

آموزه پنجم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : با یادگیری این آموزه، هنرجو می‌تواند :

- مفهوم تولرانس در اندازه‌قطعات را توضیح دهد.
- انواع انطباقات (لق، پرس و جذب) را توضیح دهد.
- اندازه اسمی قطعه، اندازه حقیقی قطعه و تولرانس را توضیح دهد.
- یکای اندازه‌گیری جرم را توضیح دهد.
- جرم قطعات را اندازه بگیرد.
- جرم ورق‌ها را محاسبه کند.
- جرم قطعات را از روی جرم ویژه محاسبه کند.

۱-۵- انطباق (۱۰-۱- صفحه ۲۰)

موضوع را به روش پرسش و پاسخ تدریس کنید :

پرسش : یک پیچ و مهره در چه شرایطی روی هم بسته می‌شوند و اگر هم اندازه نباشند چه اتفاقی روی می‌دهد؟

پاسخ : اندازه پیچ و مهره سه حالت می‌تواند داشته باشد :

الف) هر دو هم اندازه باشند و قطر مهره کمی بزرگ‌تر از قطر پیچ ساخته شده باشد. در این صورت مهره روی پیچ پیچیده می‌شود.

ب) قطر سوراخ مهره بیش از اندازه بزرگ‌تر از قطر پیچ باشد. در این صورت، دندانه‌های رزوه مهره با دندانه‌های رزوه پیچ درگیر نمی‌شود یا اینکه مهره روی پیچ لق است.

ج) قطر سوراخ مهره کوچک‌تر از قطر پیچ باشد. در این صورت، مهره نمی‌تواند روی پیچ بسته شود.

بیان کنید که از سه حالت یاد شده فقط حالت اول پذیرفتنی است؛ یعنی پیچ و مهره هم اندازه هم باشند.

بگویید : هنگامی که از یک تراش کار، ساخت یک پیچ و مهره به اندازه کاملاً درست را بخواهید، خواهد گفت به علت عملیات

زیادی که روی این دو قطعه انجام می‌شود ساخت پیچ و مهره‌ای، درست به اندازه خواسته شده، امکان‌پذیر نیست. به زبان ساده‌تر، سازنده قطعات را کمی بزرگ‌تر از اندازه درخواستی یا کمی کوچک‌تر از آن می‌سازد.

بیان کنید : اندازه دو قطعه مانند بوش و محور، که یکی در داخل دیگری جای می‌گیرد، در محل درگیری در دامنه‌ای که تغییر

می‌کند اندازه آن‌ها متناسب با شرایط کار، نوع و اندازه قطعه برگزیده می‌شود. به تعیین این اندازه «انطباقات» می‌گویند.

توضیح دهید : در سیستم ISA سه حالت اصلی برای انطباق قطعاتی که در داخل هم جا می‌گیرند وجود دارد، که عبارت‌اند

از :


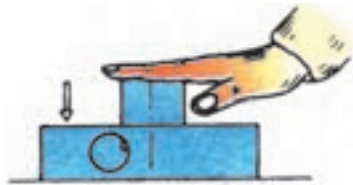


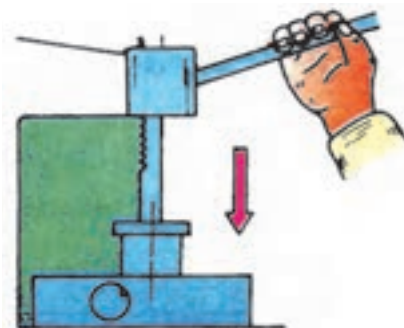
روی تخته بنویسید : انواع انطباقات : انطباق روان یا لق، انطباق پرس، انطباق جذب

توضیح دهید :

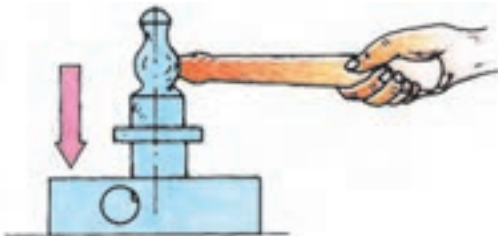
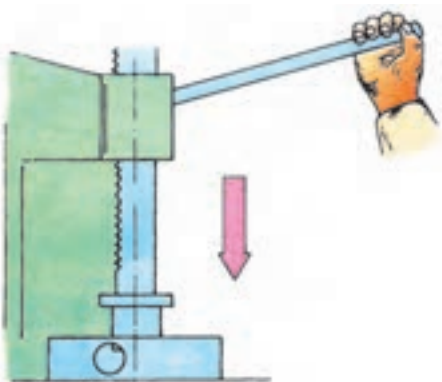
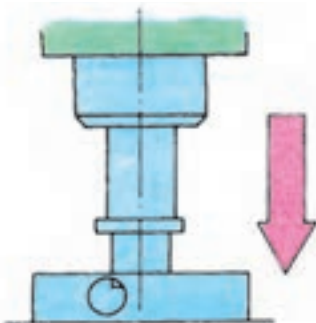
الف) انطباق روان : در این حالت، اندازه قطر میله همواره از اندازه قطر سوراخ کوچک تر است و میله می تواند در داخل سوراخ آزادانه حرکت کند.

شکل ردیف اول از جدول ۱-۵ را روی تخته بکشید و به طور ساده آن را توضیح دهید.

جدول ۱-۵- مربوط به انواع انطباق

نوع انطباق	وضعیت
آزاد یا روان	 <p> - انطباق : لقی زیاد - جازدن : آزاد، برای جازدن نیاز به نیرو نیست. - حرکت دو قطعه نسبت به هم : متحرک نسبت به هم با بازی خیلی زیاد </p>
نسبتاً روان متحرک	 <p> - با لقی متوسط با لقی کم - جازدن : شُل - متحرک نسبت به هم با بازی کم : برای جازدن فشار کم دست کافی است. </p>
فیت لغزشی یا سُرشِی	 <p> - با لقی خیلی کم - جازدن : با فشار زیاد دست - با فشار دست امکان حرکت انتقالی هست. </p>
نسبتاً سفت سفت	 <p> - بدون هیچ گونه لقی - جازدن : جازدن با ضربات چکش سبک میسر است. - دو قطعه با دست حرکت محوری ندارند. </p>
خیلی سفت پرس سبک	 <p> - تداخل کم - جازدن : به کمک پرس سبک. - اتصال بدون چرخش به کمک ضامن </p>

جدول ۲-۵- مربوط به انواع انطباق سنگین

نوع انطباق	وضعیت
پرسی	 <ul style="list-style-type: none"> - تداخلی متوسط - نوع اتصال دائم - تداخل با ضربات چکش سنگین - امکان چرخش وجود ندارد، نیاز به ضامن نیست.
پرسی محکم	 <ul style="list-style-type: none"> - تداخلی - نوع اتصال دائم - تداخل با نیروی زیاد، نیاز به اختلاف دما وجود دارد؛ «یعنی باید دمای سوراخ زیاد و دمای میله کم باشد».
پرسی سنگین	 <ul style="list-style-type: none"> - تداخلی سخت - نوع اتصال دائم، از نظر استحکام با جوشکاری قابل مقایسه است. - تداخل با نیروی خیلی زیاد و با گرم و سرد کردن قطعات

از هنرجویان بپرسید :

پرسش : چند نمونه برای انطباق روان بیان کنید.

■ ضخامت کلید از اندازه سوراخ تویی قفل کم تر است. بنابراین کلید به آسانی به داخل سوراخ تویی قفل وارد می شود.

■ قطر آچار آلن از قطر سوراخ چند وجهی سربیش (گل پیچ) کوچک تر است.

پرسش : از هنرجویان بخواهید مثال هایی درباره انطباق لق در تراکتور و ماشین های کشاورزی بیان نمایند.

پاسخ : اتصال سه نقطه اتصال تراکتور به ماشین های سوار با بین.

(ب) انطباق پرسى : در این حالت همواره اندازه قطر میله از اندازه قطر سوراخ بزرگ تر است. بنابراین بین دو قطعه لق وجود

ندارد و برای جازدن میله در سوراخ احتیاج به نیروی زیاد است، مانند گزن بین (انگشتی) که پیستون را به دسته پیستون وصل می کند.

پرسش : چند نمونه از انطباق پرسی در تراکتور یا ماشین‌های کشاورزی نام ببرید.

پاسخ : جازدن بلبرینگ چرخ روی محور آن

ج) انطباق جذب : در این حالت قطر میله و قطر سوراخ تقریباً هم اندازه است. جازدن میله در این حالت با نیروی کم دست یا ضربه ملایم چکش صورت می‌گیرد. نمونه : جازدن پولی روی محور میل لنگ

این حالت می‌تواند بین حالت لق و پرسی باشد.

پرسش : چند نمونه از انطباق جذب را نام ببرید.

پاسخ : قطعات اصلی پمپ انژکتور (بارل و پلانجر)

توضیح دهید : انطباق با نشانه‌های ویژه‌ای در نقشه‌های فنی نشان داده می‌شود که بیان‌کننده اندازه قطعه براساس حد مجاز، طبق استاندارد تعیین شده طراح است.

مطالب گفته شده در کتاب را توضیح دهید.

مثال : اندازه قطعه‌ای در نقشه فنی به صورت $\phi 40^{+0.100}_{-0.100}$ نوشته شده است (اندازه‌ها برحسب میلی‌متر است) اطلاعات استخراج شده را بیان نمایید.

پاسخ : موارد زیر را از علائم می‌توان استخراج کرد.

قطر قطعه ۴۰ میلی‌متر است ($\phi 40$)

این قطعه می‌تواند بین ۳۹/۹۰۰ تا ۴۰/۱۰۰ میلی‌متر ساخته شود ($+0.100$ و -0.100)

قطعه در هر اندازه در دامنه مجاز پذیرفتنی است.

$\phi 40$ اندازه اسمی، $\phi 40/100$ بزرگ‌ترین اندازه و $\phi 39/900$ کوچک‌ترین اندازه است.

مقدار اندازه‌ای که پس از پایان کار به وسیله میکرومتر تعیین می‌شود «اندازه حقیقی» نامیده می‌شود.

اختلاف بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه را تولرانس (رواداری) می‌گویند.

$$40/100 - 39/900 = 0/200 \text{ mm}$$

تمرین : روی نقشه فنی اندازه یک میله $\phi 40^{-0.009}_{-0.025}$ است. اندازه اسمی، بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه و همچنین

میزان تولرانس قطعه مورد نظر را مشخص کنید (یکا میلی‌متر است).

پاسخ :

$$\text{اندازه اسمی قطر میله} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{بزرگ‌ترین اندازه} = 40 - 0.009 = 39/991 \text{ mm}$$

$$\text{کوچک‌ترین اندازه} = 40 - 0.025 = 39/975 \text{ mm}$$

$$\text{تولرانس} = 39/991 - 39/975 = 0/16 \text{ mm}$$

تمرین : یک قطعه در حال ساخت نیاز به سوراخ‌کاری دارد. ابعاد سوراخ طبق نقشه فنی $\phi 40^{+0.025}_{0.000}$ است. اندازه اسمی،

بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه و همچنین میزان تولرانس آن را مشخص کنید.

۲-۵- جرم (۱۱-۱- صفحه ۲۵)

پرسش: جرم چیست؟

پاسخ: مقدار ماده موجود در هر جسم را «جرم» آن جسم می‌گویند. یا توده تشکیل دهنده هر جسم را «جرم» آن گویند.

پرسش: یکای اندازه‌گیری جرم چیست؟

پاسخ: پیش از این خواندید که یکای اندازه‌گیری جرم در سیستم بین‌المللی (SI) کیلوگرم است که تقریباً برابر جرم یک دسی متر مکعب آب خالص در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد است.

تمرین: جرم یک متر مکعب آب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برحسب کیلوگرم را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$1\text{ m}^3 = 1000\text{ dm}^3$$

$$1000 \times 1\text{ Kg} = 1000\text{ kg}$$

$$1\text{ Kg} = \text{جرم یک dm}^3 \text{ آب}$$

توضیح دهید: جرم به وسیله ترازوی شاهین‌دار اندازه‌گیری می‌شود و برای این کار قطعه مورد اندازه‌گیری را در یک کفه ترازو و جرم استاندارد را در کفه دیگر قرار می‌دهند. اگر تعادل برقرار شود جرم قطعه برابر جرم استاندارد خواهد بود.

پرسش: چرا حجم یک‌سانی از چند ماده گوناگون جرم یک‌سانی ندارند؟

به روش بحث گروهی کلاس را هدایت کنید.

پاسخ: ذرات مواد گوناگون به یک اندازه متراکم نیستند. این ذرات در مواد گوناگون می‌توانند تراکم زیاد یا کم داشته باشند.

همچنین جنس این ذرات نیز یک‌سان نیست.

بیان کنید: هر ماده از این نظر ویژه است و این ویژگی را جرم مخصوص یا جرم ویژه می‌گویند.

رابطه جرم مخصوص را روی تخته بنویسید.

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow \text{جرم مخصوص} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

بیان کنید: بنابر تعریف، اندازه جرمی را که واحد حجم از هر ماده دارد جرم مخصوص یا جرم ویژه آن ماده می‌گویند.

$$\frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}, \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}, \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

یکای جرم مخصوص در سیستم SI کیلوگرم به متر مکعب ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) است ولی آن را بیشتر برحسب $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ می‌سنجند. برای

$$\text{نمونه جرم مخصوص فولاد } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 7850, \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} 7.85, \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} 7.85 \text{ یا } \frac{\text{t}}{\text{m}^3} 7.85 \text{ است.}$$

مثال: با توجه به مثال پیش، جرم مخصوص آب را به دست آورید.

پاسخ: داده‌های مثال پیشین عبارت است از:

$$v = 1000\text{ dm}^3$$

$$m = 1000\text{ kg}$$

با توجه به رابطه چگالی (جرم ویژه) بنویسید.

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{1000\text{ kg}}{1000\text{ dm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

توضیح دهید: در جدول ۱-۶ صفحه ۲۶ کتاب، جرم مخصوص برای تعدادی از مایعات، جامدات و گازها همچنین آب آمده است. پرسش: چگالی مس و سرب را از جدول ۱-۶ به دست آورید و بیان کنید کدام یک در حجم برابر، جرم بیشتری دارد؟ تمرین: جرم ۱۰۰ دسی متر (لیتر) از بنزین، گازوئیل و آب را حساب کنید.

پاسخ:

روی تخته بنویسید:

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow m = v \times \rho$$

بگویید: حجم (v) مواد در متن مثال داده شده و جرم مخصوص (ρ) هر کدام از مواد نیز از جدول ۱-۶ به دست می‌آید.

بنزین	گازوئیل	آب
$v = 100 \text{ dm}^3$	$v = 100 \text{ dm}^3$	$v = 100 \text{ dm}^3$
$\rho = 0.72 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$\rho = 0.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	$\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
$m = ?$	$m = ?$	$m = ?$
$m = v \times \rho = 100 \times 0.72$	$m = v \times \rho = 100 \times 0.85$	$m = v \times \rho = 100 \times 1$
$m = 72 \text{ kg}$	$m = 85 \text{ kg}$	$m = 100 \text{ kg}$

با توجه به اعداد فوق، جرم ۱۰۰ دسی متر مکعب آب از بقیه مواد بیش تر است.

مثال: جرم منشوری فولاد به طول ۱۲۰ میلی متر با سطح مقطعی مطابق شکل ۳۴-۱ صفحه ۲۶ را برحسب کیلوگرم حساب کنید. شکل را روی تخته بکشید.

پاسخ:

رابطه جرم مخصوص را بنویسید.

$$m = v \times \rho$$

در رابطه نوشته شده اندازه ρ از جدول ۱-۶ به دست می‌آید $\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$. پس از آن باید حجم منشور فولادی محاسبه

شود. برای محاسبه این حجم، نخست یک مقطع مستطیل 80×60 سانتی متر محاسبه می‌شود و از آن یک مربع 8×6 میلی متر و یک

دوزنقه $\frac{56+8}{2} \times 24$ از آن کم خواهد شد. بنابراین خواهیم داشت:

داده‌ها	محاسبه مساحت مقطع	حجم
مقطع مورد نظر A_g	$A_g = A_1 - A_2 - A_3$	طول منشور \times سطح مقطع = حجم
مقطع مستطیل A_1	$A_1 = L \times b = 80 \times 60 = 4800 \text{ mm}^2$	$V = A_g \times h$
مقطع مربع A_2	$A_2 = L_1 \times b_1 = 8 \times 6 = 48 \text{ mm}^2$	$V = 3984 \times 120 = 478080 \text{ mm}^3$
مقطع دوزنقه A_3	$A_3 = \frac{L_2 + L_1}{2} \times b_2 = \frac{56 + 8}{2} \times 24$	
$h = 120 \text{ mm}$	$= 768 \text{ mm}^2$	
$m = ? \text{ kg}$	$A_g = 4800 - 48 - 768 = 3984 \text{ mm}^2$	

توضیح دهید: چون جرم بر حسب کیلوگرم خواسته شده و یکای جرم ویژه $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ است، بنابراین باید حجم بر حسب دسی متر مکعب محاسبه شود.

$$V = 478 \cdot 8 \cdot \cancel{\text{mm}^3} \times \frac{1 \text{ dm}^3}{1000000 \cancel{\text{mm}^3}}$$

تبدیل یکای حجم به دسی متر مکعب

$$= 0.4788 \text{ dm}^3$$

توضیح دهید: با داشتن حجم و چگالی می توانیم جرم منشور را به دست آوریم.

$$m = \rho \times V \quad V = 0.4788 \text{ dm}^3 \quad m = 0.4788 \cdot 8 \cdot \cancel{\text{dm}^3} \times 7.85 \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{dm}^3}} = 3.752 \text{ kg}$$

$$\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

۳-۵- محاسبه جرم ورق ها (صفحه ۲۷)

رابطه ۳-۱ در صفحه ۲۸ را روی تخته بنویسد و توضیح دهد.

مثال: (صفحه ۲۸) جرم ورق آلومینیومی به ابعاد $2 \text{ mm} \times 3000 \times 1500$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید ($\rho = 2.7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$).

توضیح دهید: در ابعاد داده شده دو عدد اول ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰ درازا و پهنای ورق و عدد ۲ ضخامت ورق است. بنابراین خواهیم داشت:

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$A = L \times b = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$b = 1500 \text{ mm} = 1/5 \text{ m}$$

$$m = 4/5 \times 2 \times 2.7 = 24/5 = 4.8 \text{ kg}$$

$$\rho = 2.7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$S = 2 \text{ mm}$$

$$m = A \times S$$

تمرین: جرم ورق فولادی به ابعاد $2 \text{ mm} \times 3000 \times 1500$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید.

پاسخ:

جرم مخصوص فولاد را از جدول ۶-۱ به دست آورید: ($\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$) سپس با رابطه $m = A \times S \times \rho$ جرم ورق را

محاسبه کنید.

$$A = 4/5 \text{ m}^2$$

$$A = L \times b = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$S = 2 \text{ mm}$$

$$m = A \times S \times \rho = 4/5 \times 2 \times 7.85$$

$$\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$m = 70/65 \text{ kg}$$

کار در کلاس: می خواهیم ۲۰۰ ورق مس با ابعاد $25 \text{ mm} \times 2000 \times 1200$ را با یک کامیون که ظرفیت حمل آن ۱۰۰۰۰

کیلوگرم بار است جابه جا کنیم. جابه جایی این تعداد ورق در چند مرتبه انجام خواهد شد.

پاسخ:

از جدول ۱-۶ به دست می‌آید که $\rho = 8/9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

داده‌ها

$$L = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

$$b = 1200 \text{ mm} = 1/2 \text{ m}$$

$$S = 25 \text{ mm}$$

محاسبه حجم

$$A = L \times b$$

$$= 2 \times 1/2 = 2/4 \text{ m}^2$$

$$V = A \times S$$

$$V = 2/4 \times 25 = 60 \text{ dm}^3$$

محاسبه جرم و جابه‌جایی

$$m = V \times \rho$$

$$m = 60 \times 8/9 = 534 \text{ kg}$$

$$M = 534 \times 2000 = 1068000 \text{ kg}$$

وزن کل

$$n = \frac{1068000}{100000} \approx 10/6 \approx 11 \quad \text{تعداد جابه‌جایی}$$

توضیح دهید

برای آسان شدن محاسبه جرم ورق‌ها، جدول شماره ۶ پیوست کتاب تهیه شده است. در این جدول جرم یک متر مربع ورق بر حسب جنس و ضخامت آن داده شده است. بنابراین برای محاسبه جرم ورق‌ها کافی است جرم یک متر مربع از آن‌ها را از جدول به دست آورید و در سطح آن‌ها ضرب کنید. رابطه زیر برای این منظور استفاده می‌شود که در آن:

$$m = m_A \times A$$

جرم قطعه بر حسب کیلوگرم

جرم یک متر مربع از ورق بر حسب کیلوگرم

سطح ورق بر حسب متر مربع

مثال: جرم ورق آلومینیومی به ابعاد $1500 \times 3000 \times 2 \text{ mm}$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید.پاسخ: از جدول ۶ پیوست کتاب در قسمت ورق‌های آلومینیوم، در ردیف دوم S_{mm} آن، با انتخاب $S=2$ ، که در زیر آن عدد

۵/۴ به نشانه جرم یک متر مربع از ورق مذکور بر حسب کیلوگرم نوشته شده است، انتخاب می‌گردد.

$$m_A = 5/4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$A = L \times b = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$m = m_A \times A$$

$$m = 5/4 \times 4/5 = 24/3 \text{ kg}$$

تمرین: جرم ورق فولادی به ابعاد $1500 \times 3000 \times 3 \text{ mm}$ را بر حسب کیلوگرم حساب کنید.پاسخ: از جدول ۶ پیوست در قسمت ورق‌های فولادی برای ورق با ضخامت $S=3 \text{ mm}$ $m_A=23/6$ به دست می‌آید.

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$b = 1500 \text{ mm} = 1/5 \text{ m}$$

$$m_A = 23/6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$A = L \times b$$

$$A = 3 \times 1/5 = 4/5 \text{ m}^2$$

$$m = m_A \times A$$

$$= 23/6 \times 1/5 \times 3$$

$$= 106/2 \text{ kg}$$

کار در خانه: ورقی به ابعاد $2 \text{ mm} \times 3000 \times 1500$ را در نظر بگیرید و جرم آن را برای مواد فولاد، روی، سرب، مس، برنج و آلومینیوم محاسبه کنید سپس اندازه جرم آن‌ها را به ترتیب بنویسید.

آموزه ششم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند :

- جرم نیمه‌ساخته‌ها (نبشی، سه‌پری، ناودانی و ...) را محاسبه کند.
- نیرو را توضیح دهد.
- نیروی وزن را توضیح دهد.
- وزن قطعات را از روی اندازه جرم آن‌ها محاسبه کند.
- تفاوت وزن با جرم را توضیح دهد.
- جرم نیم ساخته را از روی جدول استاندارد به دست آورد.

۱-۶- محاسبه جرم نیم ساخته‌ها (صفحه ۲۹)

توضیح دهید : برای سهولت محاسبه جرم نیمه‌ساخته‌ها (مانند پروفیل‌ها، لوله‌ها، میله‌ها) معمولاً جرم یک متر از طول آن‌ها را محاسبه و در جداولی استاندارد گردآوری می‌نمایند. پس از آن می‌توان به آسانی با داشتن اندازه مقطع یا اندازه اسمی و بلندی قطعه با داده‌های جدول استاندارد، جرم نیم ساخته را محاسبه کرد.

بنویسید : رابطه محاسبه جرم نیمه ساخته‌ها

$$m = m_1 \times L$$

که در آن

m = جرم قطعه بر حسب کیلوگرم

m_1 = جرم یک متر بر حسب کیلوگرم

L = طول قطعه بر حسب متر

در ادامه، از هنرجویان بخواهید این صفحات از کتاب را باز کنند و کاربرد جدول‌های پیوست (جدول ۹ صفحه ۱۴۱، ۱۴۲)، را که اطلاعاتی درباره نیمه‌ساخته‌ها داده‌اند، توضیح دهید.

جدول ۹ پیوست، صفحات ۱۴۱ و ۱۴۲ کتاب، اطلاعاتی درباره جرم یک متر برخی از نیمه‌ساخته‌های فولادی بر حسب کیلوگرم است.

توضیح دهید : در جدول صفحه ۱۴۱ در ستون اول از سمت چپ که مربوط به نیمه‌ساخته فولادی به نام نبشی است اطلاعات این نیمه‌ساخته داده شده است.

همان‌گونه که در شکل بالای این ستون می‌بینید، برای نبشی سه اندازه داده شده است. دو ضلع آن که با هم مساوی و عمود بر هم هستند با حرف b و ضخامت آن با حرف d آمده است. شناسه‌های نیم ساخته به روش‌های گوناگون داده می‌شود. برای نمونه اندازه

یک نبشی به دو صورت زیر نوشته می شود :

روی تخته بنویسید :

$$\text{الف) } L = 1000, d = 4, b = 40 \quad \text{ب) } 40, 4, 1000$$

توضیح دهید : در هر دو نوع نوشتن ابعاد نبشی در واقع به یک نوع نبشی اشاره شده که اضلاعی که اندازه آن ها با b مشخص می شود دارای اندازه 40° میلی متر و ضخامت نبشی 4 میلی متر و طول نبشی 1000 میلی متر است. در جدول یاد شده، زیر شکل نبشی دو ستون وجود دارد که ستون اول از سمت چپ ابعاد نبشی $(b \times b \times d)$ و ستون دوم (kg/m) جرم هر متر طول نبشی را نشان می دهد.

مثال : جرم یک نبشی به ابعاد $45 \times 45 \times 7$ و طول 3 متر را محاسبه کنید.

پاسخ :

الف) پیدا کردن جرم یک متر از نبشی در جدول : از جدول صفحه ۱۴۱ مربوط به نبشی در ستون ابعاد، اندازه $45 \times 45 \times 7$ را

پیدا کنید. این اندازه در ردیف دهم جدول است. در ستون بعدی (kg/m) همین ردیف جرم یک متر از این نبشی برابر $4/6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ آمده است.

ب) محاسبه جرم : داده ها را در رابطه محاسبه جرم نیمه ساخته بگذارید و محاسبه کنید.

$$m_1 = 4/6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$m = m_1 \times L$$

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$m = 4/6 \times 3 = 13/8 \text{ kg}$$

بنابراین جرم نبشی $13/8 \text{ kg}$ است.

توضیح دهید : دومین نیم ساخته از سمت چپ در جدول صفحه ۱۴۱ ناودانی است و در آن شکل دو اندازه b و h نشان داده شده است. روش استفاده از جدول در مثال زیر آمده است.

مثال : در ردیف نخست جدول مربوط به ناودانی زیر ستون $h \times b$ مقدار 30×15 آمده، یعنی $h = 30$ و $b = 15$ است. این نوع ناودانی را با نام ناودانی نمرة ۳۰ می شناسند. در ستون دوم (kg/m) این ردیف اندازه جرم یک متر از این ناودانی برابر $1/74$ است.

توضیح دهید : نوشتن ابعاد ناودانی به گونه ای دیگر است. برای نمونه اندازه های یک ناودانی با طول 2000 میلی متر، چنین

نوشته می شود.

$$[30, 2000]$$

الف)

$$h = 30$$

$$b = 15$$

$$L = 2000$$

ب)

مثال : در سازه ای از یک قطعه، ناودانی به ابعاد $[140, 2000]$ به کار رفته است پیدا کنید :

الف) نمرة ناودانی

ب) اضلاع آن

د) جرم ناودانی به کار رفته در سازه

ج) جرم یک متر از آن ناودانی

پاسخ :

الف) نمرة ناودانی 140 mm است.

ب) اضلاع آن عبارت است از $h = 140 \text{ mm}$ و $b = 60 \text{ mm}$

ج) جرم یک متر از این ناودانی بر اساس جدول 16 kg است.

د) جرم ناودانی به کار رفته در سازه برابر

$$L = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}$$

$$m = m_1 \times L$$

$$m_1 = 16 \text{ kg}$$

$$m = 16 \times 2 = 32$$

$$m = 32 \text{ kg}$$

توضیح دهید: نمونه دیگری از نیمه ساخته‌های فولادی در صفحه ۱۴۲ کتاب آمده است. نام این نیمه ساخته فلزی سپری

است.

شکل نشان دهنده ابعاد آن به جز صفحه ۲۹ در بالای جدول صفحه ۱۴۲ نیز آورده شده است. در این جدول گفته شده سه

اندازه b ، h و d در ناودانی باید داده شود.

مثال: در یک سازه، فلزی یک سپری به ابعاد $300 \times 30 \perp$ به کار برده شده است. پیدا کنید:

الف) نوع سپری

ب) ابعاد و ضخامت سپری

ج) جرم یک متر از سپری

د) جرم سپری در سازه

پاسخ:

جدول مربوط به سپری در صفحه ۱۴۲ است. علامت $30 \perp$ در اولین ستون سمت چپ جدول (علامت کوتاه \perp) عدد 30 را

انتخاب می‌کند (ردیف اول جدول) و بقیه اطلاعات نیز از همین ردیف استخراج می‌شود.

الف) نوع سپری $30 \perp$

ب) ابعاد سپری و ضخامت آن در دومین ستون، $(b=h)$ ذکر شده است که براساس آن $b=h=30 \text{ mm}$ و در سومین ستون

$(s=t)$ ضخامت سپری $s=3 \text{ mm}$ است.

ج) در ستون پنجم، جرم هر متر این سپری $88/0$ کیلوگرم نشان داده می‌شود.

د) در مثال طول نبشی 3000 m تعیین شده است ($3000 \times 30 \perp$) از رابطه زیر جرم سپری مصرفی به دست می‌آید.

$$m_1 = 88 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$L = 3000 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$m = m_1 \times L$$

$$m = 88 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 3 = 264 \text{ kg}$$

مثال: جرم قطعه شکل ۱-۳۵ صفحه ۲۹ کتاب را حساب کنید.

توضیح دهید: قطعه مورد نظر از چند نیمه ساخته تشکیل شده است. نوع و ابعاد نیم ساخته در شکل آمده است.

از هنرجویان بخواهید اسامی نیمه ساخته‌ها را کنار شکل‌هایشان بنویسند.

پاسخ:

نیم ساخته‌های سمت راست شکل ۱-۳۵، به ترتیب از بالا به پائین: نبشی، سپری و نادانی است و سمت چپ شکل از بالا به پائین قطعه از نیمه ساخته و ورق فولادی ساخته شده است.

پاسخ مسئله را با توضیح و رسم شکل روی تخته توضیح دهید:

جرم یک متر مربع ورق فولادی به ضخامت ۵ میلی‌متر از جدول ۶ پیوست به دست می‌آید. در قسمت ورق‌های فولادی، در ردیفی $S_{mm} = 5$ قرار گرفته (ردیف سوم) در زیر عدد ۵ عدد $39/3$ نوشته شده که بیان‌کننده جرم یک متر مربع از ورق فولادی با ضخامت ۵ میلی‌متر است.

$$m_A = 39/3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

اشتباهات رایج:

در جدول ۶ پیوست، هر دو ردیف مکمل یکدیگرند. برای نمونه، در ورق‌های سرب در این جدول، دو ردیف وجود دارد. ردیف اول S_{mm} است که S به معنای ضخامت ورق و علامت mm به معنای میلی‌متر است؛ یعنی ضخامت ورق بر حسب میلی‌متر در ردیف دوم علامت mkg/m^2 آمده است که m به معنی جرم ورق در بخش ورق‌های فولادی نیز به همین شکل از بالا هر دو ردیف با هم مکمل یکدیگر هستند و عدد مورد نظر مثال فوق در دو ردیف سوم از بالای جدول قرار گرفته‌اند. جرم یک متر نبشی فولادی به ابعاد $30 \times 30 \times 3$ میلی‌متر از جدول ۹ پیوست (صفحه ۱۴۱ کتاب) به دست می‌آید.

$$m_L = 1/36 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

جرم یک متر سپری فولادی به ابعاد $30 \times 30 \times 4$ میلی‌متر از جدول ۹ پیوست (صفحه ۱۴۲ کتاب) به نحوی که پیش از این توضیح داده شد، به دست می‌آید. (ردیف سوم جدول)

$$m_L = 1/77 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

جرم یک متر ناودانی فولادی به ابعاد $80 \times 45 \times 6$ میلی‌متر از جدول ۹ پیوست (صفحه ۱۴۱ کتاب) به ترتیبی که پیش از این در این باره گفته شده به دست می‌آید. (این ناودانی تحت عنوان نمرة ۸۰ در جدول مذکور است).

$$m_L = 8/64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

در ادامه، بعد از مشخص شدن جرم نیمه ساخته آن‌ها، به محاسبه جرم آن‌ها، با توجه به ابعاد داده شده در مثال، پرداخته شود و به صورت مجزا برای هر نیمه ساخته بر روی تخته نوشته و مشخص گردد. محاسبه جرم ورق فولادی به کار رفته در سازه:

$$m_A = 39/3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad \text{جرم یک متر مربع ورق}$$

$$m_1 = m_A \times A$$

$$A = \text{مساحت ورق}$$

$$m = 39/3 \times \frac{150}{1000} \times \frac{150}{1000} = 0/884 \text{ kg}$$

$$\text{kg } m_1 = \text{جرم ورق به کار رفته}$$

توضیح دهید: ابعاد ورق فولادی بر حسب میلی‌متر است که برای تبدیل به متر، تقسیم بر ۱۰۰۰ شده و مساحت آن چون مربع است یک ضلع در خودش ضرب می‌شود.

محاسبه جرم نبشی به کار رفته در سازه :

جرم نبشی به کار رفته $m_r = ?$

$$m_r = 1/36 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1\text{m} = 1/36 \text{ kg}$$

طول نبشی $L = 1000 \text{ mm} = 1\text{m}$

جرم سپری فولادی به کار رفته در سازه :

$$m_r = m_L \times L$$

جرم سپری به کار رفته $m_r =$

$$m_r = 1/77 \times 1/2 = 2/124 \text{ kg}$$

جرم یک متر سپری $m_L = 1/77 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

$$L = 1200 \text{ mm} = 1200 \text{ mm} \times \frac{1\text{m}}{1000 \text{ mm}} = 1/2 \text{ m}$$

جرم ناودانی به کار رفته در سازه

$$m_r = m_L \times L$$

جرم ناودانی به کار رفته $m_r =$

جرم یک متر ناودانی $m_L = 8/64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

$$m_r = 8/64 \times 2 = 17/28 \text{ kg}$$

$$2000 \text{ mm} = 2000 \text{ mm} \times \frac{1\text{m}}{1000 \text{ mm}} = 2\text{m}$$

محاسبه جرم نیمه ساخته‌های به کار رفته در سازه

$$m = m_1 + m_r + m_r + m_r$$

$$m = 0/884 + 1/36 + 2/124 + 17/28 = 21/684 \text{ kg}$$

کار در خانه : تمرین صفحه ۳۱ کتاب را در منزل حل نمایید.

۲-۶- وزن (۱۲-۱- صفحه ۳۱)

توضیح دهید که تمامی اجسام همدیگر را به سمت خود جذب می‌کنند که به آن «نیروی جاذبه بین اجسام» گفته می‌شود. هرچه اندازه جسم بزرگ‌تر باشد جسم دیگر را با نیروی بیشتر جذب خواهد کرد. برای نمونه، کره زمین و ماه همدیگر و سایر اجسام را به سمت خود می‌کشند.

نتیجه‌گیری زیر را روی تخته بنویسید.

به نیرویی که با آن اجسام مختلف جذب کره زمین می‌گردند نیروی وزن گفته می‌شود. یکای کمیت وزن در سیستم SI، نیوتن است و نیوتن عبارت است از «مقدار نیرویی که به جسم یک کیلوگرمی، شتابی برابر یک متر بر مجذور ثانیه وارد کند».

رابطه نیرو که در زیر آمده است روی تخته بنویسید و اجزای آن را تعریف کنید.

$$F = m \times a$$

که در آن

$$F = \text{نیرو بر حسب نیوتن}$$

$$m = \text{جرم بر حسب کیلوگرم}$$

$$a = \text{شتاب جسم بر حسب متر بر مجذور ثانیه}$$

در دنباله آن بگویید یک نیوتن عبارت است از :

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}$$

و اگر شتاب برابر $g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ گرفته شود از روابط داده شده وزن به دست می آید.

$$F = m \times a$$

$$w = m \times g$$

نکته : در حل مسائل فنی مربوط به نیرو و وزن مقدار شتاب ثقل زمین را برابر با $9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ در نظر می گیرند.

این اندازه برابر با $9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ نیز قابل محاسبه است.

مثال : جرم قطعه ای 100° گرم است وزن آن را محاسبه کنید.

$$m = 100\text{gr} = 0.1\text{kg}$$

$$w = m \times g$$

$$w = m \times g$$

$$w = 0.1\text{kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = 9.81$$

$$w = 0.981\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 1\text{N}$$

$$w = ?$$

بنابراین نتیجه گرفته شود جرمی 100° گرمی دارای وزنی در حدود یک نیوتن است.

تمرین : جرم یکی از هنجویان 60° کیلوگرم است وزن آن را به دست آورید.

پاسخ :

$$m = 60\text{kg}$$

$$w = m \times g$$

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = 60 \times 9.81$$

$$w = ?\text{N}$$

$$= 588.6\text{N}$$

تمرین : وزن کتابی به جرم یک کیلوگرم را محاسبه کنید.

پاسخ :

$$m = 1\text{kg}$$

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = ? \text{ N}$$

$$w = m \times g$$

$$w = 1 \times 9.81 = 9.81 \text{ N}$$

کار در خانه : جرم یک نوزاد ۴ کیلوگرم است وزن این نوزاد در روی زمین و سطح ماه و فضا چقدر است؟
از اعداد زیر برای پرکردن جدول استفاده کنید.

الف) ۶ نیوتون

ب) صفر نیوتون

ج) ۴۰ نیوتون

در اعماق فضا	روی ماه	روی زمین	
			جرم نوزاد
			وزن نوزاد

پاسخ :

در اعماق فضا	روی ماه	روی زمین	
۴ Kg	۴ Kg	۴ Kg	جرم نوزاد
۰ N	۶ N	۴۰ N	وزن نوزاد

توضیح دهید : جرم ماه کمتر از جرم زمین است. بنابراین شتاب جاذبه ماه حدود $\frac{1}{6}$ شتاب جاذبه زمین است. اما اندازه جرم نوزاد در هر دو جا یکسان است.

همان گونه که گفته شده است، نیروی وزن اجسام را می توان از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب ثقل آن یا از راه حجم و جرم مخصوص محاسبه کرد، مانند :

$$w = m \times g$$

$$w = v \times \rho \times g$$

$$\text{چون } m = v \times \rho \text{ پس}$$

که در این روابط

$$w = \text{نیروی وزن جسم بر حسب نیوتن}$$

$$m = \text{جرم جسم بر حسب کیلوگرم}$$

$$g = \text{شتاب ثقل بر حسب متر بر مجذور ثانیه}$$

$$\rho = \text{جرم مخصوص بر حسب کیلوگرم بر دسی متر مکعب}$$

$$v = \text{حجم جسم بر حسب دسی متر مکعب}$$

مثال : حجم ۱۰ دسی متر مکعب از آب چند نیوتن وزن دارد؟ جرم مخصوص آب $۱ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ است.

$$v = 10 \text{ dm}^3$$

$$w = v \times \rho \times g$$

$$\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$w = 10 \times 1 \times 9.81$$

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = 98.1 \text{ N}$$

کار در خانه : تمرین‌های صفحه ۳۳ کتاب را حل کنید.

کتاب‌هایی برای خواندن بیشتر

فرمول‌ها، آحاد و ارقام در علوم مهندسی، ترجمه مهندس مجید بدیعی

فیزیک زنده، ترجمه اسفندیار معتمدی

آموزه هفتم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری : هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند :

- مفهوم زاویه، مقدار زاویه، یکاهای زاویه را توضیح دهد.
- زوایا را به یکاهای مختلف تبدیل کند.
- یکاهای کوچک‌تر درجه را توضیح دهد.
- زاویه مرکزی و زاویه بین دو ضلع در چند ضلعی‌های منتظم را توضیح دهد و محاسبه نماید.
- مجموع زوایای داخلی سه ضلعی و چهارضلعی بسته را توضیح دهد.
- زاویه داخلی سه ضلعی و چهارضلعی بسته را محاسبه کند.
- چهار عمل جبری را روی زوایا انجام دهد.

۷-۱- زاویه (۲-۱- صفحه ۳۴)

شکل ۲-۱ کتاب را روی تخته بکشید و توضیح دهید.

در شکل ۲-۱ یک دایره به مرکز O وجود دارد که دو

شعاع OA و OB از مرکز تا پیرامون دایره رسم شده‌اند.

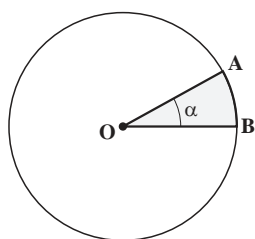
سطح درونی آن دو شعاع را زاویه می‌نامیم و در شکل

با نشانه α نشان می‌دهیم.

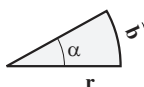
توضیح دهید : برای نشان دادن زاویه بیشتر حروف

یونانی به کار برده می‌شود برخی از این حروف عبارتند از :

α = (آلفا)، β = (بتا)، γ = (گاما)، δ = (دلتا)، ε = (ایپسیلن)، روی تخته بنویسید.



شکل ۷-۱ (۲-۱ کتاب)



۷-۲- یکای زاویه (صفحه ۳۴)

توضیح دهید : می‌دانید که زاویه با درجه اندازه‌گذاری می‌شود. درجه یکایی است که در صنعت نیز به کار می‌رود.

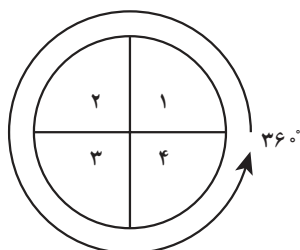
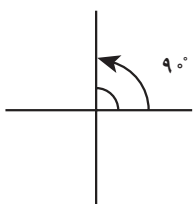
دو خط عمود با هم زاویه 90° درجه می‌سازند

که به آن زاویه قائمه یا راست می‌گویند. چون یک

دایره چهار زاویه راست دارد، پس یک دایره 360°

درجه است.

شکل ۷-۲ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۷-۲ (زاویه قائمه و 360° درجه)

توضیح دهید: یکای دیگری نیز برای اندازه‌گیری زاویه به کار می‌رود که رادیان نامیده می‌شود. رادیان با rad نشان داده می‌شود.

اندازه رادیان: اگر روی محیط دایره از نقطه‌ای مانند A کمانی به اندازه شعاع دایره رسم کنیم و نقطه دوم (B) را به مرکز دایره (O) وصل کنیم اندازه زاویه به دست آمده یک «رادیان» خواهد بود. اندازه زاویه از رابطه زیر به دست می‌آید:

(رابطه را روی تخته بنویسید)

$$\text{اندازه زاویه بر حسب رادیان} = \frac{\text{طول کمان مقابل به زاویه}}{\text{شعاع دایره}}$$

بر اساس شکل ۲-۱ کتاب، اندازه زاویه بر حسب رادیان به این ترتیب نوشته می‌شود:

$$\alpha = \frac{\widehat{b}}{r}$$

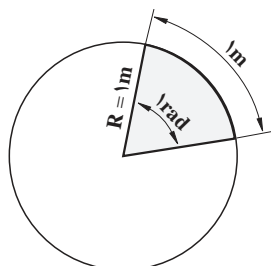
که در آن:

α = اندازه زاویه بر حسب رادیان

\widehat{b} = طول کمان مقابل به زاویه

r = شعاع دایره (طول ضلع زاویه)

شکل ۲-۲ را روی تخته بکشید



توضیح دهید: در این شکل یکای زاویه رادیان (rad) است. «اندازه رادیان در دایره‌ای به شعاع یک متر، برابر است با نسبت طول کمانی به اندازه یک متر به شعاع آن دایره». رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

شکل ۲-۳ (شکل ۲-۲ کتاب)

$$1 \text{ rad} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

توضیح دهید: به عبارت دیگر یک رادیان زاویه مرکزی در یک دایره است که طول کمان روبه روی آن، برابر شعاع دایره باشد.

مثال: شعاع دایره‌ای ۲۰۰ سانتی متر است. طول کمان روبه‌رو به زاویه‌ای از این دایره که برابر یک رادیان است چه اندازه

خواهد بود؟

پاسخ:

توضیح دهید: چون در زاویه یک رادیان طول کمان روبه‌رو برابر با شعاع دایره است و شعاع دایره در مثال برابر ۲۰۰

سانتی متر، بنابراین طول کمان مقابل به زاویه نیز ۲۰۰ سانتی متر خواهد بود.

مثال ۱ (صفحه ۳۵): در دایره‌ای به شعاع ۱۰۰ میلی متر حساب کنید:

الف) زاویه مقابل به کمانی به طول $\widehat{b} = 150 \text{ mm}$

ب) زاویه دایره کامل بر حسب رادیان

پاسخ:

توضیح دهید: نخست داده‌ها و خواسته مثال را می‌نویسیم و پاسخ را با رابطه ۲-۱ به دست می‌آوریم:

شعاع دایره: $r = 100 \text{ mm}$

طول کمان $\widehat{b} = 150 \text{ mm}$

$\alpha = ?$: زاویه مقابل به طول کمان

$$\alpha = \frac{\widehat{b}}{r} = \frac{۱۵^\circ \text{mm}}{۱۰^\circ \text{mm}} = ۱/۵ \text{rad} \quad (\text{الف})$$

(ب) برای زاویه کامل دایره، دور تا دور دایره یا پیرامون آن

$$\alpha = \frac{\widehat{b}}{r}$$

طول قوس کامل یک دایره \widehat{b} برابر محیط دایره است که آن برابر $u = 2r\pi$ است.

بنابراین خواهیم داشت :

$$\alpha = \frac{2r\pi}{r} = 2\pi \quad \text{زاویه دایره کامل بر حسب رادیان}$$

$$\alpha = \frac{2 \times ۱۰^\circ \times ۳/۱۴}{۱۰^\circ} = ۶/۲۸$$

توضیح دهید : زاویه داخلی یک دایره در مثال 2π به دست آمد که این زاویه چون 360° درجه است پس :

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ \text{ از این رابطه می توان برابری های زیر را نوشت :}$$

روی تخته بنویسید :

$$\frac{360^\circ}{4} = \frac{2\pi \text{ rad}}{4} \Rightarrow 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

توضیح دهید : با توجه به این که زاویه راست 90° درجه یا $\frac{\pi}{2}$ رادیان است، پس می توان نوشت :

$$\frac{1}{90^\circ} L = \frac{\pi}{90^\circ} \Rightarrow 1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

شکل ۳-۷ را روی تخته رسم کنید و توضیح دهید.

برآورد برابری رادیان و درجه تناسب زیر را روی تخته بنویسید.

$$\frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rad}} = \frac{360^\circ}{x^\circ} \Rightarrow x^\circ = \frac{1 \text{ rad} \times 360^\circ}{2\pi \text{ rad}} = 57/3$$

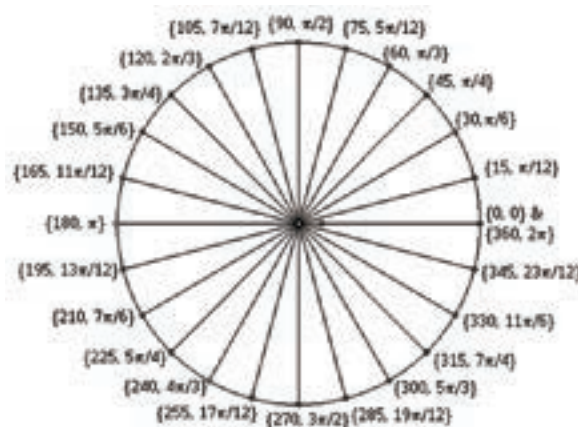
$$1 \text{ rad} = 57/3^\circ$$

برابری رادیان و درجه را روی تخته بنویسید و توضیح دهید :

$$1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = 57/3^\circ$$

شکل ۴-۷ برای چند زاویه بر حسب درجه و رادیان



مثال دوم صفحه ۳۵ کتاب : زاویه $\alpha = 3^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

پاسخ : ابتدا رابطه مقدار یک درجه بر حسب رادیان نوشته شود

$$\alpha = 1^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$$

به هنجویان بگویید : یک درجه برابر $\frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad}$ است، پس 3° درجه برابر خواهد بود :

$$\alpha = 3^\circ = 3^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{ rad} = \frac{3^\circ}{180^\circ} \times \pi = \frac{\pi}{60} \text{ rad}$$

مثال : زاویه $\alpha = 6^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

پاسخ :

$$\alpha = 6^\circ = 6^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{\pi}{30} \text{rad}$$

تمرین : زاویه $\alpha = 12^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

$$\alpha = 12^\circ = 12^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{2\pi}{15} \text{rad}$$

کار در خانه : زوایای $\alpha = 15^\circ$ و $\alpha = 21^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

پاسخ :

$$\alpha = 15^\circ = 15^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{\pi}{12} \text{rad}$$

$$\alpha = 21^\circ = 21^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \text{rad} = \frac{7\pi}{60} \text{rad}$$

مثال سوم صفحه ۳۵ : زاویه $\beta = 733^\circ$ چند درجه است؟

پاسخ : چون در موارد فوق محاسبه گردید که $1 \text{rad} = 57/3^\circ$ بنابراین خواهیم داشت :

$$\beta = 733^\circ \text{rad} = 733^\circ \times 1 \text{rad}$$

$$= 733^\circ \times 57/3^\circ$$

$$= 42^\circ$$

مثال : زاویه $\alpha = \frac{\pi}{6} \text{rad}$ بر حسب درجه محاسبه شود.

پاسخ :

$$\alpha = \frac{\pi}{6} \text{rad} = \frac{\pi}{6} \times 57/3^\circ = \frac{3/14}{6} \times 57/3^\circ = 3^\circ$$

تمرین : زاویه $\alpha = \frac{\pi}{4} \text{rad}$ بر حسب درجه محاسبه شود .

پاسخ :

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \text{rad} = \frac{\pi}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= \frac{3/14}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= 45^\circ$$

کار در خانه : زاویه $\alpha = \frac{3\pi}{4} \text{rad}$ را بر حسب درجه محاسبه نمایید.

پاسخ :

$$\alpha = \frac{3\pi}{4} \text{rad} = \frac{3\pi}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= \frac{3 \times 3/14}{4} \times 57/3^\circ$$

$$= 27^\circ$$

۳-۷- اجزای درجه (صفحه ۳۵)

نام	علامت
درجه	°
دقیقه	'
ثانیه	"

توضیح دهید: یکاهای کوچکتر درجه عبارت‌اند از دقیقه و ثانیه.

موارد زیر را در باره علامت هر کدام و تبدیل یکا روی تخته بنویسید.
تبدیلات

$$1^{\circ} = 60'$$

$$1' = 60''$$

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

توضیح دهید: در محاسبات صنعتی معمولاً اندازه زاویه به صورت اعشاری به دست می‌آید، بنابراین نیاز است که این اعداد

به درجه، دقیقه و ثانیه تبدیل شوند.

مثال: اندازه $45/4^{\circ}$ را برحسب درجه و اجزای آن به دست آورید.

پاسخ: مثال را با روش زیر حل کنید.

$$\begin{array}{rcl} 45^{\circ} & = & 45^{\circ} \\ 0/4^{\circ} = 0/4 \times 60' & = & 24' \\ \hline 45/4^{\circ} & = & 45^{\circ}, 24' \end{array}$$

مثال: $64/38^{\circ}$ را برحسب درجه و اجزای آن به دست آورید.

$$\begin{array}{rcl} 64^{\circ} & = & 64^{\circ} \\ 0/38^{\circ} = 0/38 \times 60' & = & 22/8' \\ 0/8' = 0/8 \times 60'' & = & 48'' \\ \hline 64/38^{\circ} & = & 64^{\circ}, 22', 48'' \end{array}$$

پاسخ:

تمرین: اندازه زاویه‌ای $\alpha = 5/71^{\circ} 6'$ است، اندازه آن را برحسب درجه و اجزای آن به دست آورید.

پاسخ:

$$\begin{array}{rcl} 5^{\circ} & = & 5^{\circ} \\ 0/71^{\circ} 6' = 0/71 \times 60' + 6' & = & 42/636' \\ 0/636' = 0/636 \times 60'' & = & 3816'' \\ \hline 5/71^{\circ} 6' & = & 5^{\circ}, 42', 38''/16 \end{array}$$

کار در خانه: زاویه مخروطی $2^{\circ}, 51', 4''$ است. اندازه این زاویه را برحسب درجه حساب کنید.

$$\begin{array}{rcl} 2^{\circ} & = & 2^{\circ} \\ 51' = \frac{51^{\circ}}{60} & = & 0/85 \\ 4'' = \frac{4^{\circ}}{60 \times 60} & = & 0/011 \\ \hline S \quad 2^{\circ}, 51', 4'' & = & 2/861^{\circ} \end{array}$$

در ادامه، زاویه‌های n ضلعی‌های منظم شکل ۲-۳ را روی تخته بکشید و زوایای α و β روی آن را مشخص کنید. سپس رابطه‌های ۲-۳ و ۲-۴ را روی تخته بنویسید و اجزای آن‌ها را توضیح دهید.

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n} \quad (2-3)$$

$$\beta = 180^\circ - \frac{36^\circ}{n} \quad (2-4)$$

که در آن‌ها

α = زاویه مرکزی مقابل به یک ضلع در چندضلعی منتظم

n = تعداد اضلاع

β = زاویه بین دو ضلع چند ضلعی منتظم

مثال: در یک پنج ضلعی منتظم، زاویه مرکزی مقابل به یک ضلع (α) و زاویه بین دو ضلع (β) را به دست آورید.

پاسخ: از رابطه ۲-۳ مقدار α را به دست آورید.

$$n=5$$

$$\alpha=?$$

$$\beta=?$$

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n} = \frac{36^\circ}{5} = 7.2^\circ$$

و از رابطه (۲-۴) مقدار β را به دست آورید.

$$\beta = 180^\circ - \frac{36^\circ}{n}$$

$$= 180^\circ - \frac{36^\circ}{5}$$

$$= 172.8^\circ$$

تمرین: زاویه مرکزی مقابل به ضلع و نیز زاویه بین دو ضلع یک شش ضلعی منتظم را به دست آورید.

پاسخ:

$$n=6$$

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n} = \frac{36^\circ}{6} = 6^\circ$$

$$\alpha=?$$

$$\beta=?$$

$$\beta = 180^\circ - \frac{36^\circ}{6} = 174^\circ$$

کار در خانه: زاویه مرکزی مقابل به ضلع و نیز زاویه بین دو ضلع را در یک دوازده ضلعی منتظم محاسبه نمایید.

پاسخ:

$$n=12$$

$$\alpha = \frac{36^\circ}{n}$$

$$\alpha=?$$

$$\beta=?$$

$$= \frac{36^\circ}{12} = 3^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - 3^\circ$$

$$\beta = 177^\circ$$

۴-۷- چهار عمل اصلی زوایا (صفحه ۳۶)

— جمع درجه

توضیح دهید: در جمع زاویه‌ها اعدادی که کمیت‌های یکسان دارند با هم (به ترتیب ثانیه با ثانیه و دقیقه با دقیقه و درجه با درجه) جمع می‌شوند و باید در نظر گرفت که به ازای هر 60° ثانیه یکی به دقیقه و به ازای هر 60° دقیقه یکی به درجه اضافه می‌شود.

مثال: حاصل جمع دو زاویه را به دست آورید.

$$30^\circ, 40', 50'' + 20^\circ, 30', 40''$$

پاسخ: موارد زیر را با حل مثال توضیح دهید.

ابتدا اندازه دو زاویه را زیر هم بنویسید، به گونه‌ای که درجه زیر درجه، دقیقه زیر دقیقه و ثانیه زیر ثانیه باشد. سپس حاصل را محاسبه کنید.

$$30^\circ, 40', 50''$$

$$+ 20^\circ, 30', 40''$$

$$\begin{array}{r} \text{-----} \\ = 50^\circ, 70', 90'' \end{array}$$

$$= 50^\circ, 71', 30''$$

$$= 51^\circ, 11', 30''$$

تبدیل ثانیه به دقیقه

تبدیل دقیقه به درجه

در پاسخ به دست آمده به ازای هر 60° ثانیه یک واحد به دقیقه و به ازای هر 60° دقیقه یک واحد به درجه اضافه می‌شود. بنابراین خواهیم داشت 60° ثانیه کم و یک واحد به دقیقه اضافه می‌شود.

$$50^\circ, 71', 30''$$

60° دقیقه کم و یک واحد به درجه اضافه می‌شود. $51^\circ, 11', 30''$

— تفریق درجه

درباره تفریق زاویه‌ها توضیح دهید:

در تفریق زاویه‌ها به ترتیب ثانیه از ثانیه و دقیقه از دقیقه و درجه از درجه کسر می‌شود و باید در نظر گرفت که اگر عدد بالایی ثانیه از عدد پایینی کوچک‌تر باشد 60° ثانیه به عدد بالا اضافه و یک یکان از رقم دقیقه بالایی کم می‌شود و به همین ترتیب در مورد دقیقه نیز عمل می‌گردد.

$$61^\circ, 34', 42'' - 38^\circ, 36', 37'' \quad (\text{صفحه ۳۷})$$

پاسخ:

توضیح دهید: نخست اعداد با کمیت یکسان را به ترتیب گفته شده زیر هم بنویسید.

$$61^\circ, 34', 42''$$

$$- 38^\circ, 36', 37''$$

چون در ستون دقیقه عدد $34'$ از عدد $36'$ بزرگ‌تر است پس یک واحد از ستون درجه کم و 60° دقیقه به ستون دقیقه در

$$60^\circ, 94', 42''$$

$$- 38^\circ, 36', 37''$$

$$\text{-----}$$

$$22^\circ, 58', 15''$$

عدد رویی اضافه می‌گردد.

— ضرب درجه

توضیح دهید: زاویه‌ها را در یکدیگر نمی‌توان ضرب کرد ولی زاویه را به منظور چند برابر کردن می‌توان در عددی ضرب کرد. به این صورت که عدد به ترتیب در ثانیه و دقیقه و درجه ضرب و حاصل ضرب هر کدام جداگانه نوشته می‌شود. اگر حاصل ضرب ثانیه و دقیقه بیشتر از عدد 60° باشد به ازای هر 60° ثانیه اضافی یک واحد به دقیقه و هم چنین به ازای هر 60° دقیقه اضافی یک واحد به درجه حاصل ضرب اضافه و نتیجه ساده شده نوشته می‌شود.

مثال صفحه ۳۸ و توضیح پاسخ را روی تخته بنویسید.

$$5 \times (62^\circ, 34', 56'')$$

مثال:

پاسخ: عدد ۵ جداگانه در درجه، دقیقه و ثانیه ضرب می‌گردد.

$$62^\circ \times 5 = 310^\circ$$

$$34' \times 5 = 170'$$

$$56'' \times 5 = 280''$$

$$310^\circ, 170', 280''$$

سپس به روش گفته شده حاصل ضرب ساده شود.

$$312^\circ, 54', 40''$$

— تقسیم زاویه

توضیح دهید: دو زاویه را نمی‌توان بر هم تقسیم نمود، ولی زاویه را می‌توان به عددی تقسیم کرد. به این ترتیب که نخست اندازه زاویه بر حسب درجه به عدد مورد نظر تقسیم می‌شود. اگر باقی مانده‌ای به دست آمد در 60° ضرب و با عدد دقیقه همان زاویه جمع و بر عدد مقسوم علیه تقسیم می‌شود و این عمل را در مورد دقیقه و ثانیه نیز انجام می‌دهند.

کار در خانه: زاویه $33^\circ, 17', 28''$ را بر ۴ تقسیم کنید.

$$33^\circ, 17', 28'' \div 4$$

$$33^\circ \div 4 = \boxed{8^\circ}$$

$$\underline{-32^\circ}$$

$$1^\circ \Rightarrow 60'$$

$$+17'$$

$$=77' \Rightarrow 77' \div 4 = \boxed{19'}$$

$$\underline{-76'}$$

$$=1' = 60'' \Rightarrow 60''$$

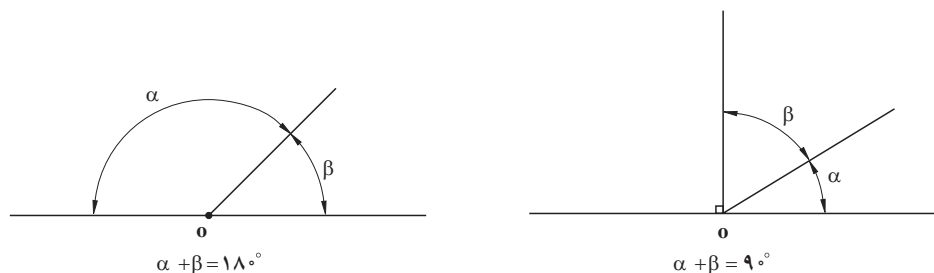
$$+28''$$

$$=88'' \Rightarrow 88'' \div 4 = \boxed{22''}$$

$$\underline{-88''}$$

$$=0 \Rightarrow \underline{33^\circ, 17', 28''} \div 4 = \boxed{8^\circ 19' 22''}$$

یادآوری برخی از قضایای هندسی (۲-۲ صفحه ۳۸)
 شکل سمت چپ از شکل ۲-۴ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۷-۵ (شکل ۲-۴ کتاب سمت چپ)

توضیح دهید: دو زاویه را متمم گویند اگر مجموع زوایای آنها 90° درجه باشد و در ادامه، رابطه دو زاویه متمم را روی تخته بنویسید.

$$\alpha + \beta = 90^\circ \text{ رابطه دو زاویه متمم}$$

مثال: اگر β و α دو زاویه متمم باشند و اندازه $\alpha = 4^\circ$ است، اندازه زاویه β را به دست آورید.

پاسخ:

$$\alpha = 4^\circ$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\beta = 90^\circ - 4^\circ = 86^\circ$$

تمرین: دو زاویه β و α متمم یکدیگرند. اگر اندازه زاویه α دو برابر اندازه β باشد اندازه دو زاویه را به دست آورید.

پاسخ:

اگر اندازه زاویه $\beta = 1$ فرض کنیم، اندازه زاویه $\alpha = 2 \times 1 = 2$ خواهد بود و چون اندازه زاویه متمم برابر 90° می باشد خواهیم داشت:

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\alpha = 2\beta$$

$$\alpha = ?$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$2\beta + \beta = 90^\circ$$

$$3\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = \frac{90^\circ}{3} = 30^\circ$$

$$\alpha = 30^\circ \times 2 = 60^\circ$$

توضیح دهید: اگر مجموع دو زاویه 180° باشد آن دو زاویه را مکمل یکدیگر گویند.

رابطه دو زاویه مکمل را روی تخته بنویسید.

$$\alpha + \beta = 180^\circ$$

مثال: دو زاویه β و α مکمل یکدیگرند. اگر اندازه $\alpha = 5^\circ$ باشد اندازه β را به دست آورید.

پاسخ:

$$\alpha = 5^\circ$$

$$\beta = ?$$

$$\alpha + \beta = 180^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha$$

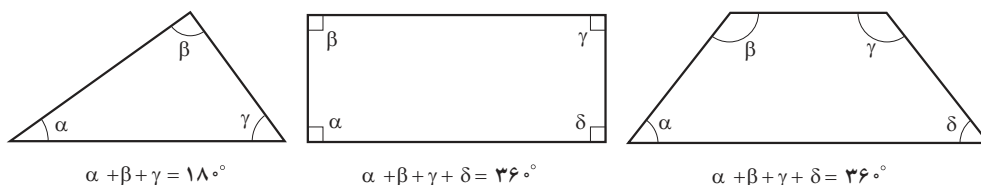
$$\beta = 180^\circ - 5^\circ = 175^\circ$$

تمرین : اندازه $\alpha = 38^\circ$ و $\beta = 52^\circ$ است. متمم یا مکمل بودن این دو زاویه را با یکدیگر بررسی کنید.
پاسخ :

$$52^\circ + 38^\circ = 90^\circ$$

طبق تعریف، دو زاویه α و β با یکدیگر متمم هستند.

شکل ۲-۵ صفحه ۳۹ کتاب را روی تخته رسم نمایید.



شکل ۷-۶ (شکل ۲-۵ کتاب)

توضیح دهید : مجموع زوایای داخلی هر مثلث 180° و مجموع زوایای داخلی هر چهارضلعی بسته 360° است.
مثال های زیر را در کلاس با ارائه توضیح حل کنید.

پرسش : اندازه یک زاویه مثلث قائم الزاویه ای $\alpha = 3^\circ$ است. اندازه زاویه دیگر آن را معین کنید.

پاسخ : مثلث قائم الزاویه است پس یک زاویه آن 90° و زاویه دیگر آن با شرح مثال 3° است و چون مجموع زوایای یک مثلث 180° است، بنابراین خواهیم داشت :

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^\circ & \alpha + \beta + \gamma &= 180^\circ \\ \beta &= 90^\circ & 3^\circ + 90^\circ + \gamma &= 180^\circ \\ \alpha + \beta + \gamma &= 180^\circ & \gamma &= 180^\circ - 12^\circ = 6^\circ \\ \gamma &=? \end{aligned}$$

مثال : در یک چهار ضلعی بسته، اندازه زوایای داخلی برابر هم اند. اندازه هر کدام از زوایای آن را محاسبه نمایید.

پاسخ : توضیح دهید : چون چهار ضلعی بسته است، بنابراین چون مجموع زوایای داخلی آن 360° درجه و هر چهار زاویه داخل با هم برابرند، بنابراین اندازه هر زاویه با هم برابر خواهد بود.

روی تخته بنویسید :

$$\begin{aligned} \alpha + \beta + \gamma + \delta &= 360^\circ & \alpha + \beta + \gamma + \delta &= 360^\circ \\ \alpha = \beta = \gamma = \delta & & 4\alpha &= 360^\circ \\ & & \alpha &= \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ \end{aligned}$$

کار در خانه : تمرین های صفحه ۳۹ و ۴۰ کتاب را برای جلسه آینده حل کنید.