پودمان ۵

محاسبات فنی

تبدیل واحد

با توجه به اینکه در سال‌های قبل در مورد تبدیل یکاها مطالبی را خوانده‌اید و نیز در کتاب فیزیک و همراه هنرجو در خصوص سیستم‌های SI توضیحاتی آورده شده است به‌منظور یادآوری و مرور مطالب آموخته شده، توضیحات، مثال‌ها و مسائلی آورده شده است.

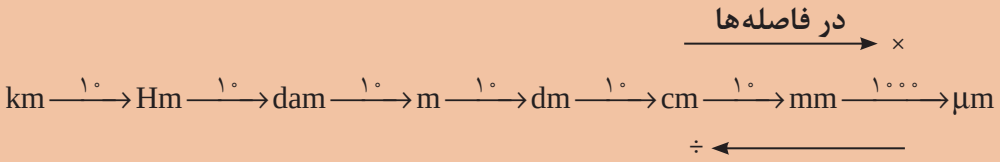
مثال:

۸۲۵cm = ? mm

۸۲۵×۱۰=۸۲۵۰ mm

نکته

برای تبدیل واحدها از نمودار زیر استفاده می‌شود.



۲۵۰m=? Hm

۲۵۰÷(۱۰×۱۰)=۲/۵ Hm

مثال: از کوچک‌تر به بزرگ‌تر(۱۰×۱۰) فاصله هکتومتر تا متر

فعالیت کلاسی

جاهای خالی را مطابق نمونه کامل کنید.

۱/۲ × ۱۰۷ = ۱۲۰km = ☐dam = ☐m

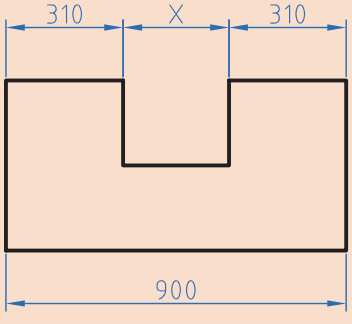
۲۳۵m = ۲/۵۳ ☐ = ☐µm

۲۴۲۵dam = ☐ km

۲/۱km = ۲۱۰۰ ☐ = ☐µm

فعالیت کلاسی

در شکل زیر مقدار x را برحسب dm (دسی‌متر) به‌دست آورید.



شکل۱

تولرانس

برای ساخت قطعات صنعتی با اندازه مطلق یعنی بدون درنظر گرفتن خطا، وقت و هزینه بسیار زیادی باید صرف شود، لذا ممکن است ساخت قطعات برای دستگاه‌هایی که نیاز به دقت زیادی ندارند مقرون به‌صرفه نباشد. به همین دلیل برای تولید قطعات با توجه به وظیفه‌ای که دارند مقداری خطا در ساخت توسط طراح درنظر گرفته می‌شود. این میزان خطای مجاز را تولرانس می‌گویند.

$Gu=N+A_u$ $\quad$ $Go=N+Ao$ $\quad$ $T=Go-Gu$

در این فرمول‌ها

T: تولرانس $\quad$ Go : بزرگ‌ترین اندازه $\quad$ Gu: کوچک‌ترین اندازه $\quad$ N: اندازه اسمی

Ao: انحراف بالایی $\quad$ Au: انحراف پایینی

مثال: روی یک نقشه اندازه قطعه به‌صورت $۴۰^{+۰/۱}$ نوشته شده است مقدار تولرانس را به‌دست آورید.

حل: ابتدا اطلاعات را استخراج و در یک گوشه می‌نویسیم.

N=۴۰mm

Ao=۰/۱mm $\quad$ Go=N+Ao =۴۰+۰/۱ =۴۰/۱mm

Au=-۰/۱mm $\quad$ Gu=N+Au =۴۰+(-۰/۱)=۳۹/۹mm

T=Go-Gu =۴۰/۱-۳۹/۹=۰/۲mm

سؤال

آیا می‌توانید راهی بیابید که بدون محاسبه، بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه قطر تولرانس را به‌دست آورید.

راهنمایی:

T= ☐ - ☐ =۰/۲mm

فعالیت کلاسی

مطابق مثال نمونه حل شده تولرانس را محاسبه کنید.

$۲۵^{+۰/۲}_{+۰/۱}$ بزرگ‌ترین اندازه = ☐ + ☐ =۲۵/۲mm

☐ =۲۵+ ☐ =۲۵/۱mm

تولرانس = ☐ - ☐ =۰/۱mm

نکته

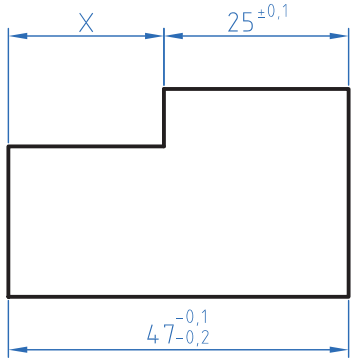
در عدد $۲۵^{+۰/۲}_{+۰/۱}$ را اندازه اسمی و ۰/۲+ حد بالایی و ۰/۱+ را حد پایینی می‌گویند. از تفاضل حد بالا با حد پایینی تولرانس به‌دست می‌آید.

تمرین

۱ در اندازه‌های نوشته شده مطلوب است محاسبه بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه و تولرانس.

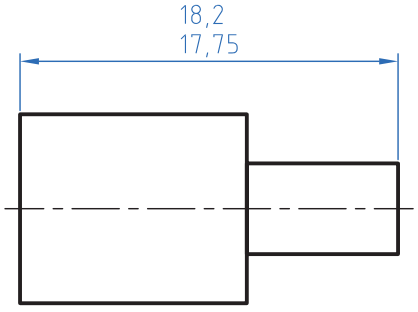
الف) $۵۵^{\pm ۰/۰۳}$ ب) $۲۸^{+۰/۱۵}_{+۰/۳}$ ج) $۲۹^{-۰/۲۵}_{-۰/۱۵}$ د) $۳۷^{-۰/۲۵}_{\circ}$

۲ در نقشه مطابق شکل مقدار بزرگ‌ترین و کمترین اندازه x را به‌دست آورید.



شکل ۲

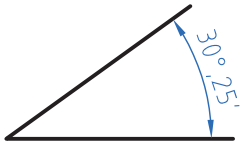
۳ در نقشه زیر مقادیر انحراف بالایی و انحراف پایینی و تولرانس را به‌دست آورید.



شکل ۳

زاویه و زمان

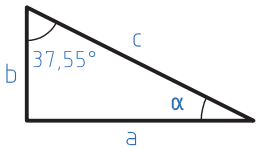
به شکل دقت کنید عدد ′۲۵ چه مفهومی دارد.
تاکنون زوایا را برحسب درجه اندازه‌گیری و محاسبه می‌کردید. با توجه به اینکه در قطعات صنعتی برخی اوقات نیاز به اعداد کوچک‌تر و دقیق‌تر است لذا یکا کوچک‌تر از درجه برای زاویه مطرح می‌شود اجزای کوچک‌تر از درجه، دقیقه و ثانیه است که بین آنها رابطه زیر برقرار است.



شکل ۴

$$1^\circ = 60' = 3600''$$

مثال: در مثلثی مطابق‌شکل مقدار زاویه α را برحسب (درجه و دقیقه) به‌دست آورید.



شکل ۵

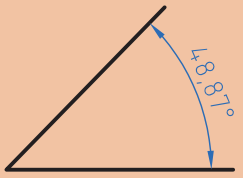
$$\hat{a}+\hat{b}+\hat{c}=180^\circ$$
$$a=180-(b+c)=180^\circ-(90+37/55)$$
$$a=51/45^\circ$$
$$a=51^\circ+0/45\times60=51^\circ و\ 27'$$

نکته

برای تبدیل درجه به دقیقه و ثانیه عدد اعشاری را در عدد ۶۰ ضرب کنید و اگر عدد به‌دست آمده دارای اعشاری است مجدد عدد اعشاری را در ۶۰ ضرب کنید تا دقیقه به ثانیه تبدیل شود.

مثال: مقدار زاویه مقابل را برحسب درجه، دقیقه و ثانیه به‌دست آورید.

$$0/87\times60=52/2'$$
$$0/2\times60=12''$$
$$48^\circ,52',12''$$



شکل ۶

نکته

برای تبدیل دقیقه و ثانیه به درجه، ابتدا مقدار دقیقه را بر ۶۰ تقسیم کرده و سپس مقدار ثانیه را بر ۳۶۰۰ تقسیم نموده و باهم جمع کرده و به مقدار درجه اضافه می‌کنیم.

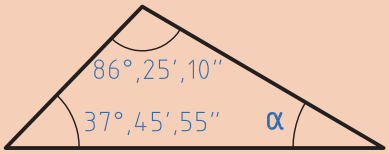
مثال: زاویه ″۳۰ و ′۱۲ و °۲۵ را برحسب درجه بنویسید.

$$۲۵^\circ + \frac{۱۲'}{۶۰} + \frac{۳۰''}{۳۶۰۰} = ۲۵/۲۰۸$$

مثال: در مثلث زیر مقدار α را برحسب درجه و دقیقه به‌دست آورید.

$$(۸۶^\circ, ۲۵', ۱۰'') + (۳۷^\circ, ۴۵', ۵۵'') + \alpha = ۱۸۰^\circ$$

$$\begin{array}{r} {}^{۱}\quad {}^{۱} \\ ۸۶^\circ, ۲۵', ۱۰'' \\ +\ ۳۷^\circ, ۴۵', ۵۵'' \\ \hline ۱۱۲^\circ, ۷۱', ۶۵'' \\ {}^{۱۱} \end{array}$$



شکل ۷

$$۱۱۲^\circ, ۱۱', ۵'' + \alpha = ۱۸۰$$

$$\alpha = ۱۸۰^\circ - ۱۱۲^\circ, ۱۱', ۵''$$

$$\begin{array}{rl} ۱۸۰^\circ, ۰', ۰' & ۱۷۹^\circ, ۵۹', ۶۰'' \\ -۱۱۲, ۱۱, ۵ \rightarrow & \underline{-۱۱۲, ۱۱, ۵} \\ & ۶۷^\circ, ۴۸', ۵۵'' \end{array}$$

$$\alpha = ۶۷^\circ, ۴۸', ۵۵''$$

تمرین

۱ مقدار هر یک از زوایای زیر را برحسب درجه به‌دست آورید.

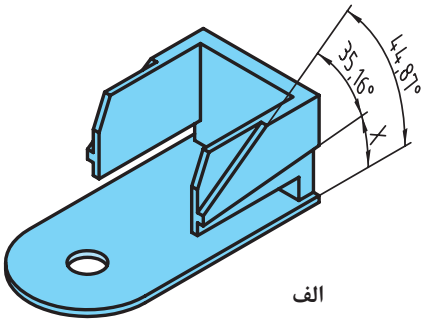
الف) $۳۴^\circ, ۱۲', ۴۸''$ ب) $۲۲', ۳۵''$ ج) $۱۴^\circ, ۵۲''$

۲ مقادیر خواسته شدهٔ زیر را به‌دست آورید.

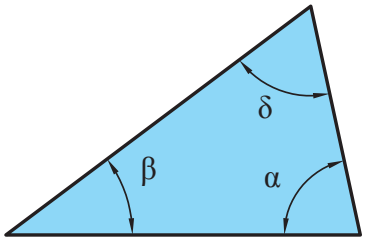
A	B	A+B	A−B
$۵۲^\circ, ۴۵', ۲۰''$	$۳۸^\circ, ۲۱', ۴۶''$		
$۴^\circ, ۲۵', ۴۴''$	$۲^\circ, ۴۵''$		

۳ در قطعهٔ زیر مقدار x را برحسب درجه و دقیقه و ثانیه به‌دست آورید.

۴ در مثلث شکل ۸ـ ب زاویهٔ γ را به‌دست آورید.



الف



ب

شکل ۸

محاسبهٔ سطوح

یادآوری

برای تبدیل یکاهای سطح مانند تبدیل یکای طول عمل می‌شود با این تفاوت که فاصله هر واحد تا واحد بعدی $۱۰^۲$ است.

واحد بزرگ‌تر به کوچک‌تر × فاصله دو واحد

$$Km^۲ \xrightarrow{۱۰^۲} Hm^۲ \xrightarrow{۱۰^۲} dam^۲ \xrightarrow{۱۰^۲} m^۲ \xrightarrow{۱۰^۲} dm^۲ \xrightarrow{۱۰^۲} cm^۲ \xrightarrow{۱۰^۲} mm^۲$$

واحد کوچک‌تر به بزرگ‌تر ÷ فاصله دو واحد

مثال۱: مساحت یک قطعه ۲۵۰ دسی‌متر مربع است آن را برحسب cm مربع به‌دست آورید.

$۲۵۰ \times ۱۰^۲ = ۲۵۰۰۰ cm^۲$

مثال۲: ۱۲۲۰ میلی‌متر مربع چند دسی متر مربع است.

$۱۲۲۰ mm^۲ = ? dm^۲$

$۱۲۲۰ \div (۱۰^۲ \times ۱۰^۲) = ۱۲۲۰ \div ۱۰^۴ = ۰/۱۲۲ dm^۲$

مرکب

با توجه به اینکه در سال‌های قبل محاسبه سطوح استاندارد را فرا گرفته‌اید برای محاسبه سطوح مرکب ابتدا سطح مورد نظر را به سطوح قابل محاسبه تقسیم‌بندی کرده و سپس با هم جمع جبری می‌شود.

مثال: مساحت قطعه را مطابق شکل محاسبه کنید.

$$A = A_۱ + A_۲ - A_۳ + A_۴$$

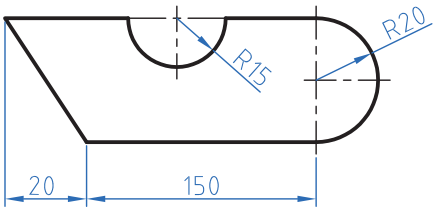
$$A_۱ = ۱۵۰ \times ۴۰ = ۶۰۰۰\ mm^۲$$

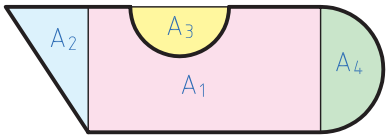
$$A_۲ = \frac{۴۰ \times ۲۰}{۲} = ۴۰۰\ mm^۲$$

$$A_۳ = \frac{\pi.r^۲}{۲} = \frac{۳/۱۴ \times ۱۵^۲}{۲} = ۳۵۳/۲۵ mm^۲$$

$$A_۴ = \frac{\pi.r^۲}{۲} = \frac{۳/۱۴ \times ۲۰^۲}{۲} = ۶۲۸\ mm^۲$$

$$A = ۶۰۰۰ + ۴۰۰ - ۳۵۳/۲۵ + ۶۲۸ = ۶۶۷۴/۷۵\ mm^۲$$

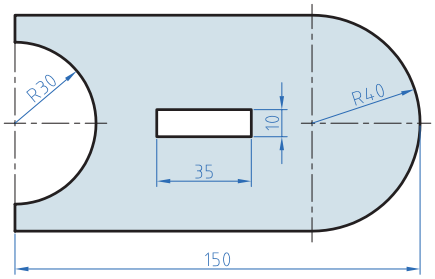


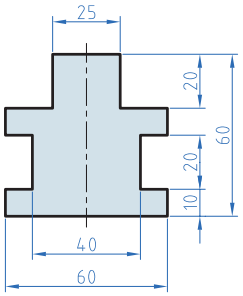


شکل ۹

تمرین

۱ مساحت قطعات را مطابق شکل به‌دست آورید.





شکل ۱۰

۲ در دایره‌ای نسبت مساحت به محیط آن ۲/۵ است. قطر این دایره چقدر است؟

نکته

برای استفاده از فرمول‌های مساحت شکل‌های استاندارد به کتاب همراه هنرجو مراجعه نمایید.

محاسبه حجم

یادآوری

محاسبهٔ حجم اجسام با شکل استاندارد مانند استوانه، مکعب و ... را آموخته‌اید در این پودمان ابتدا تبدیل واحد حجم که کاملاً مشابه تبدیل واحد طول و سطح است را فرا می‌گیرید اما با این تفاوت که فاصله هر واحد با واحد دیگر 10^3 می‌باشد.

ضرب

$$m^3 \xrightarrow{10^3} dm^3 \xrightarrow{10^3} cm^3 \xrightarrow{10^3} mm^3$$

تقسیم

نکته

هر لیتر یک دسی‌متر مکعب است. $1Lit = 1dm^3$

مثال: ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب چند مترمکعب است؟

حل:

$$m^3 \xrightarrow{10^3} dm^3 \xrightarrow{10^3} cm^3 \Rightarrow 250 \div (10^3 \times 10^3) = 250 \div 10^6$$

$$0/000025\ m^3 = 2/5 \times 10^{-4}\ m^3$$

نکته

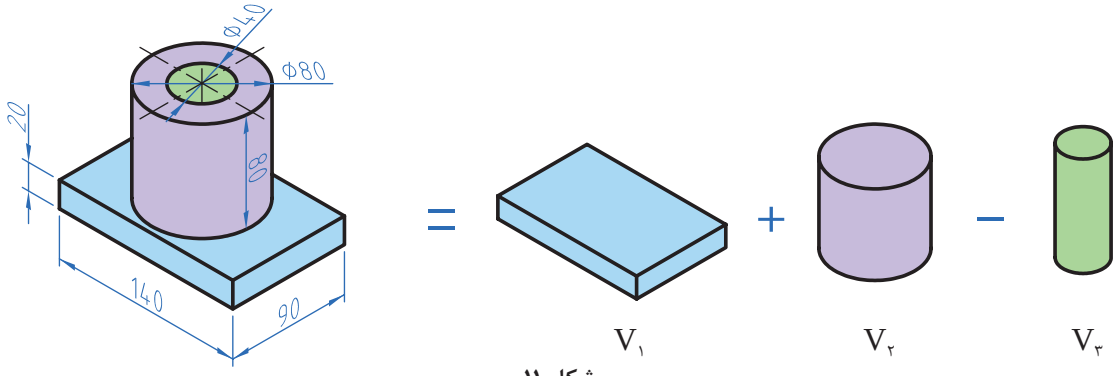
همان‌طور که می‌دانید می‌توان اعداد اعشاری را به صورت نماد علمی نوشت.

محاسبه احجام مرکب

برای محاسبه احجام ابتدا هر جسم که تشکیل شده از چند شکل معین را به احجام تشکیل دهنده تقسیم‌بندی نموده و سپس با محاسبه هر یک و جمع جبری آنها حجم را محاسبه می‌کنیم.

مثال: در شکل زیر حجم را بر حسب dm^3 محاسبه کنید.

حل: ابتدا تجزیه



شکل ۱۱

$V=V_۱+V_۲-V_۳$

$V_۱=۱/۴\times۰/۹\times۰/۲=۰/۲۵۲dm^۳$

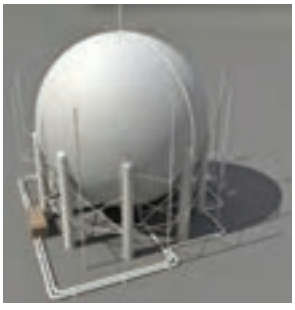
$V_۲=\pi r^۲\times h=۳/۱۴\times۰/۴^۲\times۰/۸=۰/۴۰۲dm^۳$

$V_۳=\pi r^۲\times h=۳/۱۴\times۰/۲۰^۲\times۰/۸=۰/۱dm^۳$

$V=۰/۲۵۲+۰/۴۰۲-۰/۱=۰/۵۵۴dm^۳$

تمرین

قطر مخزن اکسیژن شکل زیر ۶/۵m است. حجم مخزن را برحسب متر مکعب و لیتر به‌دست آورید.



شکل ۱۲

محاسبه جرم

یادآوری

محاسبه جرم را قبلاً آموخته‌اید لذا در این قسمت به یادآوری کوتاه در مورد محاسبه جرم و تبدیل واحدهای آن می‌پردازیم.

واحد جرم در سیستم SI[1] کیلوگرم است و واحدهای گرم (gr) و تن (ton) از واحدهای کوچک‌تر و بزرگ‌تر کیلوگرم است که رابطهٔ زیر بین آنها برقرار است.

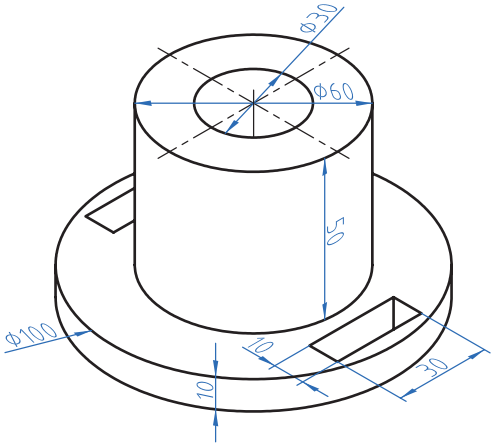
$$۱kg=۱۰۰۰gr \qquad ۱ton=۱۰۰۰kg$$

مثال: برای محاسبه جرم از فرمول $m=\rho.V$ استفاده می‌شود.

m جرم برحسب کیلوگرم، ρ چگالی برحسب $\frac{kg}{m^۳}$ یا $\frac{kg}{dm^۳}$ و V حجم برحسب $m^۳$ یا $dm^۳$ می‌باشد.

همان‌گونه که در دروس علوم و ریاضی پایه هفتم آموخته‌اید برای محاسبهٔ جرم ابتدا حجم یک جسم را محاسبه می‌کنیم سپس با ضرب آن در چگالی (جرم حجمی) مقدار جرم به‌دست می‌آید.

مثال: جرم قطعه را، مطابق شکل روبه‌رو حساب کنید. در صورتی‌که چگالی آن ۷/۵ کیلوگرم بر دسی متر مکعب باشد.



شکل ۱۳

$V=V_۱+V_۲-(V_۳+V_۴+V_۵)$

$V_۱=\pi.r^۲.h=۳/۱۴\times۵۰^۲mm^۲\times۱۰mm=۷۸۵۰۰mm^۳\div۱۰^۶=۰/۰۷۸۵dm^۳$

$V_۲=\pi\times r^۲\times h=۳/۱۴\times۳۰^۲mm^۲\times۵۰mm=۱۴۱۳۰۰mm^۳\div۱۰^۶=۰/۱۴۱۳dm^۳$

$V_۳=\pi r^۲h=۳/۱۴\times۱۵^۲mm^۲\times۶۰mm=۴۲۳۹۰\div۱۰^۶=۰/۰۴۲۳۹۰dm^۳$

$V_۴=V_۵=۳۰\times۱۰\times۱۰=۳۰۰۰\div۱۰^۶=۰/۰۰۳dm^۳$

$V=۰/۰۷۸۵+۰/۱۴۱۳-(۰/۰۴۲۳۹۰+۰/۰۰۳+۰/۰۰۳)=۰/۱۷۱۴۱dm^۳$

$m=\rho.V=۷/۵\times۰/۱۷۱۴۱=۱/۲۹\ Kg$

همان‌طوری که در مثال بالا مشاهده کردید به این دلیل که واحد چگالی $\frac{kg}{dm^۳}$ بود بنابراین حجم در محاسبات باید برحسب $dm^۳$ به‌دست آید ولی اگر واحد چگالی $\frac{gr}{cm^۳}$ باشد باید حجم برحسب سانتی‌متر مکعب و جرم برحسب gr به‌دست آید.

برای تبدیل واحدهای چگالی از رابطه روبه‌رو استفاده می‌شود.

$$۱\frac{kg}{m^۳}=۱۰۰۰\frac{kg}{dm^۳}=۱\frac{gr}{cm^۳}$$

۱- استاندارد بین المللی یکاها

جرم طولی

برای محاسبه جرم نیمه ساخته‌ها مانند میل‌گردها، پروفیل‌ها و لوله‌ها که دارای مقطع یکنواخت در طول هستند از فرمول جرم طولی استفاده می‌شوند. بدین ترتیب که جرم طولی را از جدول برای پروفیل مورد نظر استخراج نموده و در طول ضرب می‌کنند تا مقدار جرم به‌دست آید.

$$m = m' \times L$$

m جرم برحسب kg، m' جرم طولی برحسب $\frac{kg}{m}$، L طول برحسب m

مثال: جرم یک شاخه میل گرد از جنس St۳۷ به قطر ۳۰ میلی‌متر و طول ۳/۵ متر را محاسبه نمایید.

$$m' = \xrightarrow{\text{از جدول}^{1}} ۵/۵۵ \ \frac{kg}{m}$$

$$L = ۳/۵ m$$

$$m = m' \times L = ۵/۵۵ \times ۳/۵ = ۱۹/۴۲۵ kg$$

نکته

معمولاً جرم طولی و سطحی برای محاسبه مواد خام استفاده می‌شود.

جرم سطحی

برای محاسبه جرم ورق‌ها از فرمول جرم سطحی استفاده می‌شود. مراحل محاسبه مانند جرم طولی است

m : جرم برحسب kg

m'' :جرم سطحی بر حسب $\frac{kg}{m^2}$

A : سطح ورق برحسب m^2

$$m = m'' \times A$$

مثال: ورقی به ابعاد ۳×۲۵۰۰×۳۰۰۰ میلی‌متر برای ساخت یک محفظه مورد نیاز است. جرم این ورق را با استفاده از جدول جرم سطحی موجود در کتاب همراه هنرجو محاسبه نمایید.

$$L = ۳۰۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۳ m$$

$$b = ۲۵۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۲/۵ m$$

$$A = L \times b = ۳ \times ۲/۵ = ۷/۵ m^2$$

$$m'' = \xrightarrow{\text{از جدول}} ۲۳/۶ \frac{kg}{m^2}$$

$$m = m'' \times A = ۲۳/۶ \times ۷/۵ = ۱۷۷ kg$$

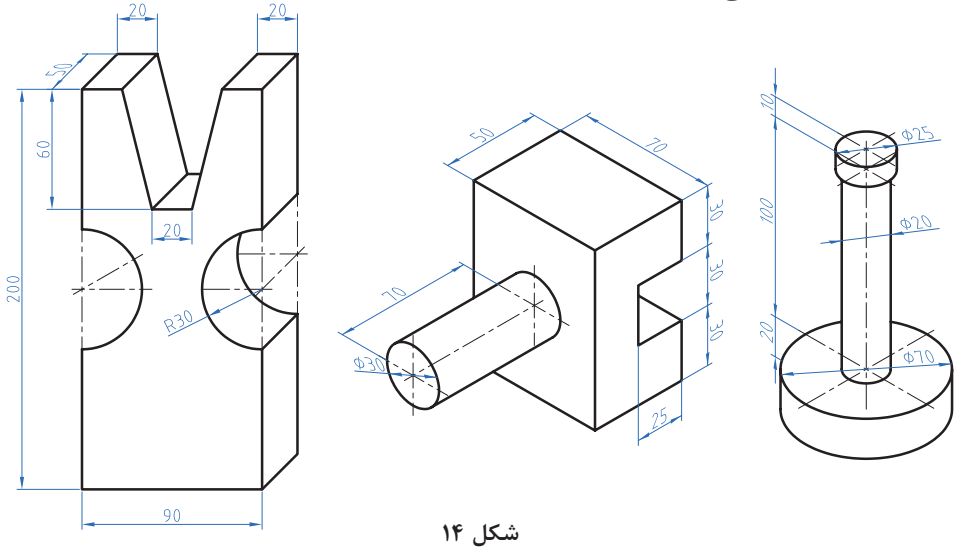
۱ـ به کتاب همراه هنرجو قسمت محاسبات جدول جرم طولی مراجعه کنید.

تمرین

۱ جرم مواد خام برای ساخت قطعات یک دستگاه که در جدول زیر آمده را محاسبه کنید.

مشخصات	قطعه	مشخصات	قطعه
۲۵۰×۱۸۰×۲ mm	محفظه	عملکرد ϕ′ ۲۵×۱۴۰	محور اصلی
۳۵×۲۵×۲/۵ mm	درپوش	طول دوونیم متر مساحت ۴۰×۴۰میلی‌متر ضخامت ۳mm	پایه از پروفیل چهارگوش توخالی

۲ جرم قطعه‌های آلومینیومی شکل ۱۴ را محاسبه کنید.



شکل ۱۴

نکته

برای استخراج جرم حجمی، جرم طولی، جرم سطحی به کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید.

محاسبهٔ وزن

یادآوری

نیروی وزن نیرویی است که از طرف زمین به جرم جسم وارد می‌شود. برای محاسبه نیروی وزن کافی است از رابطه $W = m \times g$ استفاده شود.

در این فرمول: W نیروی وزن برحسب نیوتن (N)

m جرم برحسب کیلوگرم (kg)

g شتاب جاذبه زمین برحسب $۹/۸۱ \frac{m}{s^۲}$

نکته

یک کیلوگرم متر بر مجذور ثانیه $(\frac{kgm}{s^2})$ با یک نیوتن برابر است.

توجه: شتاب جاذبه یا شتاب ثقل کره زمین در نقاط مختلف متفاوت است. این مقدار از ۹/۷۸ (استوا) تا ۹/۸۳ (قطب شمال) متغیر است ولی محل قراردادی را برای محاسبه، پاریس (۹/۸۱) در نظر می‌گیرند.

مثال: نیروی وزن قطعهٔ شکل ۱۵ را محاسبه کنید. $(g = ۹/۸ \frac{m}{s^2})$

نکته

جنس این قطعه فولاد ساختمانی ST۳۷ است.

محاسبهٔ حجم: روش اول

$V = V_۱ - V_۲$

$V_۱ = ۳۰۰ \times ۲۰۰ \times ۲۰۰ = ۱۲۰۰۰۰۰۰ \div ۱۰^۶ = ۱۲\ dm^۳$

$V_۲ = ۱۰۰ \times ۲۰۰ \times ۲۰۰ = ۴۰۰۰۰۰۰ \div ۱۰^۶ = ۴\ dm^۳$

$V = ۱۲ - ۴ = ۸\ dm^۳$

محاسبهٔ حجم: روش دوم

$V = A.h$

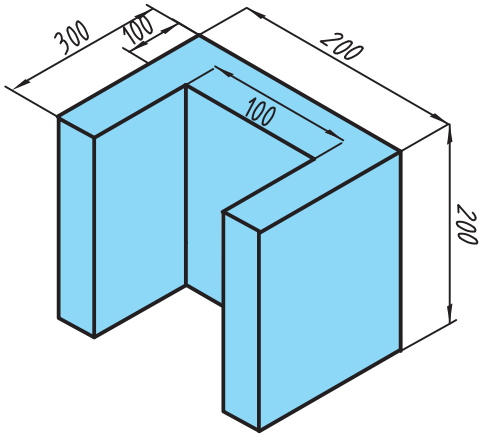
$A = (۳۰۰ \times ۲۰۰) - (۱۰۰ \times ۲۰۰) = ۴۰۰۰۰ \div ۱۰^۴ = ۴\ dm^۲$

$V = A.h = ۴ \times ۲ = ۸\ dm^۳$

$m = \rho.V = ۷/۲۵ \times ۸ = ۵۸\ Kg$

$W = m.g = ۵۸ \times ۹/۸ = ۵۶۸/۴\ N$

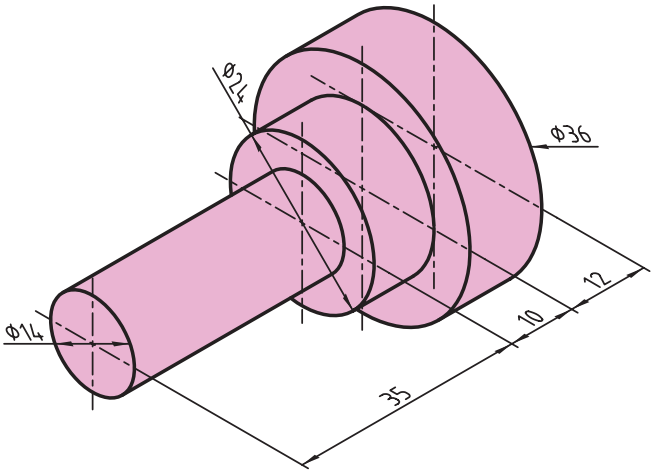
$W = ۵۶۸/۴\ N$



شکل ۱۵

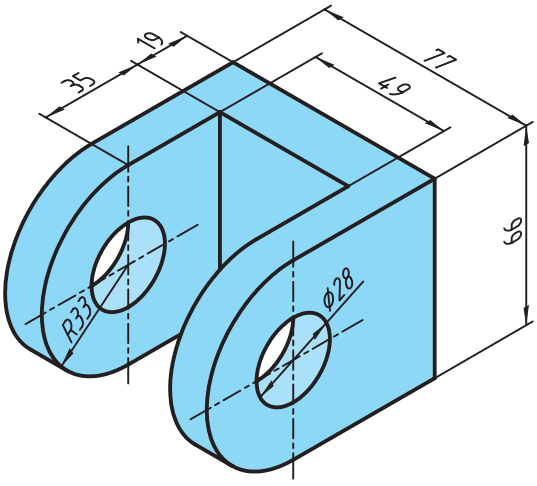
تمرین

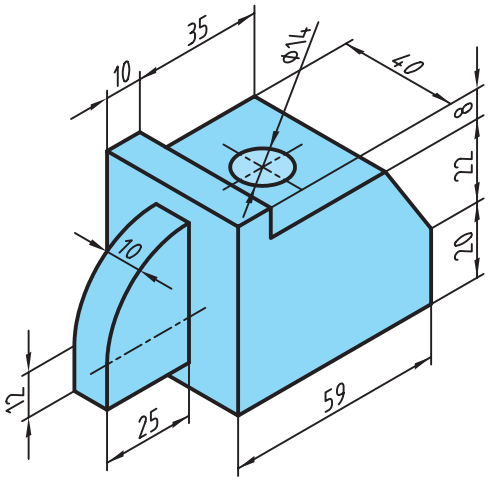
۱ نیروی وزن قطعهٔ شکل ۱۶ را که از آلومینیوم ساخته شده است را محاسبه کنید.



شکل ۱۶

۲ وزن قطعات زیر که از جنس فولاد ساختمانی (ST۳۷) ساخته شده‌اند را به‌دست آورید.





شکل ۱۷