلاء حرکت می‌کند، ازمقاومت هوا و اثر وزش باد، صرف نظر می‌کنیم.

۳- فرض می‌کنیم که با تغییر فاصله‌ی توپ از مرکز زمین، وزن آن ثابت می‌ماند.

ـ هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی باید اثرهای جزیی را نادیده بگیریم، نه اثرهای مهم و تعیین کننده را، مثلاً اگر درحرکت توپ، نیروی جاذبه‌ی زمین را نادیده بگیریم، آن گاه مدلی خواهیم داشت که طبق آن مدل، وقتی توپی به سمت بالا پرتاب شود، در یک خط مستقیم بالا می‌رود.

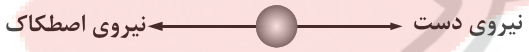
ـ در مدل‌سازی حرکت توپ، تغییرات نیروی وزن را نادیده گرفتیم، نه خود نیروی وزن.

ـ نحوه‌ی مدل‌سازی هل دادن یک جسم روی سطح با اصطکاک:

۱- ابتدا جسم را به صورت ذره یا نقطه در نظر می‌گیریم.

۲- نیرویی را که دست به سمت جلو به جسم وارد می‌کند، به صورت یک بردار، از محل نقطه، رسم می‌کنیم.

۳- نیروی اصطکاک را، خلاف جهت نیروی قبل، به صورت یک بردار، از محل نقطه رسم می‌کنیم.



اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی:

ـ اساس تجربه و آزمایش، اندازه‌گیری است و برای بیان نتایج اندازه‌گیری، به طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌کنیم.

ـ در فیزیک به هر چیز قابل اندازه‌گیری، کمیت فیزیکی گویند، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان سقوط یک جسم

اندازه‌گیری و دستگاه بین المللی یکاها:

ـ برای انجام اندازه‌گیری‌های درست وقابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری احتیاج داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف باشند.

ـ کمیت‌های اصلی: کمیت‌هایی هستند که دارای تعریف مستقل می‌باشند. یعنی برای تعریف آن‌ها به کمیت دیگری احتیاج نداریم. یکای این کمیت‌ها، یکای اصلی نامیده می‌شود.

ـ کمیت‌های اصلی عبارتند از:

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	Kg
زمان	ثانیه	S
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	Mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا(شمع)	Cd

ـ کمیت‌های فرعی: کمیت‌هایی هستند که یکای آن‌ها برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند.

ـ بسیاری از کمیت‌های فیزیکی مستقل از یکدیگر نیستند و توسط رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی به یکدیگر وابسته اند. این وابستگی به ما کمک می‌کند تا لازم نباشد برای همه‌ی کمیت‌های فیزیکی، یکای مستقل تعریف کنیم.

ـ برای برخی از یکاهای پرکاربرد فرعی، نام مخصوص قرارداد شده است. مثلاً یکای نیرو را نیوتن، یکای فشار را پاسکال، یکای انرژی را ژول ... نامیده اند.

ـ علت نام گذاری برخی از یکاهای پرکاربرد فرعی:

۱- احترام به فعالیت‌های علمی‌دانشمندان گذشته

۲- سهولت در گفتار و نوشتار

ـ تغییر یکای طول در تاریخ:

۱- کسری از فاصله‌ی استوا تا قطب شمال

۲- فاصله‌ی میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین و ایریدیوم در دمای صفر درجه سانتیگراد

۳- فاصله‌ی طی شده توسط نور در زمان $\frac{۱}{\text{سرعت نور}}$ ثانیه

ـ تغییر یکای زمان در طول تاریخ:

۱- به صورت $\frac{۱}{\text{زمان شبانه روز}}$

۲- براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی

ـ بازه‌ی زمانی: مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد

تمرین ۱: کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟

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

تمرین ۲: در کدام‌یک از موارد زیر، همه‌ی کمیت‌ها فرعی هستند؟

۱) جرم، زمان، فشار
۲) چگالی، تندی، انرژی
۳) چگالی، جریان الکتریکی، حجم
۴) شدت روشنایی، مقدار ماده، زمان

تمرین ۳: جرم و زمان از ..... و کیلوگرم و ثانیه از ..... می‌باشند.

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

تمرین ۴: کدام کمیت‌ها همگی فرعی و نرده‌ای هستند؟

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

تمرین ۵: در مدل‌سازی شلیک غیرافقی یک گلوله توسط اسلحه، از لحظه‌ای که گلوله از لوله‌ی اسلحه خارج می‌شود تا لحظه‌ی رسیدن گلوله به زمین، به‌ترتیب با صرف نظر از ..... و در نظر گرفت ....., می‌توان به یک مدل آرمانی نزدیک شد.

۱) وزن گلوله ـ چرخش گلوله
۲) جاذبه زمین ـ مقاومت هوا
۳) مقاومت هوا ـ وزن گلوله
۴) وزش باد ـ تغییرات وزن گلوله با تغییرات ارتفاع

تمرین ۶: شخصی مطابق شکل توسط طنابی یک جسم را روی سطحی که دارای اصطکاک است، می‌کشد. مدل‌سازی نیروهای وارد بر جسم کدام است؟

۱)

۲)

۳)

۴)

پیشوند یکاها:

ـ هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگتر یا بسیار کوچکتر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهای جدول زیر استفاده می‌کنیم:

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{1}	دکا	da	10^{-1}	دسی	d
10^{2}	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^{3}	کیلو	K	10^{-3}	میلی	m
10^{6}	مگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^{9}	گیگا	G	10^{-9}	نانو	n
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p

برای تبدیل هر واحدی به واحد دیگر می‌توان از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده کرد.

در تبدیل واحدها به روش زنجیره‌ای، کمیت را در یک ضریب تبدیل ضرب می‌کنیم. ضریب تبدیل در واقع کسری برابر با یک است. برای ساخت ضریب تبدیل، می‌توانیم اصول مطرح شده در مثال زیر را به کار ببندیم.

می‌خواهیم ۵ cm را به نانومتر تبدیل کنیم:

$$۵\ \text{cm} = ?\ \text{mm}$$

قرار است cm به mm تبدیل شود.

$$۵\ \text{cm} \times \frac{\text{mm}}{\text{cm}} \xrightarrow[\text{ضریب پیشوند مخرج را در صورت می‌نویسیم}]{\text{ضریب پیشوند صورت را در مخرج می‌نویسیم}} ۵\ \cancel{\text{cm}} \times \frac{۱۰^{-۲}\ \text{mm}}{۱۰^{-۳}\ \cancel{\text{cm}}} = ۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{۳} = ۵ \times ۱۰\ \text{mm}$$

باید این cm حذف شود پس در ضریب تبدیل، cm باید در مخرج کسر باشد.

ـ در صورتی که واحد توان‌دار باشد، توان را به پیشوندها هم می‌دهیم:

$$۹\ \text{cm}^۲ = ?\ \text{mm}^۲$$

$$۹\ \cancel{\text{cm}^۲} \times \frac{\text{m}^۲\text{m}^۲ \times (۱۰^{-۲})^۲}{\cancel{\text{c}^۲\text{m}^۲} \times (۱۰^{-۳})^۲} = ۹\ \text{mm}^۲ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۶} = ۹ \times ۱۰^{۲}\ \text{mm}^۲$$

ـ در واحدهای کسری، احتیاج داریم که حداقل دو کسر (ضریب تبدیل) بنویسیم:

$$۷۲\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = ?\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$۷۲\ \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \times \frac{۱۰^{۳}\ \text{m}}{\cancel{\text{km}}} \times \frac{\text{h}}{\text{S} \times ۳۶۰۰} = ۷۲ \times \frac{۱۰۰۰}{۳۶۰۰}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = ۷۲ \times \frac{۱}{۳/۶}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = ۲۰\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

نماد گذاری علمی:

ـ در پاره‌ای از اندازه‌گیری‌ها با مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک سر و کار داریم، مثل عددهایی با صفرها یا رقم‌های اعشاری زیاد. نوشتن چنین عددهایی، علاوه بر دشواری در خواندن و نوشتن، احتمال اشتباه را نیز افزایش می‌دهد. از این رو برای نوشتن چنین عددهایی از نمادگذاری علمی‌استفاده می‌شود.

ـ در نمادگذاری علمی‌هر مقدار به صورت حاصل ضرب عددی بزرگ تر یا مساوی با یک و کوچکتر از ۱۰ با توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسند.

به عنوان مثال اگر بخواهیم عدد ۳۰۰۰ را به صورت نماد علمی‌بنویسیم، ممیزی در جلوی این عدد فرض کرده و آن قدر این ممیز را حرکت می‌دهیم تا به عددی بین ۱ تا ۱۰ برسیم و به ازای هر حرکت ممیز به سمت چپ یک واحد به توان ۱۰ اضافه می‌کنیم.

ممیزی که فرض کردیم: $۳۰۰۰/ \rightarrow$

$۳۰۰/۰ \rightarrow \times ۱۰^{۱}$

$۳۰/۰۰ \rightarrow \times ۱۰^{۲}$

$۳/۰۰۰ \rightarrow \times ۱۰^{۳} = ۳ \times ۱۰^{۳}$

اگر بخواهیم عدد ۰/۰۰۳ را به صورت نماد علمی‌بنویسیم، ممیز را آنقدر به سمت راست حرکت می‌دهیم تا به عددی بین ۱ تا ۱۰ برسیم و به ازای هر حرکت ممیز به سمت راست، یک واحد از توان ۱۰ کم می‌کنیم.

$$۰/۰۰۳ \downarrow$$
$$۰/۰۳ \rightarrow \times ۱۰^{-۱} \downarrow$$
$$۰/۳ \rightarrow \times ۱۰^{-۲} \downarrow$$
$$= ۳ \times ۱۰^{-۳}$$

تمرین ۷: جرم یک قطعه سنگی قیمتی ۲۰۰ قیراط است و هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی گرم است. جرم این سنگ چند گرم است؟

۱) ۴ ۲) ۱۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰

تمرین ۸: با چند آجر کوچک مکعب مستطیل شکل به ابعاد: $۴۰\,cm$، $۵\,dm$ و $۳۰۰\,mm$ می‌توان حجم استخری به ابعاد ۰/۴ هکتومتر، ۴۰ دکامتر و ۳۰×۱۰^{-۶} مگامتر را به طور کامل پر نمود؟

۱) ۸×۱۰^{۴} ۲) ۸×۱۰^{۵} ۳) ۸×۱۰^{۶} ۴) ۸×۱۰^{۷}

تمرین ۸: کدام یک از گزینه‌های زیر مناسب کادر خالی مربعی شکل است؟

$$۱\frac{ng \cdot ms^{۲}}{Tm^{۳}} = ۱۰^{-۷۲} \square \frac{g \cdot ks^{۲}}{cm^{۳}}$$

۱) μ ۲) n ۳) G ۴) M

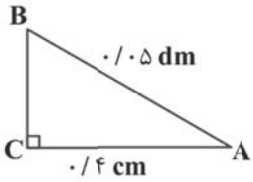
تمرین ۱۰: یک «سیر» معادل ۱۶ «مثقال» و یک «مثقال» معادل ۹۶ «گندم» و ۲۴ «نخود» است. باری از نخود به جرم ۲۵۶ گندم معادل چند سیر است؟

۱) $\frac{۱}{۶}$ ۲) ۶ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

تمرین ۱۱: حجم مکعبی با ابعاد $۱۰۰۰\,mm \times ۳۰\,cm \times ۰/۲\,dam$ چند $pm^{۳}$ است؟

۱) ۶×۱۰^{۳۶} ۲) ۶×۱۰^{۳۷} ۳) ۶×۱۰^{۳۵} ۴) ۶×۱۰^{۳۴}

تمرین ۱۲: در شکل زیر، طول ضلع BC برابر با کدام گزینه است؟



۱) ۳ mm

۲) ۰/۰۳ cm

۳) ۳۰۰ μm

۴) ۰/۰۳ hm

تمرین ۱۳: فشار وارده از طرف جسمی به تکیه‌گاه برابر $۳۶۰۰\ \frac{\mu g}{km(min)^۲}$ می‌باشد. اندازه این فشار معادل چند پاسکال است؟

۱) ۱ ۲) $۱۰^{-۶}$ ۳) $۱۰^{-۸}$ ۴) $۱۰^{-۱۲}$

تمرین ۱۴: قطر اتم هیدروژن برابر ۰/۰۰۱۰۶ μm است. در کدام گزینه این عدد را به صورت نماد علمی به درستی بیان می‌کند؟

۱) $۱/۰۶\times۱۰^{-۱۰}$ m ۲) $۱/۰۶\times۱۰^{-۱۱}$ m ۳) ۱۰۶×۱۰^{-۱۲} m ۴) ۱۰۶۰×۱۰^{-۱۳} m

تمرین ۱۵: جرم جسمی ۲۴ کیلوگرمی به صورت $۲/۴\times۱۰^{n}$ mg گزارش می‌شود. در این صورت n برابر با چه عددی است؟

۱) ۱۷ ۲) ۱۶ ۳) ۱۳ ۴) ۱۴

سازگاری یکاها:

ـ هنگام استفاده از رابطه‌ها و جای‌گذاری اندازه‌ی هر کمیت در آن‌ها، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم.

ـ اگر بخواهیم حاصل دو طرف رابطه بر حسب یکاهای SI بیان شوند، باید یکای کمیت‌ها داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم.

ـ باید توجه داشت که کمیت‌هایی با یکاهای متفاوت را می‌توانیم در هم ضرب یا بر هم تقسیم کنیم، امّا نمی‌توانیم این کمیت‌ها را با هم جمع یا از هم کم کنیم. به‌عنوان مثال قانون دوم نیوتن را در نظر بگیرید:

$F = ma$

در این رابطه m جرم جسم بر حسب kg، a شتاب جسم بر حسب $\frac{m}{s^2}$ و F نیروی وارد بر جسم برحسب نیوتن (N) می‌باشد.

نمی‌توانیم در این رابطه جرم را بر حسب گرم (g) جای‌گذاری کنیم. چون واحد SI برای جرم کیلوگرم (kg) است.

همچنین نمی‌توانیم رابطه‌ای به‌صورت $F = m + a$ داشته باشیم، چون جرم و شتاب کمیت‌هایی با یکاهای متفاوت هستند و نمی‌توانیم آن‌ها را با هم جمع کنیم.

ـ هنگام استفاده از یک رابطه‌ی فیزیکی، باید یکای دو طرف رابطه با هم یکسان باشند. یعنی یکای هر عبارت سمت چپ با یکای هر عبارت سمت راست برابر باشد. مثلاً در رابطه‌ی زیر:

$$A = BC + \frac{DE}{F}$$

یکای A با یکای BC و همچنین با یکای $\frac{DE}{F}$ برابر خواهد بود.

تمرین ۱۶: اگر فاصله‌ی متحرکی در هر لحظه t از مبدأ را با x نشان دهیم و داشته باشیم: $x = at^2 + bt + c$ آن‌گاه ضرایب a، b و c به‌ترتیب از راست به چپ معادل چه کمیت‌هایی هستند؟

۱) طول، تندی، شتاب ۲) شتاب، تندی، طول ۳) تندی، طول، شتاب ۴) شتاب، طول، تندی

تمرین ۱۷: فرض کنید رابطه‌ای به فرم $v^2 - v_0^2 = 2\alpha\Delta x$ به ما داده شده باشد. اگر مقادیر v، v_0 و Δx به‌ترتیب معادل سرعت، سرعت اولیه و جابه‌جایی با یکاهای $\frac{m}{s}$، $\frac{m}{s}$ و m در SI باشند، کمیت α و یکای آن در کدام گزینه به‌درستی بیان شده است؟

۱) سرعت ـ $\frac{m}{s}$ ۲) مسافت طی شده ـ m ۳) شتاب ـ $\frac{m}{s^2}$ ۴) نیرو ـ $\frac{kg \cdot m}{s^2}$

تمرین ۱۸: اگر سرعت حرکت متحرکی در یک بازه‌ی زمانی توسط رابطه‌ی $v = \frac{\sqrt{AB^3}}{t}$ و شتاب آن از رابطه‌ی $a = (\sqrt{AB^{-5}})t^2$ تخمین زده شود، نسبت واحد A به واحد B در SI کدام است؟ (a نشان‌دهنده‌ی شتاب و v نشان‌دهنده‌ی سرعت و t نشان‌دهنده‌ی زمان است.)

۱) $\frac{m^2}{s^4}$ ۲) $\frac{m}{s^2}$ ۳) m^2s^2 ۴) $\frac{s^2}{m^4}$

تمرین ۱۹: اگر معادله‌ی سرعت جسمی برحسب زمان به صورت: $at+\frac{\alpha^۲}{\beta}$ باشد، واحد β کدام است؟

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

تمرین ۲۰: معادله‌ی مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=\beta t^۴+\frac{\alpha}{t^۲+۸}+۳۴$ می‌باشد که در این رابطه x دارای یکای متر و t دارای یکای ثانیه است. یکای α و β در SI به‌ترتیب از راست به چپ کدامند؟

۱) $\frac{m}{s^۴}$ و $m\cdot s^۲$ ۲) $\frac{m}{s^۴}$ و $m\cdot s^۲$ ۳) $\frac{m^۴}{s}$ و $m^۲\cdot s$ ۴) $\frac{m^۴}{s^۲}$ و $m^۲\cdot s$

آهنگ:

ـ مقدار تغییرات هر کمیت در واحد زمان را، آهنگ تغییر آن کمیت می‌نامند. به‌عنوان مثال هنگامی‌که می‌گوئیم افزایش حجم استخری $۲\frac{m^۳}{h}$ است، یعنی در هر ساعت، به حجم آب استخر $۲m^۳$ اضافه می‌شود. یا مثلاً آهنگ افزایش ارتفاع هواپیمایی $۲۰۰\frac{m}{s}$ است، یعنی ارتفاع هواپیما در هر ثانیه ۲۰۰ متر اضافه می‌شود.

ـ یکی از مسائل تکراری این قسمت، حجم استخر و آهنگ پر شدن آن توسط یک لوله‌ی ورودی و یا آهنگ خالی شدن آن توسط یک لوله خروجی است. در این مسائل، آهنگ تغییر کمیتی دیگر و یا مدت زمان هم مطرح می‌شود. توجه داشته باشید که تمام این کمیت‌ها باید هم واحد باشند.

به‌عنوان مثال اگر مساحت قاعده‌ی استخر را بر حسب $m^۲$ و آهنگ پر شدن آن‌را بر حسب $\frac{lit}{min}$ داده بود و آهنگ افزایش ارتفاع را بر حسب $\frac{cm}{s}$ خواسته بود، ابتدا تبدیل واحدهای زیر را انجام می‌دهیم:

مساحت بر حسب $m^۲$ ⟶ مساحت بر حسب $cm^۲$

آهنگ پر شدن بر حسب $\frac{lit}{min}$ ⟶ آهنگ پر شدن بر حسب $\frac{cm^۳}{s}$

سپس از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم:

آهنگ افزایش ارتفاع × مساحت = آهنگ پر شدن

طبیعی است که اگر آهنگ خالی شدن استخر را داده بود و آهنگ کاهش ارتفاع را می‌خواست:

آهنگ کاهش ارتفاع × مساحت = آهنگ خالی شدن استخر

ـ یکی دیگر از مسائل تکراری این قسمت به‌دست آوردن مدت زمان است. مثلاً اگر آهنگ پر شدن آب استخر را داده بود و مدت زمان پر شدن استخر را می‌خواست:

۱- به یکسان بودن یکاها دقت کنید.

۲- از رابطه‌ی زیر استفاده کنید.

مدت زمان × آهنگ پر شدن استخر = حجم

تمرین ۲۱: از شیر آبی، آب با آهنگ ۱۲۰ لیتر بر دقیقه خارج می‌شود. این آهنگ معادل چند $\frac{m^3}{s}$ است؟

۱) ۲ ۲) ۲×۱۰^{-۳} ۳) ۲×۱۰^{۳} ۴) ۰/۱۲

تمرین ۲۲: استخر پر از آبی به ابعاد $۶\times۲۰\times۱۲$ متر داریم، می‌خواهیم جهت عملیات بازسازی آب داخل استخر را توسط پمپ آبی به‌طور کامل تخلیه نماییم. چند روز طول می‌کشد تا پمپ با آهنگ ثابت $۵۰۰\ \frac{L}{min}$ آب استخر را به بیرون پمپاژ نماید؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۲۳: اگر در مدت نیم ساعت، ۹ لیتر آب از شیر آبی خارج شود، آهنگ خروج آب از این شیر چند متر مکعب بر ثانیه است؟

۱) ۵×۱۰^{-۲} ۲) ۵×۱۰^{-۳} ۳) ۵×۱۰^{-۶} ۴) ۵×۱۰^{-۵}

تمرین ۲۴: اگر در مدت ۱۰ دقیقه، ۳۰ سانتی‌متر از طول یک شمع بسوزد، آهنگ سوختن آن شمع بر حسب میکرون بر ثانیه برابر با کدام گزینه است؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۱۲۵

تمرین ۲۵: استخری به مساحت $۱۰\ m\times۲۰\ m$ توسط پمپی با آهنگ $۳۰۰\ \frac{lit}{min}$ در حال پر شدن است. آهنگ افزایش ارتفاع آب این استخر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

تمرین ۲۶: استخری به شکل مکعب‌مستطیل به ابعاد قاعده‌ی $۱۰\ m\times۴/۴\ m$ پر از آب می‌باشد. اگر توسط شیری با آهنگ ۰/۳ گالن بر دقیقه آب آن‌را تخلیه کنیم، آهنگ کاهش ارتفاع آب استخر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (هر گالن معادل ۴/۴ لیتر است)

۱) ۵×۱۰^{-۷} ۲) ۲۲×۱۰^{-۶} ۳) ۵×۱۰^{-۵} ۴) ۲۲×۱۰^{-۴}

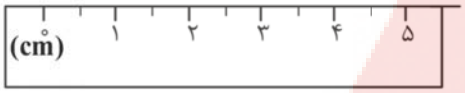
تمرین ۲۷: شیر آبی چکه می‌کند و آهنگ متوسط خروج آب از آن ۳۰ قطره در دقیقه است. اگر حجم ۱۲ قطره آب یک سانتی‌متر مکعب باشد، آهنگ متوسط خروج آب، چند لیتر بر ساعت است؟

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۰۱۵ ۴) ۰/۰۶

عوامل مؤثر بر دقت اندازه‌گیری:

۱– دقت وسیله‌ی اندازه‌گیری:

الف) ابزارهای اندازه‌گیری مدرج: دقت این وسایل کمترین مقیاس تقسیم‌بندی آن‌ها است. مثلاً در یک خط‌کش معمولی، دقت اندازه‌گیری برابر با $1\,mm$ می‌باشد. یا در خط‌کش زیر دقت اندازه‌گیری برابر با ۰/۵ سانتی‌متر یا ۵ میلی‌متر است.



ب) ابزارهای اندازه‌گیری دیجیتال: دقت این وسایل برابر با ارزش مکانی آخرین رقم قرائت شده‌ی سمت راست است.
مثلاً اگر یک دماسنج دیجیتالی دمایی را به‌صورت $28^{\circ}C$ بخواند، چون ارزش مکانی آخرین رقم سمت راست برابر با یکان است، پس دقت اندازه‌گیری این وسیله $1^{\circ}C$ می‌باشد. اگر دماسنج دیگری این دما را به‌صورت $28/0^{\circ}C$ اعلام کرد، چون ارزش مکانی آخرین رقم سمت راست، ۰/۱ می‌باشد پس دقت اندازه‌گیری این وسیله برابر $0/1^{\circ}C$ است.

۲– مهارت شخص آزمایش‌گر:

یکی از عوامل بسیار مؤثر در اندازه‌گیری با ابزارهای مدرج، زاویه مشاهده است. دقیق‌ترین عدد گزارش شده مربوط به زمانی است که راستای دید، عمود بر محل قرائت شده باشد.

۳– تعداد دفعات اندازه‌گیری:

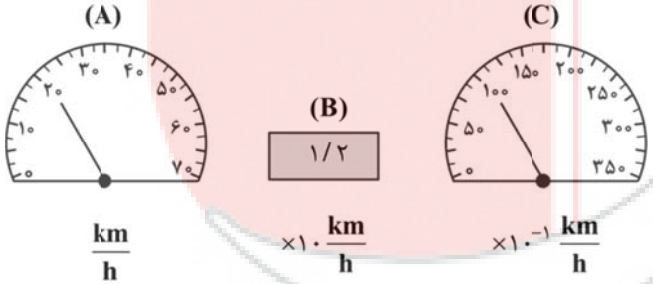
برای کاهش خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً آن‌را چند بار تکرار کرده و میانگین عددهای حاصل از اندازه‌گیری را به‌عنوان نتیجه‌ی اندازه‌گیری گزارش می‌کنند. اگر در بین عددهای گزارش شده، اعدادی با بقیه اختلاف زیادی داشته باشند، در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند. به‌عنوان مثال اگر نتایج ناشی از تکرار یک اندازه‌گیری به‌صورت مقدارهای زیر باشد:
۱۵۷ و ۱۴۶ و ۱۴۵ و ۱۴۳ و ۱۴۲ و ۱۲۳
عددهای ۱۵۷ و ۱۲۳ را از بین این اعداد حذف کرده و نتیجه‌ی اندازه‌گیری را به‌صورت میانگین عددهای باقی‌مانده بیان می‌کنیم:

$$\text{نتیجه‌ی اندازه‌گیری} = \frac{۱۴۲+۱۴۳+۱۴۵+۱۴۶}{۴} = ۱۴۴$$

ـ در صورتی که بخواهیم به کمک پیمانه‌ای یا وزنه‌ای، فرآیند اندازه‌گیری را انجام دهیم، باید مقدار اندازه‌گیری شده، مضرب صحیحی از پیمانه یا وزنه باشد. به‌عنوان مثال اگر پیمانه‌ای به حجم $5\,cm^3$ داشته باشیم به کمک این پیمانه نمی‌توانیم حجم $12\,cm^3$ را اندازه‌بگیریم. چون عدد ۱۲ مضرب صحیحی از ۵ نمی‌باشد. ولی می‌توانیم حجم $15\,cm^3$ را اندازه‌بگیریم، چون ۱۵ مضرب صحیحی از ۵ است.

تمرین ۲۸: کدام‌یک از تندی سنج‌های زیر دقت بیشتری دارد؟

۱) A
۲) B
۳) C
۴) A و C هر دو



چگالی:

ـ جرم واحد حجم است و کمیتی نرده‌ای می‌باشد. هنگامی‌که می‌گوئیم چگالی جسمی برابر $۲\ \frac{g}{cm^۳}$ است، بدین معنا می‌باشد که هر یک سانتی‌متر مکعب از این جسم $۲\ g$ جرم دارد.

ـ یکای SI چگالی $\frac{kg}{m^۳}$ می‌باشد، یکاهای پرکاربرد دیگر عبارتند از: $\frac{kg}{lit}$ ، $\frac{g}{lit}$ و $\frac{g}{cm^۳}$.

$$\frac{kg}{m^۳}=\frac{g}{cm^۳}\times ۱۰۰۰ \longrightarrow ۵\ \frac{g}{cm^۳}=۵۰۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$$

$$\frac{kg}{m^۳}=\frac{g}{lit} \longrightarrow ۲۰۰۰\ \frac{kg}{m^۳}=۲۰۰۰\ \frac{kg}{lit}$$

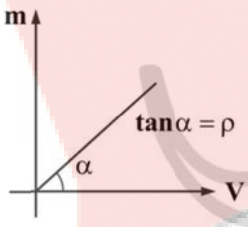
$$\frac{kg}{m^۳}=\frac{kg}{lit}\times ۱۰۰۰ \longrightarrow ۴\ \frac{kg}{lit}=۴۰۰۰\ \frac{kg}{m^۳}$$

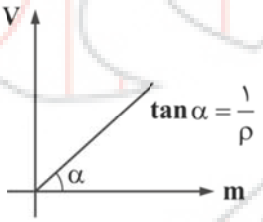
$$\frac{g}{cm^۳}=\frac{kg}{lit} \longrightarrow ۷\ \frac{g}{cm^۳}=۷\ \frac{kg}{lit}$$

ـ رابطه‌ی چگالی به‌صورت زیر می‌باشد:

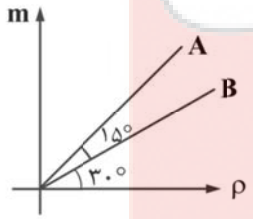
$$\text{چگالی جسم} \leftarrow \rho=\frac{\text{جرم جسم}\rightarrow m}{\text{حجم جسم}\rightarrow V}$$

ـ با توجه به رابطه‌ی چگالی می‌توان نمودارهای زیر را رسم کرد:





در واقع هر چه نمودار به محور m نزدیک‌تر باشد، مقدار چگالی بیشتر است. مثلاً در شکل زیر چگالی جسم A از چگالی جسم B بیشتر بوده و با توجه به شیب‌خط می‌توان نسبت آن‌ها را به‌صورت زیر به‌دست آورد.



$$\rho_A > \rho_B$$

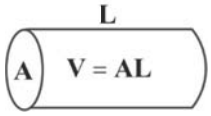
$$\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{\tan ۴۵^\circ}{\tan ۳۰^\circ}=\frac{۱}{\frac{\sqrt{۳}}{۳}}=\frac{۳}{\sqrt{۳}}=\sqrt{۳}$$

ـ با توجه به آنکه چگالی با جرم رابطه‌ی مستقیم و با حجم رابطه‌ی عکس دارد، برای مقایسه‌ی چگالی دو جسم خواهیم داشت:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{m_۲}{m_۱}\times\frac{V_۱}{V_۲}$$

نسبت به دست آمده، چگالی نسبی جسم (۲) به جسم (۱) می‌باشد.

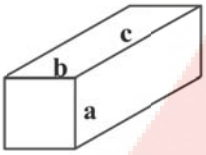
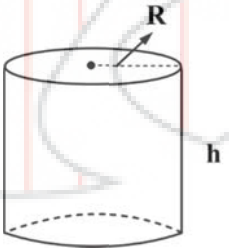
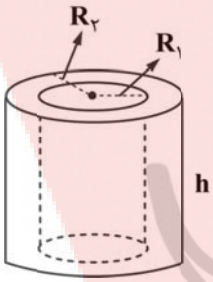
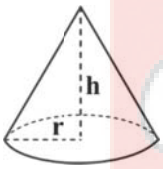
ـ در صورتی که جسم، یک مفتول فلزی به سطح مقطع A و طول L باشد، خواهیم داشت:



$$\Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{A_1 L_1}{A_2 L_2}$$

از این رابطه در ترکیب چگالی و عوامل ساختمانی مؤثر در مقاومت رساناها (سال یازدهم) استفاده خواهد شد.

*** یادآوری رابطه‌ی حجم برای اجسام مختلف:**

۱) مکعب به ضلع a: $V = a^3$	۲) مکعب مستطیل به ابعاد a، b و c:  $V = abc$
۳) کره‌ی توپر به شعاع R: $V = \frac{4}{3}\pi R^3$	۴) کره‌ی توخالی به شعاع خارجی R_2 و شعاع داخلی R_1 : $V = \frac{4}{3}\pi(R_2^3 - R_1^3)$
۵) استوانه‌ی توپر با سطح مقطع A، شعاع R و ارتفاع h:  $V = Ah$ $V = \pi R^2 h$	۶) استوانه‌ای توخالی با شعاع خارجی R_2 و شعاع داخلی R_1 :  $V = \pi(R_2^2 - R_1^2)h$
۷) حجم مخروط به شعاع R، سطح مقطع A و ارتفاع h  $V = \frac{1}{3}Ah \, , \, V = \frac{1}{3}\pi R^2 h$	

تمرین ۲۹: می‌خواهیم از فلزی به چگالی $6 \frac{g}{cm^3}$، کره‌ی توپری به شعاع ۵ cm بسازیم. جرم این کره چند کیلوگرم می‌شود؟ $(\pi = 3/14)$

۱) ۱/۵۷ ۲) ۲/۳۶ ۳) ۳/۱۴ ۴) ۴/۷۱

تمرین ۳۰: جرم یک ظرف فلزی توخالی ۳۰۰ گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی $۱/۲ \frac{g}{cm^۳}$ نماییم، جرم مجموعه ۵۴۰ گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه ۴۶۰ گرم می‌شود، چگالی این روغن چند گرم بر لیتر است؟

۱) ۹۵۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۸۰۰

تمرین ۳۱: ارتفاع یک مخروط توپر به چگالی $\rho_۱$ برابر طول ضلع یک مکعب توپر به چگالی $\rho_۲$ است و شعاع قاعده آن، نصف طول ضلع مکعب است. اگر جرم این دو با هم برابر باشد، $\frac{\rho_۱}{\rho_۲}$ کدام است؟ $(\pi = ۳)$

۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۴ ۴) ۲

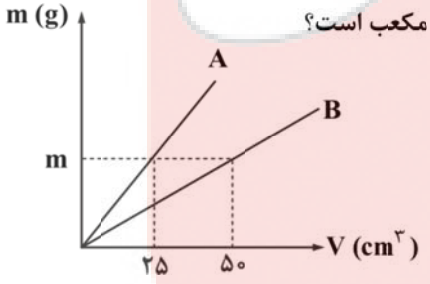
تمرین ۳۲: جرم دو کره همگن توپر A و B با هم برابر است. اگر شعاع کره A برابر ۳ cm و شعاع کره B برابر ۶ سانتی‌متر باشد، چگالی کره A چند برابر چگالی کره B است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) $۲\sqrt{۲}$

تمرین ۳۳: چگالی مایع A، $\frac{۴}{۵}$ چگالی مایع B است. اگر حجم ۸ کیلوگرم از مایع A برابر ۱۰ لیتر باشد، حجم ۵ کیلوگرم از مایع B برابر چند لیتر است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳/۶ ۳) ۴ ۴) ۵

تمرین ۳۴: نمودار تغییرات جرم برحسب حجم برای دو جسم A و B به‌صورت زیر می‌باشد اگر چگالی جسم A برابر $۲۰ \frac{gr}{cm^۳}$ باشد، حجم شمشی از جنس B به جرم ۶۰۰ gr، چند سانتی‌متر مکعب است؟



۱) $۶۰ cm^۳$

۲) $۶۰۰۰ cm^۳$

۳) $۶ \times ۱۰^{-۳} cm^۳$

۴) برای پاسخ باید مقدار □ مشخص باشد.

تمرین ۳۵: با ذوب M گرم از عنصری یک کره‌ی توپر به شعاع R ساخته‌ایم. اگر بخواهیم از همین ماده استوانه‌ای به شعاع ۲R و ارتفاع $\frac{R}{۲}$ بسازیم، جرم مورد نیاز چند M است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱ ۴) ۱/۵

تمرین ۳۶: شکل زیر نیم‌کره‌ی به شعاع ۴ cm از جنس آهن را نشان می‌دهد که حفره‌ای به شکل نیم‌کره به شعاع ۲ cm در آن ایجاد شده است. اگر چگالی آهن $۸۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ باشد، جرم این جسم چند گرم است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۴۵۰ ۲) ۸۹۶
۳) ۹۵۰ ۴) ۱۲۸۶

تمرین ۳۷: دو استوانه‌ی همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه‌ی A توپر و استوانه‌ی B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه‌ی B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه‌ی A چند برابر چگالی استوانه‌ی B است؟

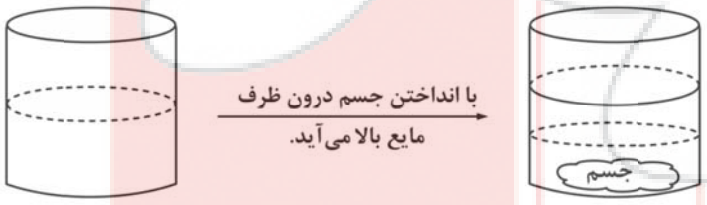
۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

*** محاسبه‌ی حجم جسم با شکل نامشخص:**

برای محاسبه‌ی حجم جسمی با شکل نامشخص، آن‌را درون مایعی می‌اندازیم، تغییر حجم مایع با حجم جسم برابر است.

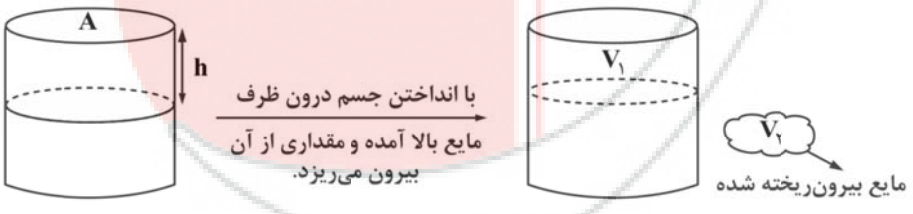
الف) در صورتی‌که ظرف لبریز از مایع باشد، با انداختن جسم درون ظرف، حجم مایع بیرون ریخته شده از ظرف، با حجم جسم برابر است.

ب) ظرف لبریز از مایع نباشد و با انداختن جسم درون ظرف، مایعی از ظرف بیرون نریزد.



تغییرات حجم مایع = v جسم

پ) ظرف لبریز از مایع نباشد و با انداختن جسم درون ظرف، مقداری مایع از ظرف بیرون بریزد.



جسم $V = V_۱ + V_۲$

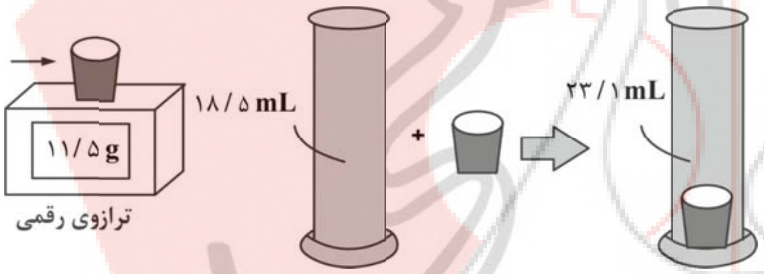
تمرین ۳۸: یک قطعه فلز را که چگالی آن $۲/۷ \frac{g}{cm^3}$ است کاملاً در ظرفی پر از الکل بـه چگـالی $۰/۸ \frac{g}{cm^3}$ وارد می‌کنیم و به اندازه‌ی ۱۶۰ گرم الکل از ظرف بیرون می‌ریزد، جرم قطعه فلز چند گرم است؟

۱) ۵۴۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۴۳۲ ۴) ۲۰۰

تمرین ۳۹: جرم یک گلوله‌ی آهنی ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن $۷۸۰۰ \frac{kg}{m^3}$ است. اگر گلوله‌ی آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو بریم و چگالی الکل ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰۰۰

تمرین ۴۰: در یک آزمایش، جرم و حجم یک جسم جامد را مطابق شکل زیر، پیدا می‌کنیم. باتوجه بـه داده‌هـای روی شکل چگالی جسم در SI، چقدر است؟



۱) ۲۵۰۰
۲) ۲۰۵۰
۳) ۲/۵
۴) ۲/۰۵

تمرین ۴۱: یک قطعه فلز به جرم ۹۰ گرم را درون آب در داخل استوانه‌ای می‌اندازیم. قطعه فلز کاملاً در آب فـرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازه ۱/۲ cm بالا می‌آید. اگر سطح مقطع داخلی استوانه $۱۰ cm^2$ باشد، چگـالی فلز چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

۱) ۵/۵ ۲) ۶ ۳) ۷/۵ ۴) ۸

*** حجم حفره‌ی درون جسم:**

برای محاسبه‌ی حجم حفره‌ی درون جسم، ابتدا به کمک ابعاد داده شده، حجم ظاهری جسم را به‌دست مـی‌آوریـم، سـپس بـه کمک جرم جسم و چگالی جسم، حجم واقعی جسم را به‌دست می‌آوریم. حجم حفره برابر اختلاف حجم ظاهری و واقعی است.

تمرین ۴۲: شعاع یک کره‌ی فلزی ۵ سانتی‌متر و جرم آن ۱۰۸۰ گرم و چگالی آن $۲/۷ \frac{g}{cm^۳}$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می دهد؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

تمرین ۴۳: طول هر ضلع مکعب فلزی $۱۰ cm$ و جرم آن $۶ kg$ است. اگر چگالی فلز $۸ \frac{g}{cm^۳}$ باشد، مکعب:

۱) توپر است و حجم آن $۷۵۰ cm^۳$ است. ۲) توپر است و حجم آن $۱۰۰۰ cm^۳$ است.

۳) حفره خالی دارد و حجم حفره $۷۵۰ cm^۳$ است. ۴) حفره‌ی خالی دارد و حجم حفره $۲۵۰ cm^۳$ است.

تمرین ۴۴: درون یک قطعه طلا به حجم ظاهری $۱۲ cm^۳$ و جرم ۱۹۹/۵ گرم، حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی طلا $۱۹۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ باشد، حجم حفره‌ی خالی چند سانتی‌متر مکعب است؟

۱) ۰/۷۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۳/۴

محاسبه‌ی چگالی مخلوط:

در صورتی‌که دو یا چند مایع با چگالی‌های مختلف را با یکدیگر مخلوط کنیم و یا اینکه چند فلز را به‌صورت آلیاژ درآوریم، می‌توانیم چگالی مخلوط (آلیاژ) حاصل را به‌صورت زیر به‌دست آوریم:

در فرمول‌های زیر دو جسم به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ و حجم‌های $V_۱$ و $V_۲$ را با هم مخلوط کرده‌ایم.

الف) در صورتی‌که پس از مخلوط شدن، تغییر حجم نداشته باشیم:

$$\rho = \frac{m_۱ + m_۲}{V_۱ + V_۲}$$

* در صورتی‌که در اطلاعات مسئله حجم نداده بود و فقط از چگالی و جرم صحبت کرده بود، ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$، حجم را به‌دست آورده و سپس در فرمول جای‌گذاری می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{m_۱ + m_۲}{\frac{m_۱}{\rho_۱} + \frac{m_۲}{\rho_۲}}$$

* در صورتی‌که در اطلاعات مسئله جرم را نداده بود و فقط از چگالی و حجم صحبت کرده بود، ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $\rho = \frac{m}{V}$، جرم را به‌دست آورده و سپس در فرمول جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \rho = \frac{\rho_۱ V_۱ + \rho_۲ V_۲}{V_۱ + V_۲}$$

تمرین ۴۵: مخلوطی از دو نوع مایع با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 درست شده است. اگر $\frac{1}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 بوده و $\frac{2}{3}$ باقی‌مانده از مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط برابر با کدام است؟

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

تمرین ۴۶: جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است، اگر حجم قطعه‌ی ساخته شده ۵ سانتی‌متر مکعب و چگالی آن $\frac{g}{cm^3}$ ۱۳/۶ باشد، جرم نقره‌ی به کار رفته، چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب $\frac{g}{cm^3}$ ۱۰ , $\frac{g}{cm^3}$ ۱۹ فرض شود.)

۱) ۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۴ ۴) ۳۸

تمرین ۴۷: چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیه‌ی V_A و V_B برابر ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چگالی مایع A برابر $\frac{g}{lit}$ ۶۰۰ و چگالی مایع B، $\frac{g}{lit}$ ۸۰۰ باشد، V_A چند برابر V_B است؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{1}{4}$

تمرین ۴۸: درون نیم‌کیلوگرم آب خالص، ۱۰۵ gr نمک به‌طور کامل حل می‌کنیم. در اثر این انحلال حجم اولیه ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. چگالی آب و نمک ایجاد شده چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (چگالی آب = ۱۰۰۰ $\frac{kg}{m^3}$)

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۱ ۴) ۱/۱۸

* اگر حجم دو ماده‌ای که با هم مخلوط شده‌اند، یکسان باشد و تغییر حجم نداشته باشیم، چگالی مخلوط، میانگین چگالی‌ها است.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

نکته: در صورتی‌که جرم ماده‌های مخلوط شده با هم برابر باشند و تغییر حجم نداشته باشیم، چگالی مخلوط به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{n}{\rho} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} + \cdots + \frac{1}{\rho_n}$$

در این رابطه، n تعداد ماده‌های مخلوط شده است.

تمرین ۴۹: سه مایع با چگالی‌های $۲\frac{g}{cm^۳}$ و $۴\frac{g}{cm^۳}$ و $۱۰\frac{g}{cm^۳}$ را با جرم‌های مساوی با یکدیگر ترکیب می‌کنیم، چگالی ترکیب حاصل چند گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌شود؟

۱) $\frac{۳۰}{۱۶}$ ۲) $\frac{۳۰}{۱۷}$ ۳) $\frac{۱۵}{۴}$ ۴) $\frac{۶۰}{۱۷}$

ب) در صورتی‌که پس از مخلوط شدن تغییر حجم داشته باشیم:

$$\rho = \frac{m_۱ + m_۲}{V} \longrightarrow \text{حجم مخلوط جدید}$$

تمرین ۵۰: ۲۰ درصد حجم یک مخلوط را مایع A با چگالی ρ_A و مابقی حجم را مایع B با چگالی ρ_B تشکیل داده است. چگالی مخلوط کدام است؟

۱) $۰/۲\rho_A + ۰/۸\rho_B$ ۲) $\frac{\rho_A\rho_B}{۰/۲\rho_A + ۰/۸\rho_B}$ ۳) $\frac{\rho_A\rho_B}{۴\rho_A + \rho_B}$ ۴) $۰/۸\rho_A + ۰/۲\rho_B$

تمرین ۵۱: $۱۰۰\,cm^۳$ از مایعی به چگالی $۳/۵\frac{g}{cm^۳}$ را با $۳۰۰\,cm^۳$ از مایعی به چگالی $۴/۵\frac{g}{cm^۳}$ مخلوط می‌کنیم. اگر در این مخلوط کردن، حجم کل ۱۵ درصد کاهش یابد، چگالی مخلوط چند گرم بر سانتی متر مکعب می‌شود؟

۱) ۴ ۲) ۴/۲۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۵

تمرین ۵۲: ۵۰۰ سانتی‌متر مکعب از مایعی به چگالی $۱/۵\frac{g}{cm^۳}$ را با ۱۵۰۰ سانتی‌متر مکعب از مایعی به چگالی $۲/۱\frac{g}{cm^۳}$ مخلوط می‌کنیم. چگالی مخلوط به‌دست آمده $۳\frac{g}{cm^۳}$ می‌شود. حجم مخلوط حاصل نسبت به مجموع دو مایع چند سانتی‌متر مکعب کاهش می‌یابد؟

۱) ۷۵۰ ۲) ۷۰۰ ۳) ۵۵۰ ۴) ۵۰۰

* در مسائل تبدیل آب و یخ، توجه داشته باشید که جرم تغییر نمی‌کند. امّا حجم یخ از حجم آب بیشتر است. پس خـواهیم داشت:

$$\Delta V = V_{\text{یخ}} - V_{\text{آب}}$$

$$\Delta V = \frac{m}{\rho_{\text{یخ}}} - \frac{m}{\rho_{\text{آب}}}$$

در این رابطه ΔV اختلاف حجم یخ و آب است. با توجه به آن‌که چگالی یخ از چگالی آب کمتر است، بنابراین حجم آن بیشتر خواهد بود.

تمرین ۵۳: در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می شود و حجم مخلوط $5\ cm^3$ کاهش می‌یابد. جـرم یـخ ذوب شده چند گرم است؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1\frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{یخ}} = 0/9\frac{g}{cm^3})$

۱) ۴/۵ ۲) ۵ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰