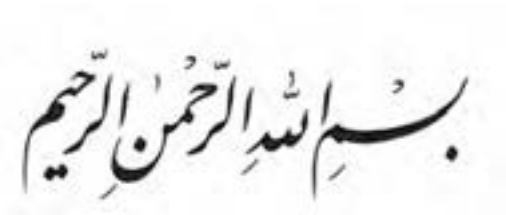


کتاب معلم

(راهنمای تدریس)

محاسبات فنی عمومی

رشتهٔ متالورژی

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه ای

شمارهٔ درس۲۳۲۰

۱۳۹۴

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز:
پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی تهران-صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.
پیام نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir
وب گاه (وب سایت) www.tvoccd.medu.ir

محتوای این کتاب در کمیسیون تخصصی رشته متالورژی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش تایید شده است.

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش**
نام کتاب: **کتاب معلم محاسبات فنی عمومی - ۵۵۱/۹**
مؤلفان: **رضا حیدرزاده، حسن طبیب زاده** و **اسدالله عابدی**
نظارت بر چاپ و توزیع: **ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**
تهران- خیابان ایرانشهر شمالی- ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹- ۸۸۸۳۱۱۶۱ دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.chap.sch.ir
حروف چین: **سیده فاطمه محسنی، فاطمه باقری مهر**
رسام: **امیر ریاحی**
صفحه آرا: **امیر ریاحی**
ناشر: **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)**
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱- دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰- صندوق پستی ۱۳۹-۳۷۵۱۵
چاپخانه: **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**
سال انتشار و نوبت چاپ: **چاپ اول ۱۳۹۴**

حق چاپ محفوظ است.

شابک: ۳-۱۹۴۹-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ **ISBN: 978-964-05-1949-3**

شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

صفحه

پیشگفتار ۱

مقدمه ۱۲

فصل اوّل: کاربرد محاسبات طولی در حل مسائل فنی ۱۴

ـــ جلسه اول: اندازه‌گیری ۱۷

ـــ جلسه دوم: مقیاس ۲۵

ـــ تلرانس ۲۷

ـــ جلسه سوم: محاسبه طول قطعات خمیده هندسی ۳۰

ـــ جلسه چهارم: محاسبه طول گسترده و قطعات خمیده ۳۹

ـــ جلسه پنجم: کاربرد رابطه مثلث قائم‌الزاویه (فیثاغورث) ۴۴

فصل دوم: زاویه و زمان ۴۸

ـــ جلسه ششم: زاویه ۵۱

ـــ جلسه هفتم: زمان ۶۳

ـــ جلسه هشتم ارزشیابی (۱) ۶۷

فصل سوم: کاربرد محاسبات سطوح در حل مسائل فنی ۷۳

ـــ جلسه نهم: واحدهای اندازه‌گیری سطح ۷۵

ـــ جلسه دهم: روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار ۷۹

ـــ جلسه یازدهم: روابط سطوح قطعات قوس‌دار ۸۸

ـــ جلسه دوازدهم: ریخت و ریز و درصد آن ۹۵

فصل چهارم: کاربرد محاسبات احجام هندسی در حل مسائل فنی ۱۰۰

ـــ جلسه سیزدهم: واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI ۱۰۳

ـــ جلسه چهاردهم: محاسبه سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی ۱۰۸

ـــ جلسه پانزدهم: محاسبه حجم احجام هندسی ۱۱۶

ـــ جلسه شانزدهم: محاسبه حجم احجام مرکب ۱۲۲

ـــ جلسه هفدهم: ارزشیابی (۲) ۱۳۰

فصل پنجم: جرم و چگالی ۱۳۷

ـــ جلسه هجدهم: جرم ۱۳۹

ـــ چگالی ۱۴۱
فصل ششم: وزن ۱۴۶
ـــ جلسه نوزدهم: وزن ۱۴۹
فصل هفتم: کار و توان ۱۵۹
ـــ جلسه بیستم: کار ۱۶۲
ـــ جلسه بیست و یکم: توان و ضریب بهره ۱۷۰
ـــ جلسه بیست و دوم : ارزشیابی (۳) ۱۷۶
فصل هشتم: انتقال حرکت ۱۸۱
ـــ جلسه بیست و سوم: محاسبه سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و دورانی یکنواخت ۱۸۵
ـــ جلسه بیست و چهارم: انتقال حرکت به‌وسیله تسمه و چرخ تسمه ۱۹۳
فصل نهم: حرارت ۱۹۹
ـــ جلسه بیست و پنجم: ماهیت حرارت و درجه حرارت ۲۰۴
ـــ جلسه بیست و ششم: حرارت ۲۱۴
ـــ جلسه بیست و هفتم: نقطه ذوب ۲۲۳
ـــ گرمای نهان گداز ۲۲۴
ـــ گرمای نهان تبخیر ۲۲۷
ـــ جلسه بیست و هشتم: محاسبه مقدار گرما جهت ذوب و ریخته‌گری ۲۳۰
ـــ جلسه بیست و نهم: قدرت حرارتی سوخت ۲۳۵
ـــ راندمان حرارتی کوره ۲۴۰
ـــ جلسه سی‌ام: ارزشیابی نهایی ۲۴۴
منابع و مراجع ۲۵۰

بخش اول: طرح درس

پیش‌گفتار

آموزش اثربخش، مستلزم برنامه‌ریزی و طراحی است. طراحی برنامهٔ درسی که نمود آن را در طرح درس نیز می‌توان مشاهده کرد، شامل تصمیم‌گیری در مورد عناصر برنامه و ارتباط آن‌ها با یکدیگر است. طرح درس اساس آموزش را تشکیل می‌دهد، زیرا طرح درس، طرح آموزش است و در شکل بخشیدن به یادگیری نقش اساسی دارد اگر قرار است آموزش مبتنی بر اصول علمی باشد، لازم است از طرحی دقیق که براساس اصول علمی تنظیم شده، برخوردار باشد. اهمیت و ضرورت طرح درس و یا طرح آموزش را مشابه نقشهٔ ساختمانی دانسته‌اند. شاید بتوان گفت آموزش به منزلهٔیک فرایند تدریس هدفدار از پیش طراحی شده تعریف می شود، درست همانطور که یک مهندس ساختمان پیش از ساختن یک بنا به تهیه نقشهٔآن می پردازد، شما (تهیه کنندهٔآموزش) نیز باید یک نقشه آموزشی طراحی کنید. این نقشه طی فرایندی تعاملی تجزیه و تحلیل و طراحی می‌شود که در آن محتوا، راهبردهای آموزشی و رسانه‌های مناسب، انتخاب، مرتب و استفاده می‌شود.

دلایل استفاده از طرح درس در آموزش

تفکر و تصمیم‌گیری در مورد هریک از عناصر برنامهٔ درسی و آموزش و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و تنظیم نقشه‌ای سنجیده مبتنی بر اصول و فنون بیان شده مرتبط با عناصر برنامه درسی می‌تواند فواید و مزیت‌هایی را به‌دنبال داشته باشد. عمده‌ترین محاسن تنظیم طرح درس قبل از اقدام به آموزش عبارتند از:

۱ــ نگارش طرح درس باعث ایجاد و بالا بردن روحیهٔ مثبت در بین معلمان می‌شود. این روحیه مثبت از طریق ایجاد اعتماد به نفس در معلم به دلیل آمادگی قبلی و در نتیجه تأثیر مستقیمی که در روند یادگیری دانش‌آموزان از خود به‌جامی‌گذارد، خود را نشان می‌دهد، به‌ویژه معلمان تازه کار که نمی‌توانند تمام مراحل تدریس و جزئیات آن را به‌خاطر بسپارند، با تدوین طرح درس احاطه، کامل و تسلط لازم را بر درس پیدا می‌کنند.

۲ــ تدوین طرح درس فرصت تحقیق در روش‌های تدریس و راهبردهای یاددهی ــ یادگیری را به‌وسیلهٔ ارزشیابی‌های متعدد ایجاد می‌کند.

۳ــ استفاده از ابزار نرم‌افزاری طرح درس باعث می‌شود معلم نقاط ضعف و قوت خود را دریابد.

۴ــ طرح درس توجه معلم را به انتخاب روش‌ها و فنون مناسب تدریس برای درس‌های مختلف جلب می‌کند.

۵ ــ در جریان تهیه طرح درس معلم فرصت خواهد داشت تا مشکلات احتمالی تدریس را پیش‌بینی کند.

۶ــ وجود طرح درس ارزشیابی تدریس معلم توسط معلمان راهنما، بازرسان ارزشیابی و کارشناسان آموزشی را تسهیل می‌کند.

۷ــ طرح درس به معلم کمک می‌کند که در انتخاب و تنظیم مطالب مورد تدریس به‌گونه‌ای اقدام کند که موجب درک مفاهیم توسط دانش‌آموزان و ایجاد توانایی در آن‌ها شود.

۸ ــ داشتن طرح درس موجب می‌شود که معلم به تنظیم اوقات کلاس خود بپردازد و از ایجاد بی‌نظمی جلوگیری کند.

۹ــ طرح درس به معلم کمک می‌کند تا پیش‌بینی‌های لازم را برای تهیه وسایل آموزشی و رسانه‌ها به عمل آورد.

۱۰ــ طرح درس در کار آموزشی معلم ایجاد ذوق، رغبت و نوآوری می‌کند.

۱۱ــ نگارش و تدوین طرح درس معلم را یاری می‌دهد تا نوع و مقدار تکالیف و سایر فعالیت های تکمیلی را از پیش تعیین کند.

۱۲ــ طرح درس موجب می‌شود که معلم فعالیت‌های ضروری آموزشی را به ترتیب و یکی پس از دیگری در مراحل و زمان‌های مشخص و به شیوه‌ای منطقی پیش ببرد و نتایج حاصل از آن را برای تدریس در مراحل بعدی آموزش مورد استفاده قرار دهد.

مراحل مختلف تدوین طرح درس

تنظیم طرح درس در هریک از انواع درازمدت، کوتاه مدت، طرح درس واحد و روزانه را می‌توان در شکل و قالب خاصی ارائه داد. هیچگاه شکل کاملاً استاندارد و یکنواختی را نمی‌توان برای طرح درس درنظر گرفت. به‌طور کلی در هر طرح درس، سؤالات مختلفی مطرح می‌شود که پاسخ مناسب هریک از آن‌ها مرحله‌ای از مراحل تدریس را در بر می‌گیرد. این سؤالات عبارتند از:

۱ــ به چه منظوری می‌خواهم تدریس کنم؟ (القای هدف‌های درسی)

۲ــ به چه کسانی می‌خواهم تدریس کنم؟ (درنظر گرفتن پایه معلومات دانش‌آموز، اطلاعات یا پیش‌نیازها).

۳ــ چه موضوعی را می‌خواهم تدریس کنم؟ (موضوع درس)

۴ــ با چه وسایلی می‌خواهم تدریس کنم؟ (وسایل کمک آموزشی)

۵ــ با چه روشی می‌خواهم تدریس کنم؟ (راهبردهای یاددهی ــ یادگیری)

۶ــ در چه زمانی می‌خواهم تدریس کنم؟ (جدول زمان‌بندی)

۷ــ آیا در کار تدریس خود موفق خواهم بود؟ (ارزشیابی از کلاس و روش تدریس)

سپس براساس سؤالات هفتگانه مذکور، مراحل مختلف تدوین طرح درس با هفت مرحله به شرح زیر شناسایی می‌شود:

۱ــ تعیین هدف درس

۲ــ تعیین پیش‌نیازهای درس

۳ــ تلفیق متن درس با پیش‌نیازها

۴ــ تعیین مواد آموزشی و وسایل کمک آموزشی موردنیاز

۵ــ انتخاب تکنیک تدریس از بین راهبردهای یاددهی ــ یادگیری

۶ــ تنظیم جدول زمانی

۷ــ تعیین شیوه ارزشیابی

طرح درس سالانه (طرح کلی)[1]

تفکر، تصمیم‌گیری و تنظیم طرح مناسب قبل از آموزش و تدریس، در وهله اول کل درس را در یک دوره و زمان مورد نظر دربر می‌گیرد. در این خصوص لازم است تصمیم‌گیری به صورت زمان بندی یک درس برای یک سال تحصیلی و یک دوره انجام شود و فراتر از زمان‌بندی، دیگر جنبه‌های طراحی برنامه را نیز شامل گردد، از قبیل روش‌ها و فعالیت‌های یادگیری، مواد و وسایل آموزشی، محیط و یا محل آموزش، درنظر گرفتن این موارد می‌توان برنامه را از استحکام و اثربخشی هرچه بیشتری برخوردار سازد. البته تصمیم‌گیری در مورد عناصر مورد اشاره برای طرح درس سالانه در حد کلی است و در طرح درس روزانه همین عناصر با جزئیات بیشتری مشخص می‌گردد.

برای زمان‌بندی درس در طول یک سال، یک نیمسال تحصیلی و یا طی یک دوره آموزشی، معمولاً حجم محتوای کتاب و تعداد صفحات درنظر گرفته می‌شود. در این‌صورت اقدام زیر لازم است:

ــ مشخص ساختن تعداد جلسات و یا ساعاتی که در طول سال تحصیلی، نیمسال و یا دوره آموزشی، برای آموزش درس درنظر گرفته شده است و کسر جلسات (ساعات) تعطیل رسمی با

۱ــ رجوع شود به جدول شماره ۱ صفحه ۸

استفاده از تقویم و درنظر گرفتن ساعات واقعی.

ــ تصمیم‌گیری در مورد اختصاص دادن مقدار زمان به حجم مشخصی از درس و یا تعداد صفحات مشخص کتاب درسی، در این‌صورت لازم است اهمیت مطالب و میزان پیچیدگی و یا ساده بودن آن نیز مورد نظر قرار گیرد.

علاوه بر مطالب فوق، در تخصیص زمان لازم برای آموزش درس، لازم است دیگر نکات زیر را نیز درنظر گرفت:

ــ توجه به روش مورداستفاده در تدریس: کاربرد برخی از روش های فعال از قبیل روش حل مسأله، اکتشافی و بحث گروهی، به‌ویژه گردش علمی، در مقایسه با روش سخنرانی وقت بیشتری می‌طلبد.

ــ آموزش اثربخشی که جنبه‌های مختلف یادگیری را مورد توجه قرار می‌دهد و به رشد واقعی نظر دارد، به‌جای محور قرار دادن کتاب و صفحات کتاب اساس تصمیم‌گیری را بر هدف‌های آموزشی قرار می دهد. در این‌صورت لازم است تخصیص زمان برحسب هریک از هدف‌ها و مدت زمان لازم برای دستیابی به هر هدف انجام شود.

به‌طور کلی یک طرح درس سالانه با درنظر گرفتن مراحل و نکات زیر تهیه می‌شود:

مرحله ۱ــ نوشتن هدف کلی از تدریس آن ماده درسی: این هدف را با توجه به محتوای کلی درس و با رعایت نکاتی که در مباحث تدوین هدف‌ها و همچنین الگوی طراحی آموزشی مطرح شده است می‌نویسیم.

مرحله ۲ــ تهیه تقویم طرح کلی: این تقویم برای یک سال تحصیلی با محاسبه تعداد هفته ها، روزها و ساعاتی که در طول سال تحصیلی برای تدریس در برنامه هفتگی وجود دارد تهیه می شود.

مرحله ۳ــ تقسیم محتوای درسی: برای تقسیم محتوای درسی قدم اول تعیین سه دوره سه ماهه با احتساب فرصت لازم برای دوره کردن دروس و جبران عقب ماندن از برنامه به دلیل تعطیلات غیرقابل پیش‌بینی است و قدم دوم تقسیم محتوای فصل‌ها و مباحث و دیگر فعالیت‌ها به واحدهای کوچکتر درسی یا محتوای متناسب با تک‌تک جلسات می‌باشد.

مرحله ۴ــ هماهنگی هدف و سایر فعالیت‌های طرح کلی: در آخرین مرحله از تنظیم طرح کلی، باید موضوعی را که برای تدریس در هر جلسه درس درنظر گرفته شده است تعیین و هدف کلی از تدوین آن موضوع را مشخص کرد و با سایر فعالیت‌های لازم و قابل پیش‌بینی در آن جلسه هماهنگ کنیم.

مزایای تنظیم طرح درس سالانه (طرح کلی)

یک مزیت این نوع طرح درس این است که معلم می‌تواند به‌صورت کامل‌تری تصمیمات مربوط به هر جلسه را با جلسات دیگر هماهنگ سازد. مثلاً اگر او به اهمیت روش‌های فعال، از جمله بحث گروهی و گردش علمی معتقد است، طرح دوره آموزشی یا سالانه خود را طوری درنظر می‌گیرد که علیرغم وجود محدودیت‌های زمانی و محدودیت شرایط و امکانات، لااقل چند جلسه در طی یکسال یا یک دوره از روش‌های فعال استفاده کند. همچنین اگر تنوع در مواد، وسایل و رسانه‌های مختلف را ضروری می‌داند لااقل چند جلسه از تدریس خود را با رسانه‌های متنوع، به‌ویژه رسانه‌های دیداری و شنیداری همراه سازد. تنظیم طرح درس سالیانه، به صورتی که حتی‌الامکان تمامی عناصر اصلی برنامه درسی را در برداشته باشد باعث می‌شود که همه آن‌چه ضروری است، در چهارچوب امکانات، مورد توجه قرار گیرد و چنین تصمیم‌گیری قبل از آغاز دوره گرفته می شود نه در طول آن.

از مزیت‌های دیگر این نوع طرح درس می‌توان به دو مورد زیر اشاره کرد:

ـ پیش‌بینی شرایط و امکانات لازم، جهت اجرای روش‌های فعال، از قبیل بحث گروهی و گردش علمی همچنین تمهیدات لازم و هماهنگی با مسئولین ذیربط قبل از آغاز سال تحصیلی و دوره آموزشی.

ـ درخواست مواد و وسایل آموزشی از جمله رسانه‌های دیداری، شنیداری، طی جدول زمان بندی شده در آغاز سال تحصیلی که در این صورت، امکان هماهنگی در تهیهٔ مواد و وسایل و همچنین امکان هماهنگی به منظور استفاده سایر همکاران مرکز از وسایل نیز افزایش می‌یابد.

طرح درس روزانه[1]

طرح درس روزانه شامل مجموعه فعالیت‌ها و برنامه‌هایی است که معلم از پیش برای رسیدن به یک یا چند هدف آموزشی ویژه برای یک درس یا یک جلسهٔ درس سازمان می‌دهد.

طرح درس روزانه موجب می‌شود که معلم فعالیت‌های ضروری آموزشی را به ترتیب و یکی پس از دیگری در مراحل و زمان‌های مشخص و به شیوه‌های منطقی پیش ببرد و نتایج حاصل از آن را برای تدریس در مراحل بعدی آموزش مورد استفاده قرار دهد. در واقع این عمل، اعمال ارزیابی دائمی فعالیت‌های آموزشی را دربرخواهد داشت که نتیجه آن بهبود مستمر کیفیت آموزشی است.

روش تهیه طرح درس روزانه

به‌طور کلی برای تهیه یک طرح درس روزانه مراحل و نکات زیر را به ترتیب دنبال می‌کنیم.

۱ــ جدول شماره ۲ صفحه ۹

هریک از مراحل و قدم‌های تهیه طرح درس باید متناسب، هماهنگ، همراه و در ارتباط با دیگر مراحل و فعالیت‌ها تهیه و تنظیم شود.

۱ـ تعیین موضوع درس: ابتدا باید موضوع درس به روشنی در بالای صفحه کاربرگ طرح درس نوشته شود.

۲ـ مشخص کردن هدف کلی درس: این هدف را می‌توان با توجه به موضوع و محتوای درس مورد نظر تعیین کرد.

مثال: مواد معدنی چیست؟ با مطالعه محتوای آن می‌توان هدف کلی زیر را نوشت:

هدف کلی: آشنا شدن هنرجویان با موادمعدنی و چگونگی تشکیل آن‌ها.

۳ـ نوشتن رئوس مطالب و مفاهیم به عنوان راهنمای تهیه هدف‌های جزئی

۴ـ تهیه هدف‌های جزئی‌تر درس برای رسیدن به هدف‌های کلی: منظور مهارت‌ها و توانایی هایی است که انتظار داریم دانش‌آموزان درجریان آموزش به آن‌ها برسند.

۵ـ بررسی رفتار ورودی و دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان

۶ـ تهیه آزمون مناسب برای ارزشیابی تشخیصی و اجرای آن به‌منظور تعیین توانایی‌های واقعی دانش‌آموزان در ارتباط با آن‌چه آموخته‌اند، باید بیاموزند و تعیین نقطه شروع آموزش براساس رفتار ورودی و توانایی‌های بعدی آنان.

۷ـ تعیین درصدی یا عملکردی نتایج ارزشیابی تشخیصی: با استخراج نتایج ارزشیابی تشخیصی با توجه به مطالبی که دانش‌آموزان بعداً باید بیاموزند می‌توان تصمیم‌گیری کرد و اقدام لازم در تهیهٔ هدف‌های رفتاری مناسب را به عمل آورد.

۸ـ تهیه هدف‌های رفتاری: این اهداف را با توجه به ضوابط و شرایط اساسی و متناسب با سطوح مختلف حیطه‌های یادگیری نوشته آن‌ها را از ساده به مشکل و برای رسیدن به هدف‌های کلی‌تر و کلان آموزشی تنظیم می‌کنیم.

۹ـ تعیین مراحل تدریس و انتخاب و تنظیم محتوای درس: در این مورد مراحل مختلف تدریس و قدم به قدم همراه با مطالب و محتوای هریک از قدم‌ها می‌نویسیم. این قسمت دربرگیرنده مراحل کلی زیر است:

قدم اول: آمادگی و ایجاد انگیزه و بررسی تکالیف گذشته دانش‌آموزان

قدم دوم: معرفی دقیق موضوع درس و بیان هدف‌های آموزشی

قدم سوم: ارائه مطالب با توجه به روش‌ها و فعالیت‌های پیش‌بینی شده

قدم چهارم: خلاصه کردن درس، نتیجه‌گیری و کاربرد آن

قدم پنجم: ارزشیابی بعد از تدریس

قدم ششم: تعیین تکالیف و فعالیت‌های فردی یا جمعی دانش‌آموزان و اختتام درس

۱۰ـ تعیین روش‌های تدریس: برای رسیدن به هریک از هدف‌های رفتاری و آموزشی تعیین شده در ارائه مطالب باید روش‌ها و فنون خاص آن را پیش بینی کرده و به‌کار بست، لذا با استفاده از آن‌چه تاکنون در مورد روش‌ها و راهبردهای یاددهی ــ یادگیری آگاهی پیدا کرده‌اید، متناسب با هدف‌های هر قسمت و نوع مطلب و بحث، روشی را که راه وصول به هدف‌ها را تدریس برای شما آسان می‌کند انتخاب کنید.

۱۱ـ انتخاب مواد آموزشی مناسب

۱۲ـ مشخص کردن فعالیت‌های دانش‌آموزان: پیش‌بینی فعالیت‌ها و تلاش‌های یادگیرنده در موقعیت تدریس و در مقابل فعالیت‌های معلم، برای درک و یادگیری بیشتر است و هرچه بیشتر بر این فعالیت‌ها تأکید شود، نتایج بهتری خواهیم یافت.

۱۳ـ تعیین فرصت‌های لازم برای تدریس

۱۴ـ تعیین نظام و نحوه ارزشیابی: برای کسب آگاهی از نتایج فعالیت‌های آموزشی خود براساس هدف‌های تعیین شده ابتدا نحوه و نوع ارزشیابی را مشخص کنید و سپس به تنظیم سؤالات و دیگر فعالیت‌های مربوط به ارزشیابی بپردازید.

جدول شماره ۱

طرح کلی و سالانه درس ..... در سه ماهه اول

طرح کلی درس (طرح سالانه)			درس:	کلاس:	سال تحصیلی ۱۳
ماه‌ها	هفته‌ها	روز و تاریخ برنامه	فصل‌ها	موضوعات و عنوان‌های دروس	هدف‌های کلی درس	فعالیت‌های دیگر و موادلازم
	اول	۱ــ جلسه اول				
		۲ــ جلسه دوم				
	دوم	۱ــ جلسه اول				
		۲ــ جلسه دوم				
	سوم	۱ــ جلسه اول				
		۲ــ جلسه دوم				
	چهارم	۱ــ جلسه اول				
		۲ــ جلسه دوم				

جدول شماره ۲

طرح درس روزانه

کلاس:			موضوع درس:		
هدف کلی درس:			مدت جلسه:		
تهیه کننده			تاریخ:		
رئوس مطالب و مفاهیم درس	هدف‌های جزئی	رفتار ورودی دانش‌آموزان	ارزشیابی تشخیصی	نتیجه	هدف‌های رفتاری
مراحل تدریس و انتخاب یا تنظیم محتوا	روش‌های تدریس	مواد آموزشی لازم	فعالیت‌های دانش‌آموزان	فرصت لازم	نحوه ارزشیابی

حوزه شناختی[1]

یکی از طبقه‌بندی‌های معروف هدف‌های آموزشی دربرگیرندهٔ سه حوزه یا حیطه به نام‌های شناختی[2]، عاطفی[3]، روانی ــ حرکتی[4] است. بلوم[5]، انگلهارت[6]، فرست[7]، هیل[8]، وکراتول (۱۹۵۶، ترجمه سیف و علی‌آبادی، ۱۳۶۸) این طبقه‌بندی حوزه‌های سه‌گانه را به‌وجود آورده و برای حوزه شناختی یک طبقه‌بندی تهیه کرده‌اند. در زیر هم طبقه‌بندی حوزه شناختی و هم طبقه‌بندی‌های دو حوزهٔ دیگر را توضیح می‌دهیم.

طبقه‌بندی حوزه شناختی

طبقه‌بندی حوزه شناختی به جریان‌هایی که با شناخت و اندیشه انسان سروکار دارند مربوط است. این حوزه از شش طبقه اصلی به شرح زیر درست شده است.

۱ــ دانش[9] یادآوری امور جزئی و کلی، روش‌ها و فرایندها، الگوها، ساخت‌ها، یا موقعیت‌ها، این طبقه شامل حفظ و نگهداری موضوع‌های قبلاً آموخته شده است.

هدف نمونه: یادگیرنده بتواند انواع آزمون‌های عینی مورد استفادهٔ معلم را در سنجش پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و دانشجویان از حفظ نام ببرد.

۲ــ فهمیدن[10] درک مطلب آموخته شده، فهمیدن یک مرحله بالاتر از دانش است، زیرا در طبقه دانش فقط از یادگیرنده خواسته می‌شود تا مطالبی را که خوانده یا شنیده است، بدون تغییر زیاد، به یاد آورد. اما در طبقه فهمیدن، علاوه بر حفظ مطالب، باید آن‌ها را بفهمد.

هدف نمونه: یادگیرنده بتواند با ذکر مثال مفهوم همبستگی مثبت و منفی بین دو متغیر را توضیح دهد.

۳ــ کاربستن[11] استفاده از مطالب انتزاعی (اندیشه‌های کلی، قواعد اجرایی، روش‌های کلی) در موقعیت‌های ویژه و عینی، اصطلاح معمول آموزشی برای این طبقه حل مسئله است.

۱ــ سنجش فرایند و فرآورده یادگیری، دکتر علی‌اکبر سیف، نشر دوران ۱۳۸۷

۲ ــ cognitive
۳ ــ affective
۴ ــ psychomotor
۵ ــ bloom
۶ ــ englehart
۷ ــ furst
۸ ــ hill
۹ ــ knowledge
۱۰ ــ comorehension
۱۱ ــ application

هدف نمونه: یادگیرنده بتواند با استفاده از اصول علم تغذیه که در آموزشگاه یاد گرفته است یک رژیم غذایی مناسب برای خودش تهیه نماید.

۴ــ تحلیل[۱] شکستن یک موضوع به اجزای تشکیل‌دهنده آن. این طبق شامل یافتن عناصر و ارتباط میان عناصر یک کل پیچیده، مانند یک نظریه علمی، یک مقالهٔ تحقیقی، یک داستان یا یک فیلم است.

هدف نمونه: یادگیرنده بتواند علت‌های رفتار قابل پیش‌بینی شخصیت مهم یک داستان یا یک فیلم را توضیح دهد.

۵ــ ترکیب[۲] پهلوی هم گذاشتن عناصر و اجزا برای ایجاد یک اثر یا یک فراوردهٔ تازه. ترکیب همان خلاقیت یا آفرینندگی است.

هدف نمونه: یادگیرنده بتواند برای یک موقعیت جدید آموزشی یک طرح درس ابتکاری بنویسد.

۶ــ ارزشیابی[۳] داوری یا قضاوت درباره ارزش یا اعتبار موضوع‌های مختلف، اصطلاح دیگر مورد استفاده برای این طبقه تفکر انتقادی[۴] است. منظور از تفکر انتقادی این است که دانش‌آموز یا دانشجو یاد بگیرد که گفته‌ها، شنیده‌ها، و دیده‌ها را صرفاً با توجه به اعتبار ظاهری آن‌ها نپذیرد، بلکه پس از تفکر دقیق و تیزبینانه و وارسی درستی و نادرستی آن‌ها تصمیم بگیرد که آن‌ها را بپذیرد یا رد کند.

هدف نمونه: یادگیرنده بتواند پس از شنیدن بیانات یک شخص یا خواندن یک مقاله دلایل غیرمنطقی و سفسطه‌آمیز و نتیجه‌گیری نامربوط آن را مشخص کند.

ویژگی مهم طبقه‌های حوزه شناختی این است که به صورت سلسله مراتبی درست شده و هدف‌های آن بنا به اصل پیچیدگی سازمان یافته‌اند. یعنی هدف‌های طبقهٔ دانش در پایین‌ترین سطح واقع‌اند، بعد از آن هدف‌های طبقهٔ فهمیدن، و بالاتر از همه هدف‌های طبقه ارزشیابی قرار دارند.

---

۱ ــ analysis
۲ ــ synthesis
۳ ــ evaluation
۴ ــ critical thinling

مقدمه

تدریس خوب در چشمان مخاطبین مشاهده می‌شود و تدریس موفقیت‌آمیز در عملکرد دانش آموزان پدیدار می‌گردد.

ـ هدف از تألیف کتاب معلم (راهنمای تدریس)

کتاب راهنمای معلم از جمله مؤلفه‌های مهم در بستهٔ آموزشی است که در پیشبرد و تحقق اهداف برنامهٔ درسی نقش به‌سزایی ایفا می‌کند؛ از این‌رو، در نظام‌های آموزشی به عنوان راهنمای معلمان در کلاس درس دارای اهمیت ویژه است.

یکی از اهداف اصلی تهیهٔ کتاب معلم برای کتاب‌های درسی، دست‌یابی هنرآموز به روش تدریس موفقیت‌آمیز است، روشی که بتواند به نگرش دانش‌آموز جهت دهد. زمانی به این هدف دست خواهیم یافت که معلم علاوه بر علاقه‌ای که به امر تدریس دارد، از تمام لایه‌های پنهان کتاب درسی آگاهی کافی داشته باشد و بتواند آن‌ها را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهد. لذا کتاب راهنمای معلم، بازوی قدرتمندی در فرآیند یاددهی - یادگیری خواهد بود.

در تألیف کتاب راهنمای معلم اهداف زیر موردنظر می‌باشد:

۱ـ سوق دادن معلم به اتخاذ روش‌های تدریس فعال

۲ـ بهره‌گیری از تجربه‌های مؤلفان و دبیران مجرب برای انتخاب و معرفی شیوه‌های تدریس

۳ـ تلاش برای تقویت بنیهٔ علمی همکاران در زمینهٔ تدریس محاسبات فنی

۴ـ آشنایی با اهداف کلی و جزئی هر درس به همراه تحلیل دروس در فصل‌های مختلف کتاب

کتاب حاضر یکی از روش‌های تدریس می‌باشد که به صورت پیشنهادی ارائه گردیده است و معلمین می‌توانند از روش‌های نوین دیگر نیز جهت بالا بردن کیفیت آموزش استفاده نمایند.

برای شروع مطالب هر فصل، ابتدا باید تعداد جلسات و زمان تدریس مشخص گردد و هر جلسه نیز باید شامل مراحل زیر باشد:

۱ـ حضور و غیاب

۲ـ پیش‌آزمون (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره) جهت مشخص نمودن سطح علمی هنرجویان

۳ـ کنترل و نظارت برای تکالیف و رفع اشکالات آن‌ها

۴ـ یادآوری مطالب درس جلسات قبل و ارتباط آن با شروع هر جلسه

۵ـ مشخص نمودن موضوع بحث هر جلسه

۶ـ شروع بحث با موضوع مشخص شده که مطرح نمودن هر موضوع باید با مثال‌های مختلف و روش‌های مختلفِ حل مسائل، جهت تفهیم بیشتر همراه باشد و در پایان هر جلسه نتیجه‌گیری و ارزشیابی داشته باشد و تکلیف جهت منزل برای هنرجو مشخص گردد (شامل تمرین‌های کتاب و مسائل خارج از کتاب)

۷ـ در پایان هر فصل باید ارزشیابی نهایی از کل فصل مربوط در یک جلسه صورت گیرد.

۸ـ در پایان هر فصل نمونه سؤالات امتحانی جهت ارزشیابی هنرجویان ارائه گردد.

هنرآموز باید برای کلاس درس ۱۰۰ دقیقه یک برنامه مدون درسی شامل مراحل زیر داشته باشد:

الف) حضور و غیاب، پیش‌آزمون، نظارت بر انجام تکالیف و رفع اشکال

ب) یادآوری مطالب درس جلسات قبل و ارتباط آن با موضوع جلسه، مشخص نمودن موضوع جلسه، شروع بحث با موضوع مشخص شده

ج) طرح چند نمونه تمرین پس از پایان درس و حل توسط هنرجویان بانظارت هنرآموز و رفع اشکالات احتمالی

د) تعیین تکالیف منزل برای درک و فهم بهتر هنرجو

هـ) نتیجه‌گیری

فصل اول

کاربرد محاسبات طولی در حل مسایل فنی

هدف

۱ــ یادآوری محاسبات معمول ریاضی (نماد علمی، توان‌ها، جذر، کسرها و تناسب و ...)

۲ــ اندازه‌گیری طول و تبدیلات مربوط به اجزاء و اضعاف آن

۳ــ محاسبهٔ مقیاس

۴ــ محاسبهٔ تلرانس

۵ــ محاسبهٔ طول قطعات خمیدهٔ هندسی

۶ــ محاسبهٔ طول گستردهٔ قطعات خمیده

۷ــ محاسبهٔ مسائل فنی به کمک رابطهٔ فیثاغورث

مفاهیم کلی:

۱ــ مفهوم اندازه‌گیری

۲ــ مفهوم مقیاس

۳ــ مفهوم تلرانس

۴ــ مفهوم طول قطعات خمیده

۵ــ مفهوم طول گستردهٔ قطعات قوس‌دار

۶ــ مفهوم قضیهٔ فیثاغورت

مفاهیم اساسی:

۱ــ اندازه‌گیری عبارت است از مقایسهٔ‌کمیتی با واحد مقررهٔ قانونی مربوطه.

۲ــ واحدهای مقررهٔ قانونی عبارتند از: متر برای طول، درجه برای زاویه، ثانیه برای زمان، آمپر برای شدت جریان برق، کلوین برای دما، غیره.

۳ــ واحد طول در سیستم SI متر است.

۴ــ یک متر مسافتی است که نور در عرض $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلاء می‌پیماید.

۵ــ اجزای متر عبارتند از: دسی‌متر، سانتی‌متر، میلی‌متر، میکرومتر، نانومتر، پیکومتر.

۶ــ اضعاف متر عبارتند از: دکامتر، هکتومتر، کیلومتر.

۷ــ واحد اندازه‌گیری طول در F.P.S فوت است. هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲۵/۴ میلیمتر

می‌باشد.

۸ ــ مقیاس: نسبت طول ترسیمی به طول حقیقی را مقیاس گویند.

۹ــ تلرانس تفاضل بزرگترین اندازه از کوچکترین اندازهٔ یک قطعه است. به عبارت دیگر، تفاضل انحراف بالایی از انحراف پایینی را تلرانس گویند.

۱۰ــ قطعات خمیدهٔ هندسی عبارتند از دایره، طول قوسی از دایره، بیضی و غیره

۱۱ــ مرکز ثقل نقطه‌ای از جسم است که می‌توان جرم جسم را در آن نقطه متمرکز فرض کرد و نقطه‌ای است که جاذبهٔ زمین به آن نقطه اثر می‌گذارد.

۱۲ــ طول گسترده عبارت است از طول مستقیم قطعات خم شده که با طول لایهٔ خنثی بر مرکز قطعه برابر است.

۱۳ــ براساس قضیهٔ فیثاغورث، در هر مثلث قائم‌الزاویه، مربع وتر برابر است با مجموع مربع های دو ضلع دیگر.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل در هر سطح، توانایی‌های لازم را به‌دست آورد.

الف) در سطح دانش

۱ــ اندازه‌گیری را تعریف کند.

۲ــ واحدهای طول را نام ببرد.

۳ــ متر را تعریف کند.

۴ــ مقیاس را تعریف کند.

۵ــ تلرانس را تعریف کند.

۶ــ قطعات خمیدهٔ هندسی را نام ببرد.

۷ــ مرکز ثقل را تعریف کند.

۸ ــ طول گستردهٔ قطعات خمیده را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ اندازه‌گیری را توضیح دهد.

۲ــ واحد طول را در سیستم SI تشریح کند.

۳ــ تبدیل واحدهای مربوط به طول را توضیح دهد.

۴ــ رابطهٔ مقیاس و عوامل مؤثر بر آن را توضیح دهد.

۵ــ رابطهٔ تلرانس را توضیح دهد.

۶ــ رابطهٔ قطعات خمیدهٔ هندسی را توضیح دهد.

۷ــ رابطهٔ طول گستردهٔ قطعات خمیده را تشریح کند.

۸ ــ رابطهٔ قضیه فیثاغورث را تشریح کند.

ج) در سطح کاربرد معلومات

۱ــ تبدیل واحدهای مربوط به اندازه‌گیری طول را در حل مسائل به‌کار برد.

۲ــ رابطهٔ مربوط به مقیاس را در حل مسائل به‌کار برد.

۳ــ رابطهٔ مربوط به تلرانس را در حل مسائل به‌کار برد.

۴ــ رابطهٔ قطعات خمیدهٔ هندسی را در حل مسائل به‌کار برد.

۵ــ طول گستردهٔ قطعات خمیدهٔ هندسی را در حل مسایل به‌کار برد.

۶ــ رابطهٔ فیثاغورث را در حل مسایل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ واحدهای طول در سیستم‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کند.

۲ــ طول حقیقی و طول ترسیمی را با یکدیگر مقایسه کند.

۳ــ نحوهٔ محاسبهٔ تلرانس در قطعات صنعتی را بررسی کند.

۴ــ روابط قطعات خمیدهٔ هندسی را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ طول قطعات خمیدهٔ هندسی را با طول گستردهٔقطعات خمیده مقایسه کند.

۶ــ قضیهٔ فیثاغورث را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

هـ) در سطح ترکیب و نوآوری

۱ــ نحوهٔ تبدیل واحدهای طول را درسیستم SI و F.P.S مورد بررسی قرار دهد.

۲ــ مقیاس کاهنده و مقیاس افزاینده را مورد بررسی قرار دهد.

۳ــ نحوهٔ محاسبهٔتلرانس را از راه‌های مختلف مورد بررسی قرار دهد.

۴ــ علت استفاده از فاز خنثی در محاسبهٔ طول گستردهٔ قطعات خمیده را مورد بررسی قرار دهد.

۵ــ دلیل استفاده از قضیهٔ فیثاغورث در حل مسایل فنی را توجیه کند.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل، ۵ جلسهٔ ۱۰۰ دقیقه‌ای برای تدریس مطالب، حل مسایل و تمرین‌ها و بررسی تکالیف درنظر گرفته شده است.

جلسه اوّل

ــ هنرآموز خود را معرفی نماید.
ــ حضور و غیاب جهت آشنایی با هنرجویان.
ــ یادآوری محاسبات معمول ریاضی (نماد علمی، توان‌ها، جذر، کسرها و تناسب و غیره).
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه.

موضوع: کاربرد محاسبات طولی در حل مسائل (اندازه‌گیری)

یکی از عوامل مهم توسعه در هر کشوری وجود نیروهای متخصص و کارا در آن کشور است. از جمله توانایی‌هایی که یک هنرجو باید داشته باشد، توانایی انجام محاسبات مربوط به کار خود و یا انجام کارها با نگرش محاسباتی است. محتوای کتاب محاسبات فنی عمومی ادامهٔ مطالب علمی ریاضی و فیزیک جهت تکمیل اطلاعات پایهٔ فیزیک و مکانیک و ارایهٔ مسایل کاربردی آن‌ها در مشاغل مدل‌سازی و ریخته‌گری می‌باشد.

پس از بیان اهمیت محاسبات، مفهوم کمیت‌های اصلی و فرعی بیان می‌گردد.

مفهوم کمیت اصلی و فرعی

ــ یکی از جنبه‌های مشترک بین همهٔ اندازه‌گیری‌ها، وجودی یک «یکا» یا واحد اندازه‌گیری است. واحد هر کمیت باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که درشرایط فیزیکی تعیین شده تغییر نکند و در دسترس باشد. در عمل نیازی نیست که برای هریک از کمیت‌های فیزیکی واحد تعریف شود. برای مثال، اگر واحد طول تعریف شده باشد، لازم نیست برای مساحت واحد مستقلی تعریف شود؛ بلکه می‌توان آن را تنها با اندازه‌گیری‌های طول و با استفاده از رابطه‌های هندسی محاسبه کرد. بنابراین، آن دسته از کمیت‌هایی را که واحدهای آن‌ها به‌طور مستقل و بدون رابطه با واحدهای دیگر تعریف شده‌اند، کمیت‌های اصلی و واحدهای آن‌ها را واحدهای اصلی می‌نامند. سایر کمیت‌ها، از قبیل مساحت، حجم و امثال این‌ها، که به‌طور مستقل تعریف نشده و در تعریف آن‌ها از کمیت های اصلی استفاده می‌شود، کمیت فرعی نام دارد، به‌طور مثال، طول، جرم، زمان، دما و شدت جریان کمیت اصلی هستند و سرعت، شتاب، مساحت، حجم و غیره، کمیت فرعی.

یکاهای اصلی در SI

کمیت	علامت کمیت	نام واحد	علامت
طول	L	متر	m
جرم	m	کیلوگرم	kg
زمان	t	ثانیه	s
شدت جریان الکتریکی	I	آمپر	A
درجه حرارت	T	کلوین	K
مقدار ماده	n	مول	mol
شدت روشنایی	I	کاندلا	cd

ـ مفهوم اندازه‌گیری چیست؟

انسان از همان ابتدا برای شناسایی محیط اطراف خود به سنجش و اندازه‌گیری کمیت‌ها و کیفیت‌های اطراف خود علاقه نشان داده و این عمل چه به صورت سنجش دمای مایع به‌وسیلهٔ انگشت یا وزن کردن اجسام با سبک و سنگین کردن آن‌ها در دست یا تعیین مسیر باد با افشاندن خاک در هوا و شمارش میوه‌ها در انسان‌های اولیه وجود داشت. به تدریج با رشد و توسعهٔ زندگی اجتماعی، ابزارها و دستگاه‌های اندازه‌گیری اولیه مانند خط کش، ترازو، پیمانه و غیره برای رفع نیاز بشر ساخته شد. این دستگاه‌ها و ابزارها با پیشرفت ماشینی جوامع، رفته رفته تکامل یافت؛ به‌طوری که امروزه دستگاه یا ابزار اندازه‌گیری به تنهایی کافی نیست و به سیستم‌های اندازه گیری نیاز می‌باشد. در حال حاضر اندازه‌گیری در امور مهندسی، اقتصادی، طراحی، ساخت و کشاورزی و غیره جزو مسایل حیاتی محسوب می‌شود. به‌طور کلی:

اندازه‌گیری عبارت است از عمل تعیین کمیت چیزی بر حسب واحد تعریف شدهٔ مربوط به آن کمیت و مقایسهٔ کمیت با واحد مقررهٔ قانونی مربوطه.

ـ منظور از واحد مقررهٔ قانونی، واحدی است که به صورت استاندارد جهانی مشخص شده است؛ مانند واحد متر برای اندازه‌گیری طول، مقیاس طول با متر، جرم با کیلوگرم، زمان با ثانیه، زاویه با درجه، شدت جریان الکتریکی با آمپر و غیره.

واحد اندازه‌گیری طول

برای اندازه‌گیری طول در این کتاب از دو سیستم (SI) و (F.P.S) استفاده شده است.

سیستم SI همان سیستم MKS یا متریک است. در این سیستم واحدهای اصلی برای طول (M)، برای جرم کیلوگرم (Kg) و برای زمان ثانیه (s) است.

در سیستم F.P.S واحدهای اصلی برای طول فوت (F)، برای جرم پوند (P)، و برای زمان ثانیه (s) است.

ـ واحد اندازه‌گیری طول در سیستم (SI)

واحد اندازه‌گیری طول در سیستم (SI) متر (m) است.

تعریف متر

یک متر مسافتی است که نور در مدت زمان $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلاء می‌پیماید.

اجزا و اضعاف متر

برای ورود به این بحث و ایجاد تمرکز در هنرجویان لازم است هنرآموز سؤالاتی به شرح زیر مطرح کرده و پاسخ هنرجویان را روی تابلو کلاس یادداشت کند تا به نتیجهٔ اصلی برسند.

۱ــ فاصلهٔ بین دو شهر را با چه واحدی می‌سنجند؟ چرا؟

۲ــ فاصلهٔ بین دو دیوار کلاس یا فاصلهٔ انتهای کلاس با تخته سیاه با چه واحدی سنجیده می‌شود؟ چرا

۳ــ طول و عرض کتاب با چه واحدی سنجیده می‌شود؟ چرا

۴ــ ضخامت یک ورق فلزی با چه واحدی سنجیده می شود؟ چرا

۵ــ ضخامت یک ورق کاغذ و یا قطر یک تار مو با چه واحدی سنجیده می‌شود؟ چرا

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان این‌گونه بیان شود که همهٔ اندازه‌ها را نمی‌توان فقط با متر سنجید به‌طور مثال، فاصلهٔ دو شهر درحد کیلومتر و ضخامت تار مو در حد میکرومتر است. سپس مفهوم اجزا و اضعاف متر بیان شود.

اجزای متر: واحدهای کمتر از واحد اصلی متر هستند که با قرار دادن پیشوندی قبل از کلمهٔ «متر» بیان می‌شوند. مانند دسی‌متر (dm)، سانتی‌متر (cm)، میلی‌متر (mm) ، میکرومتر (µm)، نانومتر (nm) و پیکومتر (pm).

اضعاف متر: واحدهای بیشتر از واحدهای اصلی متر هستند که با قرار دادن پیشوندهای قبل از «متر» به دست می‌آید، مانند دکامتر (dam)، هکتامتر (hm)، کیلومتر (Km) ، مگامتر (Mm)، گیگامتر (Gm) و ترامتر (Tm).

اجزا و اضعاف متر در جدول(۱-۱) نشان داده شده است.

جدول ۱-۱

پیشوند	پیکو	نانو	میکرو	میلی	سانتی	دسی	دکا	هکتا	کیلو	مگا	گیگا	ترا
علامت پیشوند	p	n	μ	m	c	d	da	h	K	M	G	T
ضریب	$۱۰^{-۱۲}$	$۱۰^{-۹}$	$۱۰^{-۶}$	$۱۰^{-۳}$	$۱۰^{-۲}$	$۱۰^{-۱}$	$۱۰^{۱}$	$۱۰^{۲}$	$۱۰^{۳}$	$۱۰^{۶}$	$۱۰^{۹}$	$۱۰^{۱۲}$

تبدیل واحدها در سیستم (SI)

نحوهٔ تبدیل اجزا و اضعاف متر به یکدیگر در شکل زیر نشان داده شده است.

$$\mu m \underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}} mm \underset{\div \frac{۱}{۱۰}}{\overset{\times ۱۰}{\rightleftarrows}} cm \underset{\div \frac{۱}{۱۰}}{\overset{\times ۱۰}{\rightleftarrows}} dm \underset{\div \frac{۱}{۱۰}}{\overset{\times ۱۰}{\rightleftarrows}} m \underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}} km$$

در کارهای دقیق مکانیکی از واحد میکرومتر استفاده می‌شود.

$$۱\mu m = \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} m = \frac{۱}{۱۰۰۰} mm$$

برای تبدیل اضعاف متر به اجزا متر عمل ضرب و برای تبدیل اجزا متر به اضعاف متر عمل تقسیم صورت می‌گیرد.

مثال ۱ ـ ۱: ۳۲ دسی‌متر چند متر است؟

راه حل اوّل

$$۱dm = \frac{۱}{۱۰} m$$

$$۳۲dm = ۳۲ \times \frac{۱}{۱۰} m = ۳/۲m$$

راه حل دوم: چون ضریب تبدیل متر به دسی‌متر برابر ۱۰ است، و برای تبدیل واحد کوچک به واحد بزرگ عمل تقسیم صورت می‌گیرد، در نتیجه: $۳۲ \div ۱۰ = ۳/۲m$

مثال ۲ـ۱: ۳/۴ کیلومتر چند سانتی‌متر است؟

راه حل اوّل:

$$۱km = ۱۰۰۰m$$

$$۳/۴km = ۳/۴ \times ۱۰۰۰m = ۳۴۰۰m$$

$$1m = 100cm$$

$$3400m = 3400 \times 100cm = 340000cm$$

راه حل دوم: چون ضریب تبدیل کیلومتر به سانتی‌متر برابر ۱۰۰۰۰۰ است و برای تبدیل واحد بزرگ به کوچک عمل ضرب صورت می‌گیرد، بنابراین

$$3/4 \times 100000 = 340000cm$$

مثال ۳ ـ ۱: ۱۴۰ میکرومتر را به میلی‌متر تبدیل کنید.

راه حل اوّل:

$$1\mu m = \frac{1}{1000} mm$$

$$140\mu m = 140 \times \frac{1}{1000} mm = 0/14mm$$

راه حل دوم: چون ضریب تبدیل بین میلی‌متر به میکرومتر برابر ۱۰۰۰ است و برای تبدیل واحد کوچک به واحد بزرگ عمل تقسیم صورت می‌گیرد، در نتیجه،

$$140 \div 1000 = 0/14mm$$

ــ جهت تفهیم مطالب، هنرآموز چند نمونه تمرین در ارتباط با تبدیل واحدها مطرح کند که در همین جلسه هنرجویان آن‌ها را حل کنند. پس از تفهیم مطالب، مبحث بعدی به شرح زیر بیان شود.

ــ واحد اندازه‌گیری طول در سیستم (F.P.S)

در کشورهای آمریکا و انگلیس به جای سیستم SI از سیستم (F.P.S) استفاده می‌کنند واحد اندازه‌گیری طول در این سیستم فوت (foot) است. از اجزای آن اینچ (inch) و از اضعاف آن یارد (Yard) را می‌توان نام برد؛ هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ برابر ۲۵/۴ میلی‌متر است. همچنین هر یارد برابر ۳ فوت است.

تبدیل واحدها در سیستم (F.P.S)

نحوهٔ تبدیل اجزا و اضعاف به یکدیگر در شکل زیر نشان داده شده است.

$$yd \underset{\div 3}{\overset{\times 3}{\rightleftarrows}} ft \underset{\div 12}{\overset{\times 12}{\rightleftarrows}} in \underset{\div 25/4}{\overset{\times 25/4}{\rightleftarrows}} mm$$

$$1in = 1'' = 1 \times 25/4mm = 25/4mm$$

$$1ft = 12'' = 12 \times 25/4mm = 304/8mm$$

$$1yd = 3ft = 36'' = 36(25/4mm) = 914/4mm$$

چون در کارهای ریخته‌گری و مدل‌سازی، ابعاد کوچکتر از یک اینچ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، معمولاً یک اینچ را به ۱۶ قسمت مساوی تقسیم کرده و اجزای آن را با کسرهای متعارفی به شکل زیر نشان می‌دهند.

$$\frac{۱}{۱۶}'', \frac{۲}{۱۶}'', \frac{۳}{۱۶}'', \frac{۴}{۱۶}'', \frac{۵}{۱۶}'', \frac{۶}{۱۶}'', \frac{۷}{۱۶}'', \frac{۸}{۱۶}'', \frac{۹}{۱۶}'', \frac{۱۰}{۱۶}'', \frac{۱۱}{۱۶}'', \frac{۱۲}{۱۶}'', \frac{۱۳}{۱۶}'', \frac{۱۴}{۱۶}'', \frac{۱۵}{۱۶}'', \frac{۱۶}{۱۶}''$$

$$\frac{۱}{۱۶}'', \frac{۱}{۸}'', \frac{۳}{۱۶}'', \frac{۱}{۴}'', \frac{۵}{۱۶}'', \frac{۳}{۸}'', \frac{۷}{۱۶}'', \frac{۱}{۲}'', \frac{۹}{۱۶}'', \frac{۵}{۸}'', \frac{۱۱}{۱۶}'', \frac{۳}{۴}'', \frac{۱۳}{۱۶}'', \frac{۷}{۸}'', \frac{۱۵}{۱۶}'', ۱''$$

معمولاً قطر داخلی لوله‌ها و همچنین قطر ساچمهٔ بلبرینگ‌ها، پیچ و مهره‌ها و غیره با اینچ سنجیده می‌شود.

مثال ۴ـ۱: $\frac{۱}{۴}$ اینچ چند میلی‌متر است؟

حل: چون تبدیل باید از واحد بزرگ‌تر به واحد کوچک‌تر صورت گیرد، عمل ضرب انجام می‌شود:

$$۱in = ۲۵/۴mm$$

$$\frac{۱}{۴}in = \frac{۱}{۴}(۲۵/۴mm) = ۶/۳۵mm$$

مثال ۵ـ۱: $۱\frac{۱}{۴}''$ را به میلی‌متر تبدیل کنید.

$$۱\frac{۱}{۴}'' = \frac{۵}{۴}''$$

$$۱in = ۲۵/۴mm$$

$$\frac{۵}{۴}'' = \frac{۵}{۴} \times ۲۵/۴mm = ۳۱/۷۵mm$$

مثال ۶ـ۱: ۱۲۷ میلی‌متر چند اینچ است؟

راه اول:

$$۱۲۷ \div ۲۵/۴ = ۵''$$

راه دوم:

$$۱mm = \frac{۱}{۲۵/۴}in$$

$$۱۲۷mm = ۱۲۷ \times \frac{۱''}{۲۵/۴} = ۵''$$

مثال ۷ـ۱: ۳ فوت چند میلی‌متر است؟

$$۱ft = ۱۲''$$

$$۳ft = ۳ \times ۱۲'' = ۳۶''$$

$$۱in = ۲۵/۴mm$$

$$۳۶'' = ۳۶ \times ۲۵/۴mm = ۹۱۴/۴mm$$

ـ تبدیل واحد اندازه‌گیری طول از سیستم (SI) به سیستم اینچی و بالعکس

اگر بخواهیم اینچ را به سانتی‌متر، دسی‌متر یا متر تبدیل کنیم بهتر است ابتدا اینچ را به میلی‌متر و سپس میلی‌متر را به واحدی دیگر تبدیل کنیم.

هم‌چنین اگر بخواهیم سانتی‌متر، دسی‌متر، متر را به اینچ تبدیل کنیم بهتر است ابتدا واحدها مذکور را به میلی‌متر و سپس میلی‌متر را به اینچ تبدیل کنیم:

مثال ۸ـ۱: "۱۲ چند متر است؟

$$۱in = ۲۵/۴mm$$

$$۱۲'' = ۱۲ \times ۲۵/۴mm = ۳۰۴/۸mm$$

$$۱mm = \frac{۱}{۱۰۰۰}m$$

$$۳۰۴/۸mm = ۳۰۴/۸ \times \frac{۱}{۱۰۰۰}m = ۰/۳۰۴۸m$$

مثال ۹ـ۱: ۵ متر چند اینچ است؟

$$۱m = ۱۰۰۰mm$$

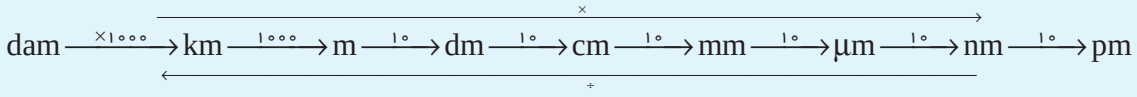
$$۵m = ۵ \times ۱۰۰۰mm = ۵۰۰۰mm$$

$$۵۰۰۰ \div ۲۵/۴ = ۱۹۶/۸۵m$$

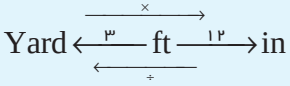
پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند نمونه مسألهٔ دیگر با مجهول‌های مختلف طرح نماید و هنرجو آن‌ها را زیرنظر هنرآموز محترم در کلاس حل کند.

نتیجه‌گیری

۱ــ واحد اندازه‌گیری طول در سیستم SI متر می‌باشد و اجزاء و اصناف آن به قرار زیر است.



۲ــ واحد اندازه‌گیری طول در سیستم F.P.S فوت می‌باشد که اجزا و اضعاف آن به قرار زیر است:



۳ــ

$$1in = ۲۵/۴mm$$

$$1mm = \frac{1}{۲۵/۴}in$$

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۵ و ۶ کتاب را باید هنرجویان به عنوان کار در خانه حل کرده و در جلسه بعدی ارایه کنند.

جلسه دوم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ نظارت بر انجام تکلیف منزل هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسات قبل مرتبط با درس جدید
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: مقیاس و تلرانس

مقیاس:

برای ورود به این بحث و ایجاد تمرکز در هنرجویان لازم است هنرآموز سؤالاتی را به شرح زیر مطرح نموده و پاسخ هنرجویان را روی تابلوی کلاس یادداشت کند.

۱ــ آیا می‌توان نقشهٔ یک ساختمان را با اندازهٔ حقیقی روی کاغذ رسم کرد.
۲ــ آیا می‌توان نقشهٔ یک شهر مانند تهران را با اندازهٔ حقیقی روی کاغذ رسم کرد؟
۳ــ چرا در کارت شناسایی از عکس‌های کوچک (۴×۳) استفاده می‌شود؟
۴ــ آیا می‌توان اتم را با اندازهٔ واقعی روی کاغذ رسم کرد؟
۵ــ آیا تصویر واقعی یک اتومبیل را می‌توان روی کاغذ رسم کرد؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، جواب سؤال‌ها را می‌توان این‌گونه بیان کرد که در نقشه‌کشی به‌خصوص برای قطعات صنعتی همیشه نمی‌توان آن‌ها را با ابعاد حقیقی روی کاغذ رسم کرد به‌طور مثال در مواردی مانند رسم قطعات خیلی کوچک لازم است آن‌ها را بزرگتر و در رسم قطعات بزرگ آن‌ها را کوچک‌تر رسم می‌کنند که به آن ترسیم با مقیاس گویند. در نتیجه، مقیاس برابر است با نسبت طول ترسیمی به طول حقیقی که کمیتی است کاهنده یا افزاینده: و طبق رابطه داریم:

$$\text{مقیاس} = \frac{\text{طول ترسیمی}}{\text{طول حقیقی}} \Rightarrow M = \frac{ZM}{WM}$$

ــ انواع مقیاس را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد.
۱ــ مقیاس حقیقی ۱:۱ طول ترسیمی با طول حقیقی برابر است.

۲ــ مقیاس کاهنده ۱:۲ طول ترسیمی نصف طول حقیقی است.

۳ــ مقیاس افزاینده ۲:۱ طول ترسیمی دو برابر طول حقیقی است.

جدول ۱ـ۲ انواع مقیاس‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۲

مقیاس افزاینده	مقیاس حقیقی	مقیاس کاهنده
۲:۱	۱:۱	۱:۲
۵:۱		۱:۵
۱۰:۱		۱:۱۰
۲۰:۱		۱:۲۰

مثال ۱ـ۲: طول ترسیمی قطعه‌ای با مقیاس ۱:۵ ,۱۸۰ میلی‌متر است طول حقیقی قطعه چند میلی‌متر است؟

۱ــ برای حل مسایل، ابتدا باید خلاصهٔ مسأله با معلومات داده شده در سمت چپ نوشته شود.

۲ــ تبدیل واحد در صورت لزوم انجام شود.

ــ رابطهٔ مربوطه نوشته شود.

ــ جایگذاری صورت گیرد و محاسبات ریاضی انجام شود.

$Zm = ۱۸۰mm$

$M = ۱:۵$

$WM = ?\,mm$

$$M = \frac{ZM}{WM}$$

$$\frac{۱}{۵} = \frac{۱۸۰}{WM} \Rightarrow WM \times ۱ = ۱۸۰ \times ۵$$

$$WM = ۹۰۰mm$$

مثال ۲ـ۲: در یک نقشهٔ جغرافیایی فاصلهٔ بین دو شهر ۴۰۰ کیلومتری با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰ چند میلی متر ترسیم می‌شود؟

$$WM = ۴۰۰km$$

$$WM = ۴۰۰ \times ۱۰۰۰۰۰۰ = ۴۰۰۰۰۰۰۰۰ = ۴ \times ۱۰^{۸}\,mm$$

$$M = \frac{۱}{۲۰۰۰۰۰۰}$$

$$ZM = ?\,mm$$

$$M = \frac{ZM}{WM}$$

$$\frac{۱}{۲۰۰۰۰۰۰} = \frac{ZM}{۴۰۰۰۰۰۰۰۰}$$

$$\frac{۲۰۰۰۰۰۰ZM}{۲۰۰۰۰۰۰} = \frac{۴۰۰۰۰۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰۰۰}$$

$$ZM = \frac{۴۰۰۰۰۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰۰۰} = ۲۰۰۰mm$$

چند نمونه مسألهٔ دیگر با مجهول‌ها و مقیاس‌های مختلف طرح شود و هنرجو به کمک هنرآموز در کلاس به آن‌ها پاسخ دهد.

تلرانس

برای ورود به این بحث و ایجاد تمرکز در هنرجویان لازم است هنرآموز سؤال‌هایی را به شرح زیر مطرح کرده و پاسخ هنرجویان را روی تابلوی کلاس یادداشت کند.

۱ــ چرا برای وزن کردن طلا و اشیای قیمتی از ترازوی معمولی استفاده نمی‌شود؟

۲ــ چرا در آزمایشگاه‌ها و برای اندازه‌گیری‌های دقیق از ترازوهای دیجیتالی استفاده می‌شود؟

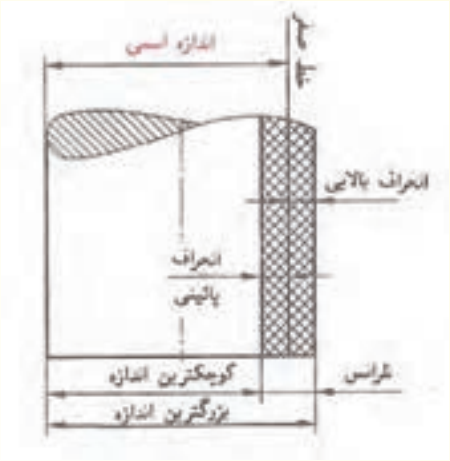
۳ــ چرا طول قطعات صنعتی و حساس با کولیس‌های معمولی سنجیده نمی‌شوند؟

۴ــ آیا اندازهٔ ابعاد مدل ساخته شده با نقشهٔ مدل یکسان است؟

۵ــ در بریدن طولی از یک قطعه تا چه میزان می‌توان خطا داشت؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان جواب سؤال‌ها را باید این‌گونه بیان کرد که به دلیل وجود اشتباهات ناشی از شخص اندازه‌گیر و خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری، ساختن قطعه با اندازهٔ نوشته شده روی نقشه، که به آن اندازهٔ اسمی گویند، در عمل امکان‌پذیر نیست و وجود خطا در اندازهٔ قطعات ساخته شده اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، لازم است برای اندازهٔ قطعه‌ای که ساخته خواهد شد انحراف اندازه‌های مجازی درنظر گرفته شود که آن‌ها را تلرانس گویند.

تعریف تلرانس: تفاضل بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازهٔ یک قطعه را تلرانس گویند. به عبارت دیگر، تفاضل انحراف بالایی و انحراف پایینی را تلرانس گویند (مطابق شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲

اگر اندازهٔ حقیقی یا اسمی قطعه را با (N) و میزان انحراف بالایی را با Ao و انحراف پایینی را Au نشان دهیم، خواهیم داشت:

Ao انحراف بالایی

N اندازه اسمی

Au انحراف پایینی

منظور از انحراف بالا میزان خطایی است که می‌توان از اندازهٔ اسمی بیشتر باشد. و همچنین انحراف پایین میزان خطایی است که می‌توان از اندازهٔ اسمی کمتر باشد.

رابطهٔ تلرانس: برای محاسبهٔ تلرانس، ابتدا اندازهٔ اسمی را با انحراف بالایی جمع کرده تا بزرگترین اندازه به‌دست آید آن را با Go نشان می‌دهیم:

$$Go = N + Ao$$

سپس اندازهٔ اسمی را با انحراف پایینی جمع کرده تا کوچکترین اندازه به‌دست آید و آن را با Gu نشان می‌دهیم:

$$Gu = N + Au$$

در نتیجه رابطهٔ تلرانس از تفاضل بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازه به‌دست می‌آید که آن را با T نشان می‌دهیم:

$$T = Go - Gu$$

لازم به ذکر است که می‌توان با داشتن انحراف بالایی و انحراف پایینی مقدار تلرانس را به‌طور مستقیم از رابطهٔ زیر به‌دست آورد.

$$T = Ao - Au$$

مثال ۳ـ۲: در اندازهٔ $۲۶^{+۰/۱}_{-۰/۲}$، مقادیر انحراف بالایی، انحراف پایینی، اندازهٔ اسمی، بزرگترین اندازه، کوچکترین اندازه و تلرانس را به‌دست آورید.

انحراف بالایی $Ao = +۰/۱mm$

انحراف پایینی $Au = -۰/۲mm$

اندازهٔ اسمی $N = ۲۶mm$

بزرگترین اندازه $Go = N + Ao = ۲۶ + ۰/۱ = ۲۶/۱mm$

کوچکترین اندازه $Gu = N + Au = ۲۶ + (-۰/۲) = ۲۵/۸mm$

تلرانس $T = Go - Gu = ۲۶/۱ - ۲۵/۸ = ۰/۳mm$

$T = Ao - Au = ۰/۱ - (-۰/۲) = ۰/۳mm$

بهتر است هنرآموز چند نمونه مسألهٔ دیگر با مجهول‌های مختلف طرح نماید و هنرجو زیر نظر هنرآموز مسأله‌ها را در کلاس حل کند.

نتیجه‌گیری

۱ــ نقشهٔ قطعه کار با هر مقیاسی که رسم شود اندازه‌گیری آن برحسب ابعاد حقیقی قطعه انجام می‌گیرد.

۲ــ مقیاس برابر است با نسبت طول ترسیمی به طول حقیقی.

۳ــ تفاضل انحراف بالایی و پایینی را تلرانس گویند. به عبارت دیگر، تفاضل بزرگترین اندازه و کوچکترین اندازهٔ قطعه تلرانس گفته می‌شود.

تمرین

هنرجویان تمرین‌های صفحهٔ ۸ شماره‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ از کتاب محاسبات فنی عمومی را در خانه حل کنند و در جلسهٔ آینده در کلاس مورد بررسی قرار گیرد.

جلسه سوم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ نظارت بر انجام تکلیف منزل هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل به‌صورت کلی
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: محاسبهٔ طول قطعات خمیدهٔ هندسی

برای ورود به این بحث و ایجاد تمرکز در هنرجویان لازم است هنرآموز سؤالاتی را به شرح زیر مطرح کرده و پاسخ هنرجویان را روی تابلوی کلاس یادداشت کند. تا به نتیجهٔ اصلی برسند.

۱ــ منظور از طول خمیده چیست؟
۲ــ آیا می‌توان طول قطعات خمیده را با خط‌کش اندازه‌گیری کرد؟
۳ــ طول قطعات خمیده را چگونه اندازه می‌گیرند؟
۴ــ چند نمونه از قطعات صنعتی خمیده را نام ببرید.
۵ ــ چگونه می‌توان طول جدول‌های دور یک میدان دایره‌ای شکل را اندازه گرفت.

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، جواب سؤال‌ها را می‌توان این گونه بیان کرد:

۱ــ طول قطعات خمیدهٔ هندسی عبارتند از محیط دایره، بیضی و یا طول قوسی از دایره.
۲ــ خیر: چون خط‌کش قابلیت انعطاف‌پذیری ندارد.
۳ــ برای اندازه‌گیری طول قطعات خمیده از دو روش استفاده می‌شود.
الف) از ابزار اندازه‌گیری قابل انعطاف مانند مترنواری یا پارچه‌ای.
ب) از طریق روابط محیط اشکال خمیدهٔ هندسی.
۴ــ نمونه‌ای قطعات خمیده در صنعت عبارتند از فرمان اتومبیل، چرخ اتومبیل، ارّهٔ نواری، پولی کولر و ...

در این کتاب محاسبهٔ طول قطعات خمیده نظیر دایره، قوسی از دایره و بیضی موردنظر است. منظور از طول همان محیط قطعات خمیده است.

محیط دایره

برای محاسبهٔ محیط دایره (طول) از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود.

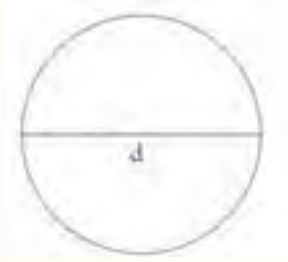
$$U = \pi d$$

که در این رابطه:

U : اندازهٔ طول یا محیط دایره

d : قطر دایره

محاسبهٔ محیط دایره: برای محاسبهٔ محیط دایره (طول) ابتدا قطر دایره (d) با خط‌کش، کولیس یا غیره اندازه گرفته شده در عدد (π)ضرب می‌شود تا محیط یا طول دایره به‌دست آید. طبق رابطهٔ زیر:



$$U = \pi d$$

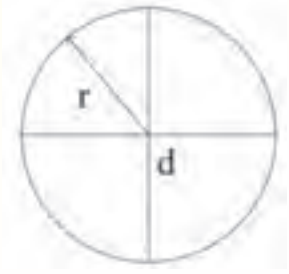
که در این رابطه:

U: محیط یا طول دایره

d: قطر

π: مقدار ثابت $۳/۱۴ \approx ۳/۱۴۱۵۹\ldots$

چنان چه، شعاع دایره (فاصلهٔ مرکز تا محیط دایره) مشخص باشد، با دو برابر کردن آن، قطر دایره به‌دست می‌آید و رابطهٔ محیط دایره به‌صورت زیر خواهد شد:



$$U = \pi d = \pi(۲R) = ۲\pi R$$

در صورتی که بخواهیم طول قوسی از دایره را به‌دست آوریم به‌طور مستقیم نمی‌توان از رابطهٔ $U = \pi d$ استفاده کرد. برای این منظور باید از رابطهٔ زیر استفاده شود:

$$L = \frac{\pi d \alpha}{۳۶۰}$$

که در این رابطه:

L: طول قوس قطاع یا قطعهٔ دایره

α: زاویه مرکزی

طول قوس دایرهٔ کامل، محیط دایره است با زاویهٔ مرکزی $\alpha = ۳۶۰^\circ$ بنابراین، با جایگذاری α در رابطهٔ زیر

کمان دایره به‌دست می‌آید.

$$L=\frac{\pi d\alpha}{۳۶۰}$$

$$U=L=\frac{\pi d\times ۳۶۰}{۳۶۰}=\pi d$$

در نیم‌دایرهٔ زاویهٔ مرکزی $\alpha=۱۸۰^\circ$ و طول قوس نیم‌دایره برابر نصف $\frac{۱}{۲}$ کمان دایره است. پس:

$$L=\frac{\pi d\alpha}{۳۶۰}=\frac{\pi d\times ۱۸۰}{۳۶۰}=\frac{۱}{۲}(\pi d)$$

در ربع دایره، زاویهٔ مرکزی $\alpha=۹۰^\circ$ و طول قوس ربع دایره برابر $\frac{۱}{۴}$ کمان دایره است. پس:

$$L=\frac{\pi d\alpha}{۳۶۰}=\frac{\pi d\times ۹۰}{۳۶۰}=\frac{۱}{۴}(\pi d)$$

مثال ۱ـ۳: محیط دایره‌ای را به‌دست آورید که قطر آن ۱۰ میلی‌متر باشد.

مرحله اول:

خواسته	داده ها
$U=?\,mm$	$d=۱۰mm$ $\pi=۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه

$$U=\pi d$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$U=۳/۱۴\times ۱۰$$

$$U=۳۱/۴mm$$

مثال ۲ـ۳: محیط دایره‌ای ۶۲/۸ میلی‌متر است. قطر دایره را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول:

خواسته	داده ها
$d=?\,mm$	$U=۶۲/۸mm$ $\pi=۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه

$$U=\pi d$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$۶۲/۸=۳/۱۴d$$

$$d=\frac{۶۲\ ۸}{۳\ \ ۱۴}=۲۰mm$$

مثال ۳ـ۳: طول قوس ربع دایره‌ای با قطر ۱۶۰ میلی‌متر را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول:

خواسته	داده ها
$U = ?\,mm$	$d = ۱۶۰mm$ $\pi = ۳/۱۴$

روش اول حل مسأله

مرحلهٔ ۱: نوشتن رابطه $L = \frac{۱}{۴}(\pi d)$

مرحلهٔ ۲: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$L = \frac{۱}{۴} \times ۳/۱۴ \times ۱۶۰$$

$$L = ۱۲۵/۶mm$$

روش دوم حل مسأله

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه $L = \frac{\pi d\alpha}{۳۶۰}$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$L = \frac{۳/۱۴ \times ۱۶۰ \times ۹۰}{۳۶۰}$$

$$L = ۱۲۵/۶mm$$

توجه در ربع دایره زاویهٔ مرکزی $\alpha = ۹۰$ است.

مثال ۴ـ۳: طول قوس قطاع دایره‌ای ۱۴۱۳ میلی‌متر و قطر آن ۱۳۵۰ میلی‌متر است. زاویهٔ مرکزی آن را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول:

خواسته	داده ها
$\alpha = ?$	$L = ۱۴۱۳mm$ $d = ۱۳۵۰mm$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه $L = \frac{\pi d\alpha}{۳۶۰}$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$۱۴۱۳ = \frac{۳/۱۴ \times ۱۳۵۰ \times \alpha}{۳۶۰}$$

$$۱۴۱۳ \times ۳۶۰ = ۳/۱۴ \times ۱۳۵۰ \times \alpha$$

$$۵۰۸۶۸۰ = ۴۲۳۹\alpha$$

$$\alpha = \frac{۵۰۸۶۸۰}{۴۲۳۹}$$

$$\alpha = ۱۲۰^\circ$$

مثال ۵ـ۳: طول قوس قطاع دایره‌ای ۸۴۷/۸ میلی‌متر و زاویهٔ مرکزی آن $\alpha = ۲۷۰^\circ$ است. شعاع دایره را به دست آورید.

مرحلهٔ اول:

خواسته	داده ها
$R = ?$	$L = ۸۴۷/۸mm$ $\alpha = ۲۷۰^\circ$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$L = \frac{\pi d \alpha}{۳۶۰}$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$۸۴۷/۸ = \frac{۳/۱۴ \times d \times ۲۷۰}{۳۶۰}$$

$$۸۴۷/۸ \times ۳۶۰ = ۳/۱۴ \times ۲۷۰d$$

$$۳۰۵۲۰۸ = ۸۴۷/۸d$$

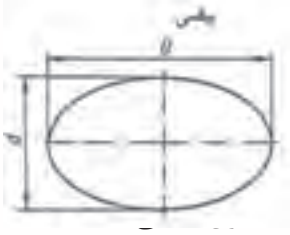
$$d = ۳۶۰mm$$

$$R = \frac{d}{۲} = \frac{۳۶۰}{۲} = ۱۸۰mm$$

محاسبهٔ محیط بیضی

برای محاسبهٔ محیط بیضی (طول) ابتدا قطربزرگ (D) و قطر کوچک (d) بیضی را با خط‌کش، کولیس یا غیره اندازه گرفته، میانگین دو قطر را در عدد (۱۳۷)ضرب می‌کنیم تا محیط یا طول بیضی به‌دست آید. طبق رابطهٔ زیر:

$$U \simeq \frac{D+d}{2} \times \pi$$



که در این رابطه:

U: محیط

D: قطر بزرگ

d: قطر کوچک

مثال ۶ـ۳: محیط (طول) بیضی را به‌دست آورید در صورتی که قطر بزرگ آن ۲/۴ متر و قطر کوچک آن ۱/۴ متر باشد.

مرحلهٔ اول :

خواسته	داده ها
$U = ?m$	$D = ۲/۴m$ $d = ۱/۴m$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$U = \frac{D+d}{۲} \times \pi$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$U = \frac{۲/۴ + ۱/۴}{۲} \times ۳/۱۴$$

$$U = ۱/۹ \times ۳/۱۴$$

$$U = ۵/۹۶۶m$$

مثال ۷ـ۳: محیط بیضی ۴۷۱ میلی‌متر و قطر کوچک آن ۱۰۰ میلی‌متر است قطر بزرگ آن را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول:

خواسته	داده ها
$D = ?mm$	$U = ۴۷۱mm$ $d = ۱۰۰mm$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$U = \frac{D+d}{۲} \times \pi$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$۴۷۱ = \frac{D+۱۰۰}{۲} \times ۳/۱۴$$

$$۴۷۱ \times ۲ = (D+۱۰۰) \times ۳/۱۴$$

$$۹۴۲ = ۳/۱۴D + ۳۱۴$$

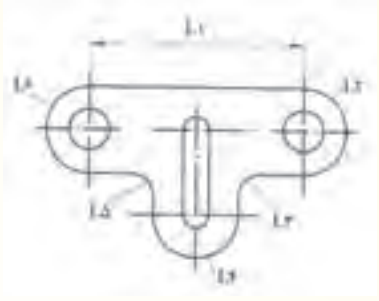
$$۹۴۲ - ۳۱۴ = ۳/۱۴D$$

$$۶۲۸ = ۳/۱۴D$$

$$D = \frac{۶۲۸}{۳/۱۴} = ۲۰۰mm$$

محاسبهٔ طول یا محیط قطعات صنعتی

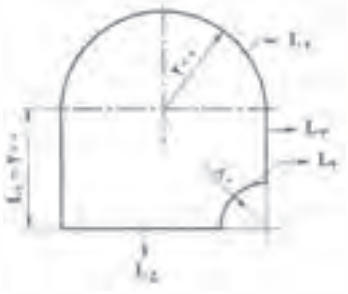
قطعات صنعتی معمولاً ترکیبی از اشکال قطعات هندسی هستند. بنابراین، برای محاسبهٔ محیط این قطعات ابتدا آن‌ها را به اشکال هندسی مشخص تقسیم‌بندی کرده و پس از محاسبهٔ محیط هر کدام، از حاصل جمع آن‌ها محیط قطعات صنعتی به‌دست می‌آید. مانند شکل زیر:



برای محاسبهٔ محیط (طول) شکل فوق، ابتدا آن‌را به اشکال مختلف تقسیم‌بندی می‌کنیم و طول هر قسمت را محاسبه و سپس با هم جمع می‌کنیم:

$$L = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴ + L_۵ + L_۶$$

مثال۸ـ۳: قطعه‌ای مطابق شکل زیر، از ورق فولادی بریده خواهد شد طول مسیر برش را محاسبه کنید.



حل: منظور از طول مسیر برش همان محیط قطعه است. برای محاسبهٔ آن ابتدا محیط قطعه را به‌طول‌های $L_۱$ و $L_۲$ و $L_۳$ و $L_۴$ و $L_۵$ تفکیک کرده و پس از محاسبهٔ طول هر یک از آن‌ها، با جمع طول پاره‌خط‌ها، محیط قطعهٔ مرکب را به‌دست می‌آوریم.

$$L_۱ = ۲۰۰\,mm$$

$$L_۲ = ? = \frac{۱}{۲}(\pi d_۲) = \frac{۱}{۲}(۳/۱۴ \times ۴۰۰) = ۶۲۸\,mm$$

$$L_۳ = ۲۰۰ - ۸۰ = ۱۲۰\,mm$$

$$L_۴ = ? = \frac{۱}{۴}(\pi d_۴) = \frac{۱}{۴}(۳/۱۴ \times ۱۶۰) = ۱۲۵/۶\,mm$$

$$L_۵ = ۴۰۰ - ۸۰ = ۳۲۰\,mm$$

$$U = L = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴ + L_۵$$

$$U = ۲۰۰ + ۶۲۸ + ۱۲۰ + ۱۲۵/۶ + ۳۲۰ = ۱۳۹۳/۶\,mm$$

مثال ۹ـ۳: اندازهٔ محیط خارجی و داخلی قطعه‌ای مطابق شکل را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: محاسبهٔ طول یا محیط خارجی: محیط خارجی از ۴ خط صاف و ۴ ربع دایره (دایره) تشکیل شده است.

$$L_۱ = L_۳ = L_۵ = L_۷ = ۱۲۰$$

$$L_۲ = L_۴ = L_۶ = L_۸ = 30$$

$$L_A = L_۱ + L_۳ + L_۵ + L_۷ = ۱۲۰ + ۱۲۰ + ۱۲۰ + ۱۲۰ = ۴۸۰mm$$

$$L_B = L_۲ + L_۴ + L_۶ + L_۸ = \quad = \pi d = ۳/۱۴ \times ۶۰ = ۱۸۸/۴mm$$

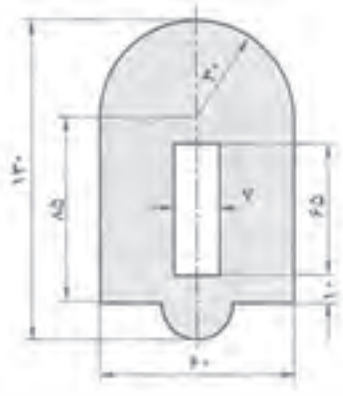
محیط خارجی $U = L_A + L_B = ۴۸۰ + ۱۸۸/۴ = ۶۶۸/۴mm$

مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ طول یا محیط داخلی: محیط داخلی از یک دایره تشکیل شده است.

داخلی $U = L_A =$

$$U = \pi d = ۳/۱۴ \times ۱۰ = ۳۱/۴mm$$

مثال ۱۰ـ۳: اندازهٔ محیط خارجی و داخلی قطعه‌ای مطابق شکل را به‌دست آورید.



مرحلهٔ اول: محاسبهٔ طول یا محیط خارجی:

خارجی $U = L =$ [illegible] $+2(\text{۸۵}) + 2(\frac{\text{۱۵}}{}) +$ [illegible]

60 30

خارجی $U = \frac{۱}{۲}(\pi d) + ۱۷۰ + ۳۰ + \frac{۱}{۲}(\pi d)$

خارجی $U = \frac{۱}{۲}(۳/۱۴ \times ۶۰) + ۲۰۰ + \frac{۱}{۲}(۳/۱۴ \times ۳۰)$

$U = ۹۴/۲ + ۲۰۰ + ۴۷/۱$

$U = ۳۴۱/۳mm$

مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ محیط داخلی که شامل یک مستطیل است

$U = L =$ [illegible] $= ۲(\text{طول} + \text{عرض})$

$U = L = ۲(۶۵ + ۷)$

$U = L = ۲ \times ۷۲ = ۱۴۴mm$

بهتر است هنرآموز چند نمونه مسالهٔ دیگر با مجهول‌های مختلف طرح نماید و هنرجو با نظارت هنرآموز محترم این مساله‌ها را در کلاس حل کند.

نتیجه‌گیری

۱ــ محیط دایره از رابطه $U = \pi d = ۲\pi R$ به‌دست می‌آید.

۲ــ محیط بیضی از رابطه $U = \frac{D+d}{۲} \times \pi$ به‌دست می‌آید.

۳ــ اندازهٔ طول قوس قطاع دایره از رابطه $L = \frac{\pi d \alpha}{۳۶۰}$ به‌دست می‌آید.

۴ــ در اجسام مرکب ابتدا قطعات را به اشکال هندسی مشخص تقسیم‌بندی و سپس طول هر یک را به‌دست آورده، مجموع این طول‌ها برابر طول قطعهٔ مربوطه است.

تمرین

۱ــ هنرجویان باید تمرین‌های صفحهٔ ۹ و ۱۰ از شماره ۱ تا ۷ از کتاب محاسبات فنی عمومی را به عنوان کار درخانه حل کنند تا در جلسهٔ آینده مورد بررسی قرار گیرد.

۲ــ زاویهٔ مرکزی و هم‌چنین محیط قطعهٔ مطابق شکل را به‌دست آورید.

جلسه چهارم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و ...)
ــ نظارت بر انجام تکالیف منزل هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسه‌های قبل.
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: محاسبهٔ طول گستردهٔ قطعات خمیده

برای بحث در این مورد و درک بهتر هنرجویان، لازم است مطالبی در این زمینه به‌صورت پرسش و پاسخ مطرح شود و نظر هنرجویان روی تابلوی کلاس درس درج شود.

۱ــ اگر بخواهیم یک میلهٔ استوانه‌ای شکل را خم کنیم، چه تغییراتی در اندازهٔ قوس خارجی و قوس داخلی آن ایجاد می‌شود؟

۲ــ هنگام خم کردن یک میلهٔ استوانه شکل چه تغییراتی در ساختار لایه‌های آن ایجاد می‌شود؟

۳ــ منظور از طول گستردهٔ قطعات خمیده چیست؟

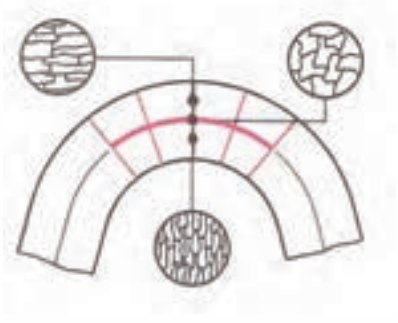
۴ــ طول گستردهٔ یک واشر فلزی را چگونه اندازه‌گیری می‌کنند؟

۵ــ تفاوت اندازه‌گیری طول یک لولهٔ صاف و یک لولهٔ خمیده در چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، جواب سوال‌ها می‌توان این‌گونه بیان کرد:

۱ــ هنگام خم کردن میلهٔ استوانه، قوس خارجی افزایش و قوس داخلی کاهش می‌یابد.

۲ــ هنگامی که یک میلهٔ استوانه‌ای شکل را خم می‌کنیم. لایه‌های خارجی آن کشیده شده و لایه‌های داخلی آن فشرده می‌شوند. بین لایه‌های خارجی و داخلی، لایه‌ای وجود دارد که در موقع خم‌کاری، نه کشیده و نه فشرده می‌شود و طول آن بدون تغییر باقی می‌ماند. این لایه را لایهٔ خنثی یا فاز خنثی گویند؛ مانند شکل (۱-۴).



شکل ۱-۴

۳ــ در هنگام خم‌کاری یک میله استوانه‌ای شکل لایه‌ای میانی را لایه خنثی گویند و طول آن را طول گستردهٔ قطعه می‌نامند.

۴ــ برای محاسبه طول واشر باید طول گستردهٔ آن را به‌دست آوریم. یعنی طول دایره‌ای که بر فاز خنثی منطق است.

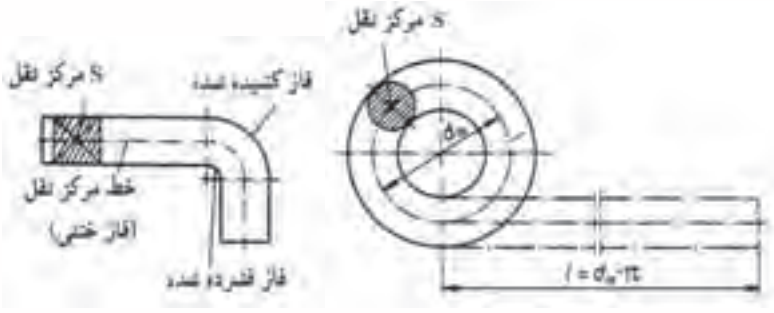
شکل ۲-۴

۵ــ در لولهٔ صاف نیازی به محاسبهٔ فاز خنثی نیست، ولی در لولهٔ خمیده باید فاز خنثی را مبنای محاسبهٔ طول قرار داد.

تعریف طول گسترده: طول گسترده عبارت است از طول مستقیم قطعات خم شده که مقدار آن برابر است با طول لایهٔ خنثی.

محاسبهٔ طول گسترده: برای محاسبهٔ طول گستردهٔ قطعات خمیده ابتدا باید قطر لایه فاز خنثی مشخص شود و سپس طول قوس براساس قطر فاز خنثی محاسبه گردد. برای این منظور اگر قطر داخلی داده شده باشد به اندازهٔ ضخامت قطعه به آن اضافه می‌شود و اگر قطر خارجی مشخص شده باشد، باید به اندازهٔ ضخامت قطعه از آن کم شود. تا قطر فاز خنثی به‌دست آید. این قطعه را با d_m نشان می‌دهند.

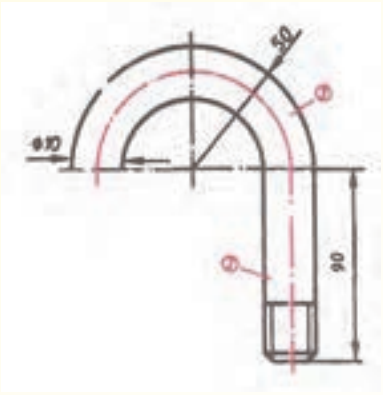
لازم به ذکر است که اگر شعاع داخلی داده شده باشد، به اندازهٔ نصف ضخامت به آن اضافه می‌شود و اگر شعاع خارجی داده شده باشد، به اندازهٔ نصف صخامت از آن کم می‌شود، تا شعاع فاز خنثی به‌دست آید.



شکل ۳-۴

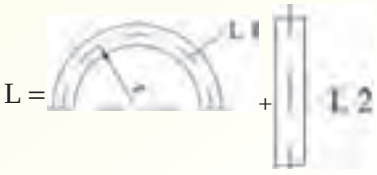
چنانچه قطعه مرکب باشد، ابتدا قطعه به اجزای مختلف تقسیم شده، طول هر کدام جداگانه محاسبه می‌شود و با جمع آن‌ها، طول گستردهٔ قطعه حاصل می‌شود.

مثال ۱ـ۴: از میله گردی به قطر ۱۰ میلی‌متر بستی مطابق شکل ساخته خواهد شد. طول گستردهٔ آن را به‌دست آورید.



حل:

$$L = L_1 + L_2$$



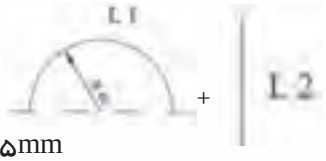
راه حل اول

$$L_1 = \frac{\pi d_m}{2} = \frac{3/14(100-10)}{2} = 141/37$$

$$L_2 = 100$$

$$L = 141/37 + 100 = 241/37 mm$$

محاسبه از طریق شعاع



راه حل دوم

$$L =$$

$$R_m = 50 - 5 = 45 mm$$

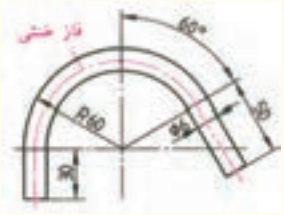
$$L_1 = \frac{\pi d_m}{2} = 3/14 \times 45 = 141/37$$

$$L_2 = 100$$

$$L = 141/37 + 100 = 241/37 mm$$

مثال ۲ـ۴: طول گستردهٔ قطعه‌ای مطابق شکل را به‌دست آورید.

حل:



$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L = \text{L1} + \text{L2} + \text{L3}$$

$$L_1 = 30\text{m}$$

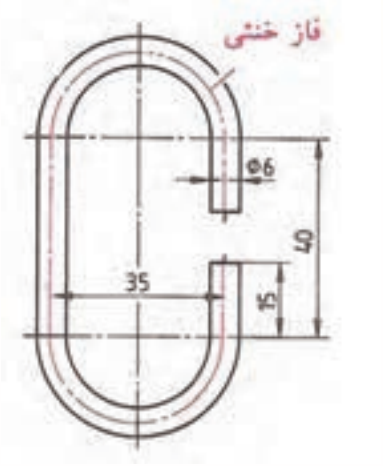
$$R_m = 60 - 3 = 57$$

$$L_1 = \frac{2\pi R_m \alpha}{360} = \frac{2(3/14)(57)(150)}{360} = 149/23\,\text{mm}$$

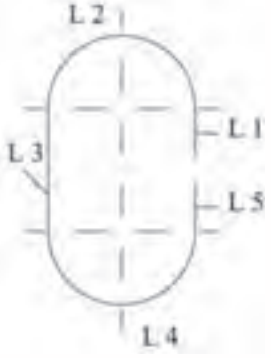
$$L_3 = 50$$

$$L = 30 + 149/23 + 50 = 229/23\,\text{mm}$$

مثال ۳ــ۴: طول گسترده قطعه‌ای مطابق شکل را به‌دست آورید.



حل:



$$L_2 = L_4 = \frac{1}{2}(\pi D) = \frac{1}{2}(3/14 \times 35)$$

$$L_2 = L_4 = \frac{1}{2}(109/9)$$

$$L_2 = L_4 = 54/95\,\text{mm}$$

$$L_1 = L_5 = 15\,\text{mm}$$

$$L_2 = 40\,\text{mm}$$

$$L = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴ + L_۵$$

$$L = ۱۵ + ۵۴/۹۵ + ۴۰ + ۵۴/۹۵ + ۱۵$$

$$L = ۱۷۹/۹mm$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند نمونه مسالهٔ دیگر با اندازه و شکل‌های مختلف طرح کند و هنرجویان در همین جلسه با نظارت هنرآموز محترم آن‌ها را در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ هنگام خم‌کاری قطعات لایهٔ میانی که نه کشیده و نه فشرده می‌شود، لایه خنثی نام دارد و طول آن را طول گسترده گویند.

۲ــ شعاع فاز خنثی در یک قطعهٔ خمیده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$$R_m = R \pm \frac{e}{۲}$$ ضخامت

$$d_m = d \pm e$$ ضخامت

علامت + زمانی به‌کار می‌رود که اندازهٔ شعاع یا قطر داخلی داده شده باشد.

علامت - زمانی به‌کار می‌رود که اندازهٔ شعاع یا قطر خارجی داده شده باشد.

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۱۵ از شماره ۱ تا ۶ از کتاب محاسبات فنی عمومی جهت کار در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بررسی قرار گیرد.

جلسه پنجم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش، پاسخ، امتحان کوتاه)
ــ نظارت بر انجام تکالیف منزل هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسه‌های قبل.
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه.

موضوع: کاربرد رابطهٔ مثلث قائم الزاویه (رابطهٔ فیثاغورث)

قبل از شروع بحث، برای آماده سازی هنرجویان لازم است چند سؤال به شرح زیر مطرح شود و برای رسیدن به نتیجهٔ بحث، پاسخ هنرجویان روی تابلوی کلاس نوشته شود.

۱ــ چگونه می‌توان با داشتن طول یک نردبان ارتفاع دیواره کوتاه‌تر از آن را محاسبه کرد

۲ــ کوتاه‌ترین راه برای رفتن از نقطهٔ A به نقطهٔ C چگونه محاسبه می‌شود؟

۳ــ ارتفاع مثلث متساوی‌الساقین را چگونه می‌توان محاسبه کرد؟

۴ــ هنگام سرخوردن روی سطح شیب‌دار طول مسیر چگونه محاسبه می‌شود؟

۵ــ رابطهٔ فیثاغورث در چه نوع مثلثی کاربرد دارد؟

۶ــ چگونه می‌توان قطر مستطیل یا مربع را به‌دست آورد؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان جواب سؤال‌ها را می‌توان این‌گونه بیان کرد که پاسخ همهٔ سؤال‌ها استفاده از رابطهٔ فیثاغورث است که فقط در مثلث قائم‌الزاویه کاربرد دارد.

رابطهٔ فیثاغورث :

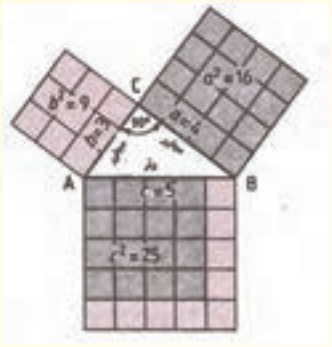
در هر مثلث قائم‌الزاویه، مربع وتر برابر است با مجموع مربعات دو ضلع دیگر:

$$C^2 = a^2 + b^2$$

که در آن :

c: ضلع مقابل به زاویهٔ قائمه (وتر)

b و a: اضلاع مجاور به زاویهٔ قائمه

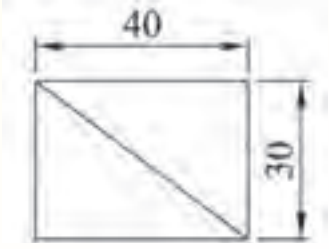


کاربرد رابطهٔ فیثاغورث:

از رابطهٔ فیثاغورث در حل مسایل مربوط به قطعات صنعتی می‌توان استفاده کرد.

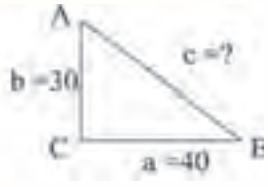
مثال ۱ـ۵: اندازهٔ قطر مستطیلی به ابعاد ۴۰×۳۰ میلی‌متر را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اوّل: مستطیلی را رسم کرده یک قطر آن را مشخص می‌کنیم. طبق شکل، مستطیل به دو مثلث قائم‌الزاویه تبدیل می‌شود.



مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ فیثاغورث.

$$C^2 = a^2 + b^2$$



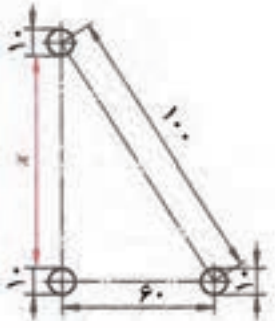
مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$C^2 = ۴۰^2 + ۳۰^2$$

$$C^2 = ۱۶۰۰ + ۹۰۰$$

$$C = \sqrt{۲۵۰۰} = ۵۰\text{mm}$$

مثال ۲ـ۵: در شکل مقابل مقدار x را به‌دست آورید.



مرحلهٔ اول: ابتدا مثلث قائم‌الزاویه ACB را رسم می‌کنیم. و ضلع AC را با حرف y نشان می‌دهیم.

$C^2 = a^2 + b^2$

$(100)^2 = 60^2 + y^2$

$10000 = 3600 + y^2$

$10000 - 3600 = y^2$

$6400 = y^2$

$y = \sqrt{6400} = 80mm$

شکل

مرحلهٔ دوم: y فاصلهٔ بین دو مرکز دایره است؛ بنابراین، برای به‌دست آوردن مقدار x باید دو شعاع، معادل یک قطر دایره، از y کسر شود.

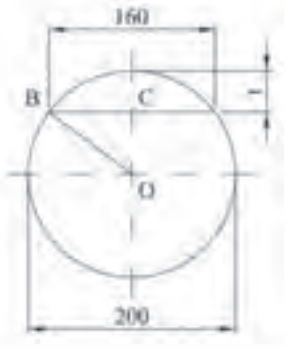
$x = y - (R + R)$

$x = y - D$

$x = 80 - 10$

$x = 70mm$

مثال ۳ـ۵: در شکل مقابل مقدار t را به‌دست آورید.



مرحلهٔ اوّل: شعاع دایره $(R = 100)$ را رسم می‌کنیم تا مثلث قائم‌الزاویه OCB به‌دست آید.

مرحلهٔ دوم: اندازهٔ ۱۶۰ را نصف کرده تا مقدار BC به‌دست آید.

مرحلهٔ سوم: رابطه فیثاغورث را برای مثلث OCB می‌نویسیم.

مرحلهٔ چهارم: جای‌گذاری اعداد و محاسبهٔ ریاضی:

$(OB)^2 = (BC)^2 + (OC)^2$

$(100)^2 = (80)^2 + (OC)^2$

$10000 = 6400 + (OC)^2$

$10000 - 6400 = (OC)^2$

$3600 = (OC)^2$

$$OC = \sqrt{۳۶۰۰}$$

$$OC = ۶۰$$

مرحلهٔ پنجم: برای به‌دست آوردن مقدار t باید مقدار OC از شعاع دایره (OB) کسر شود.

$$t = OB - OC$$

$$t = ۱۰۰ - ۶۰ = ۴۰mm$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند نمونه مسالهٔ دیگر با شکل‌های متفاوت مطرح کند که هنرجو آن‌ها را در کلاس با نظارت هنرآموز محترم حل کند.

نتیجه‌گیری

۱ــ رابطهٔ فیثاغورث در مثلث قائم‌الزاویه کاربرد دارد.

۲ــ در هر مثلث قائم‌الزاویه مربع وتر برابر است با مجموع مربعات دو ضلع دیگر.

$$C^۲ = a^۲ + b^۲$$

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۱۶ و ۱۷ از ۱ تا ۷ از کتاب محاسبات فنی عمومی به‌عنوان تکلیف منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

فصل دوم

زاویه و زمان

هدف

۱ــ محاسبه زاویه و تبدیلات مربوط به اجزا آن

۲ــ انجام چهار عمل اصلی زوایا

۳ــ محاسبه زمان و تبدیلات مربوط به اجزا و اضعاف آن

۴ــ انجام چهار عمل اصلی مربوط به زمان

مفاهیم کلی:

۱ــ مفهوم زاویه

۲ــ مفهوم رادیان

۳ــ مفهوم درجه

۴ــ مفهوم زمان

مفاهیم اساسی:

۱ــ زاویه از تقاطع دو خط پدید می‌آید و مقدار هر زاویه از حاصل تقسیم طول قوس مقابل به آن زاویه بر شعاع مربوطه به‌دست می‌آید.

۲ــ واحد زاویه رادیان است و مقدار آن در دایره‌ای به شعاع یک متر، برابر است با طول قوس روبه‌رو به اندازه یک متر بر شعاع آن.

۳ــ برای اندازه‌گیری زاویه در صنعت از واحد درجه استفاده می‌شود.

۴ــ انواع زاویه عبارتند از حاده، قائمه، منفرجه، نیم صفحه، محدب، تمام صفحه.

۵ــ دو زاویه را متمم گویند در صورتی‌که مجموع آن‌ها ۹۰ درجه باشد.

۶ــ دو زاویه را مکمل هم گویند در صورتی‌که مجموع آن‌ها ۱۸۰ درجه باشد.

۷ــ مجموع زوایای یک چهارضلعی ۱۸۰ درجه است.

۸ــ مجموع زوایای یک چهارضلعی ۳۶۰ درجه است.

۹ــ واحد زمان ثانیه است و برابر با $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ شبانه روز متوسط سال شمسی است.

۱۰ــ اجزای درجه عبارتند از دقیقه و ثانیه.

۱۱ــ اضعاف ثانیه عبارتند از دقیقه، ساعت، روز، ماه و سال.

۱۲ــ اجزای ثانیه عبارت است از میلی ثانیه.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد:

الف) در سطح دانش:

۱ــ زاویه را تعریف کند.

۲ــ واحد زاویه را نام ببرد.

۳ــ واحد زاویه را تعریف کند.

۴ــ انواع زاویه را نام ببرد.

۵ــ اجزای درجه را نام ببرد.

۶ــ واحد زمان را تعریف کند.

۷ــ اجزا و اضعاف ثانیه را نام ببرد.

ب) در سطح درک و فهم مطالب:

۱ــ زاویه و انواع آن را توضیح دهد.

۲ــ رابطه رادیان و درجه را توضیح دهد.

۳ــ چهار عمل اصلی زاویه را توضیح دهد.

۴ــ واحد زمان در سیستم SI و اجزا و اضعاف آن‌را توضیح دهد.

۵ــ چهار عمل اصلی زمان را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات:

۱ــ رابطه درجه و رادیان را در حل مسائل مربوط به زاویه به‌کار برد.

۲ــ اجزای درجه و تبدیل واحدهای آن را در حل مسائل به‌کار برد.

۳ــ روابط مربوط به زوایای متمم و مکمل را در حل مسائل به‌کار برد.

۴ــ رابطه زاویه مرکزی چندضلعی‌های منتظم را در حل مسائل به‌کار برد.

۵ــ رابطه زاویه بین دو ضلع در چند ضلعی منتظم را در حل مسائل به‌کار برد.

۶ــ چهار عمل اصلی زوایا را در حل مسائل به‌کار برد.

۷ــ اجزا و اضعاف واحد زمان و تبدیل واحدهای آن را در حل مسائل به‌کار برد.

۸ــ چهار عمل اصلی زمان را در حل مسائل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل:

۱ــ رادیان و درجه را با هم مقایسه کند.

۲ــ درجه، دقیقه و ثانیه را با هم مقایسه کند.

۳ــ زوایای متمم و مکمل را با یکدیگر مقایسه کند.

۴ــ اجزاء و اضعاف واحد زمان را با یکدیگر مقایسه کند؟

زمان پیشی‌بینی شده: برای این فصل ۲ جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای برای تدریس مطالب، حل مسائل، تمرینات و بررسی آن‌ها در نظر گرفته شده است.

جلسه ششم

ــ حضور و غیاب هنرجویان

ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)

ــ نظارت بر انجام تکالیف منزل هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها

ــ یادآوری مطالب جلسه قبل به‌صورت کلی

ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: زاویه و انواع آن

برای ورود به این بحث و ایجاد تمرکز در هنرجویان لازم است سؤالاتی به شرح زیر مطرح شود و پاسخ هنرجویان را روی تابلوی کلاس یادداشت کرده تا به نتیجه اصلی برسیم.

۱ــ منظور از زاویه چیست؟

۲ــ زاویه چگونه به‌وجود می‌آید؟

۳ــ آیا با وجود یک خط می‌توان زاویه را نشان داد؟

۴ــ آیا با سه خط می‌توان یک زاویه را نشان داد؟

۵ــ چنانچه از رأس زاویه دور شویم اندازه زاویه چه تغییری می‌کند؟

۶ــ آیا می‌توان زاویه را با خط‌کش اندازه‌گیری نمود؟

۷ــ برای سنجش زاویه از چه ابزاری استفاده می‌شود؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، بحث شروع شود.

تعریف زاویه: زاویه از تقاطع دو خط پدید می‌آید؛ یعنی اگر دو خط موازی باشند، زاویه‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.

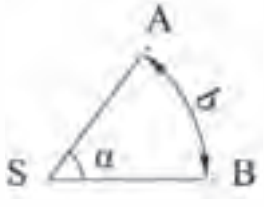
مقدار هر زاویه از حاصل تقسیم طول قوس مقابل به آن زاویه بر شعاع مربوطه به‌دست می‌آید.

S= رأس زاویه

SA و SB = اضلاع زاویه

α زاویه = $<\alpha$

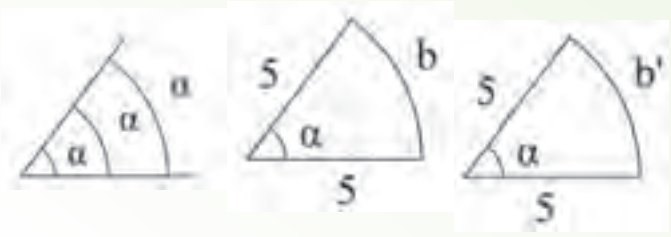
b = طول قوس مقابل به زاویه α



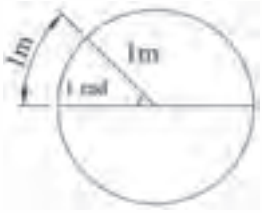
$$\alpha = \frac{b}{SA} = \frac{b}{SB}$$

عموماً برای نشان دادن زاویه از حروف یونانی آلفا (α)، بتا (β)، گاما (γ)، دلتا (δ) و اپیلون (ε) استفاده می‌شود.

لازم به ذکر است که مقدار زاویه با دور شدن از رأس تغییر نخواهد کرد. چون طول قوس و اضلاع زاویه به یک نسبت افزایش می‌یابند و فقط با باز یا بسته شدن دهانه زاویه، مقدار زاویه تغییر خواهد کرد؛ یعنی با ثابت بودن اضلاع زاویه، طول قوس مقابل به زاویه در کم یا زیاد شدن زاویه مؤثر است.



واحد زاویه: واحد زاویه رادیان است. یک رادیان در دایره‌ای به شعاع یک متر برابر است با نسبت طول قوس مقابل به زاویه به اندازه یک متر بر شعاع آن



$$\alpha = \frac{b}{r} \Rightarrow 1\text{rad} = \frac{1\text{m}}{1\text{m}}$$

مثال ۱ـ۶: در دایره‌ای به شعاع ۱۰۰ میلی‌متر، (مقدار زاویه مقابل به کمان $b = 150\text{mm}$ برحسب رادیان) حساب کنید:

$$\alpha = \frac{b}{r} = \frac{150\text{mm}}{100\text{mm}} = \frac{1/5\text{m}}{1\text{m}} = 1/5\text{rad}$$

ـ در دایره کامل مقدار زاویه برابر 2π رادیان می‌باشد. زیرا در دایره کامل، قوس مقابل به زاویه مرکز محیط دایره (U) می‌باشد و طبق رابطه زیر می‌توان نوشت:

$$\alpha = \frac{b}{r} = \frac{U}{r} = \frac{2\pi \not{r}}{\not{r}} = 2\pi\text{rad}$$

$$\alpha = 2\pi\text{rad}$$

$$\pi = 3/14$$

$$\alpha = 2(3/14) = 6/28\text{rad}$$

برای اندازه‌گیری زاویه در صنعت از واحد دیگری به‌نام درجه استفاده می‌شود.

تعریف درجه: $\frac{1}{360}$ زاویه دایره کامل را یک درجه گویند یا به عبارت دیگر اگر دایره را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم نماییم، هر قسمت آن را یک درجه گویند.

نحوه تبدیل رادیان به درجه: از آن‌جا که محیط دایره $2\pi rad$ می‌باشد و برابر با ۳۶۰ درجه است، لذا می‌توان نوشت:

$$2\pi rad = 360^\circ$$

$$1rad = \frac{360}{2\pi}$$

$$1rad = \frac{360}{2(3/14)} = 57/32^\circ$$

$$1rad = 57/32^o$$

نحوه تبدیل درجه به رادیان: از آن‌جا که زاویه دایره کامل برابر ۳۶۰ درجه می‌باشد و درجه کامل $2\pi rad$ است بنابر این خواهیم داشت:

$$360^\circ = 2\pi rad$$

$$1^\circ = \frac{2\pi rad}{360}$$

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

مثال ۲ـ۶: زاویه $\alpha = 45^\circ$ را به رادیان تبدیل کنید.

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

$$45^\circ = 45 \times \frac{\pi}{180} = \frac{\pi}{4} rad$$

مثال ۳ـ۶: $\frac{\pi}{3}$ رادیان چند درجه می‌باشد.

$$1rad = \frac{360^\circ}{2\pi}$$

$$\frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{3}(\frac{360^\circ}{2\pi}) = 60^\circ$$

اجزای درجه: اجزای درجه یعنی واحدهای کوچک‌تر از درجه که عبارتند از دقیقه و ثانیه و ضریب تبدیل آن‌ها به یکدیگر عدد ۶۰ می‌باشد.

نام	علامت
درجه	°
دقیقه	/
ثانیه	"

تبدیلات:

گاهی در کارهای صنعتی به مواردی برخورد می‌کنیم که مقدار زاویه به‌صورت اعشاری به‌دست می‌آید که لازم است به درجه و دقیقه و ثانیه تبدیل گردد.

مثال ۴ـ۶: $۳۶/۲^\circ$ را بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه بنویسید.

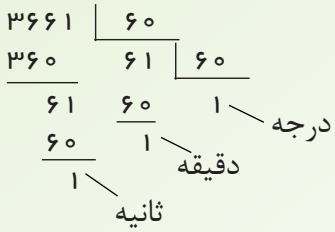
$$۳۶/۲^\circ = ۳۶^\circ + ۰/۲ \times ۱^\circ$$
$$= ۳۶^\circ + ۰/۲ \times ۶۰$$
$$= ۳۶^\circ + ۱۲'$$
$$۳۶/۲^\circ = ۳۶^\circ, ۱۲', ۰''$$

مثال ۵ـ۶: $۶۰/۴۸^\circ$ را بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه بنویسید.

$$۶۰/۴۸^\circ = ۶۰^\circ + ۰/۴۸ \times ۱^\circ$$
$$= ۶۰^\circ + ۰/۴۸ \times ۶۰$$
$$= ۶۰^\circ + ۲۸/۸'$$
$$= ۶۰^\circ + ۲۸' + ۰/۸ \times ۱'$$
$$= ۶۰^\circ + ۲۸' + ۰/۸ \times ۶۰$$
$$= ۶۰^\circ + ۲۸' + ۴۸''$$
$$۶۰/۴۸^\circ = ۶۰^\circ, ۲۸', ۴۸''$$

مثال ۶ـ۶: ۳۶۶۱ ثانیه را بر حسب درجه، دقیقه و ثانیه بنویسید.

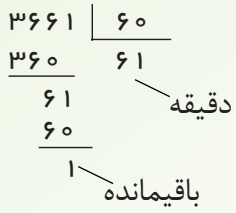
راه اول



$$۳۶۶۱ = ۱^\circ, ۱', ۱''$$

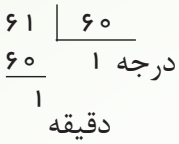
راه دوم

مرحلهٔ اول: تبدیل به دقیقه و ثانیه



الف) باقیمانده برحسب ثانیه و خارج قسمت بر حسب دقیقه می‌باشد.

مرحلهٔ دوم: تبدیل دقیقه به درجه و دقیقه خارج قسمت مرحله اوّل را بر ۶۰ تقسیم می‌نماییم.



در این حالت باقیمانده دقیقه و خارج قسمت درجه می‌باشد.

پس خواهیم داشت:

$$۳۶۶۱'' = ۱^\circ, ۱', ۱''$$

انواع زاویه: به‌طور معمول، انواع زاویه برحسب اندازه عبارتند از:

۱ــ زاویه حاده (بسته) که از ۹۰° کمتر است $\alpha < ۹۰^\circ$

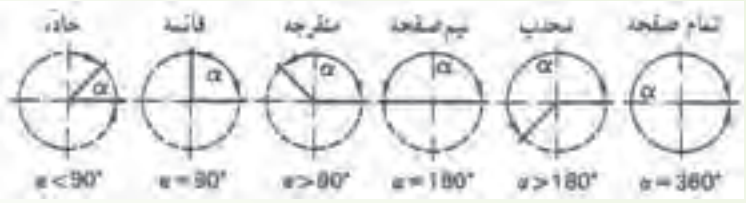
۲ــ زاویه قائمه که برابر ۹۰° است $\alpha = ۹۰^\circ$

۳ــ زاویه منفرجه (باز) که از ۹۰° بزرگتر و ۱۸۰° کمتر است. $۹۰^\circ < \alpha < ۱۸۰^\circ$

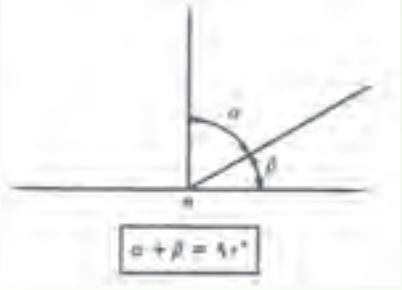
۴ــ زاویه نیم صفحه که برابر ۱۸۰° است. $\alpha = ۱۸۰^\circ$

۵ــ زاویه محدب که بزرگتر از ۱۸۰ و کوچکتر از ۳۶۰° است. $۱۸۰^\circ < \alpha < ۳۶۰^\circ$

۶ــ زاویه تمام صفحه که برابر ۳۶۰° است. $\alpha = ۳۶۰^\circ$



زوایای متمم: اگر مجموع دو زاویه ۹۰° باشد آن دو زاویه را متمم گویند.



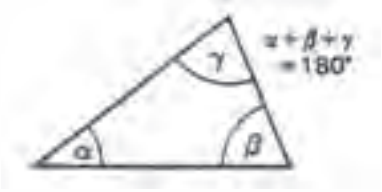
$$\hat{\alpha}+\hat{\beta}=۹۰^\circ$$

زوایای مکمل: اگر مجموع دو زاویه ۱۸۰° باشد آن دو زاویه را مکمل یکدیگر گویند.

$$\alpha+\beta=۱۸۰^\circ$$

زوایای چند ضلعی:

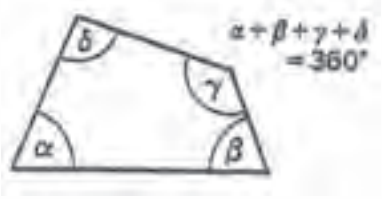
۱ــ مجموع زوایای داخلی یک مثلث ۱۸۰° است می‌باشد.



$$\alpha+\beta+\gamma=۱۸۰^\circ$$

۲ــ مجموع زوایای داخلی یک چهار ضلعی ۳۶۰° است.

$$\alpha+\beta+\gamma+\delta=۳۶۰^\circ$$

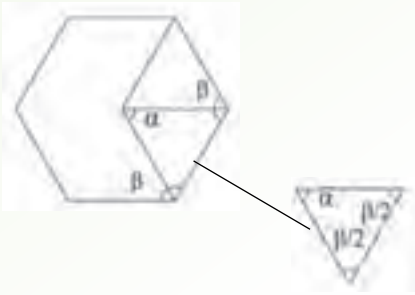


۳ــ مجموع زوایای داخلی در n ضلعی منتظم از رابطه $(n-۲)\times ۱۸۰$ به‌دست می‌آید. و مجموع زاویه

مرکزی چند ضلعی منتظم 360° می‌باشد که زاویه مرکزی مقابل به هر ضلع با α نمایش داده می‌شود که از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n}$$

همچنین زاویه بین دو ضلع در n ضلعی منتظم با β نمایش داده می‌شود و از رابطه زیر به‌دست می‌آید.



$$\frac{\beta}{2}+\frac{\beta}{2}+\alpha=180$$

با توجه به این مجموع زوایای داخلی مثلث 180° است می‌توان نوشت:

$$\beta+\alpha=180$$

$$\beta=180-\alpha$$

مثال ۷ـ۶: در شکل زیر زاویه γ را به‌دست آورید.

$$\alpha=47^\circ$$

$$\beta=23^\circ$$

$$\alpha+\beta+\gamma=180$$

$$47^\circ+23^\circ+\gamma=180$$

$$70+\gamma=180$$

$$\gamma=180-70$$

$$\gamma=110^\circ$$

مثال ۸ـ۶: در یک مثلث زاویه β دو برابر زاویه α و زاویه γ سه برابر زوایه α می‌باشد.اندازه هر زاویه چقدر است؟

$$\alpha+\beta+\gamma=180$$

$$\alpha+2\alpha+3\alpha=180$$

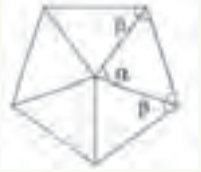
$$6\alpha=180$$

$$\alpha = \frac{۱۸۰}{۶۰}$$
$$\alpha = ۳۰^\circ$$

$$\beta = ۲\alpha = ۲ \times ۳۰ = ۶۰^\circ$$

$$\gamma = ۳\alpha = ۳ \times ۳۰ = ۹۰^\circ$$

مثال ۹ـ۶: زاویه مرکزی و زاویه بین دو ضلع یک ۵ چند ضلعی منتظم را به‌دست آورید.



مرحله اوّل: به‌دست آوردن زاویه مرکزی

$$\alpha = \frac{۳۶۰}{n}$$
$$\alpha = \frac{۳۶۰}{۵} = ۷۲^\circ$$

مرحله دوم: به‌دست آوردن زاویه بین دو ضلع β

$$\beta = ۱۸۰ - \alpha$$
$$\beta = ۱۸۰ - ۷۲$$
$$\beta = ۱۰۸^\circ$$

چهار عمل اصلی زوایا:

۱ــ جمع: برای جمع کردن چند زاویه، باید ثانیه به ثانیه، دقیقه به دقیقه ودرجه به درجه جمع شود. لازم به ذکر است که مقدار ثانیه و دقیقه باید کمتر از ۶۰ باشد. چنانچه بزرگتر یا مساوی ۶۰ باشد، باید به واحدهای بزرگتر تبدیل شود.

مثال ۱۰ـ۶: حاصل جمع $۴۸^\circ,۵۶',۲۸''$ و $۳۲^\circ,۲۶',۵۰''$ را به‌دست آورید.

مرحله اوّل:

$$\begin{array}{r} ۴۸^\circ,۵۶',۲۸'' \\ +\ ۳۲^\circ,۲۶',۵۰'' \\ \hline ۸۰^\circ,۸۲',۷۸'' \end{array}$$

مرحله دوم: تبدیل ثانیه به دقیقه، چون از ۶۰ بیشتر است.

$$\begin{array}{r} +۱ \leftarrow -۶۰ \\ \hline ۸۰^\circ,۸۳',۱۸'' \end{array}$$

مرحله سوم: تبدیل دقیقه، به درجه چون از ۶۰ بیشتر است

$$\begin{array}{r} +1 \leftarrow -60' \\ \hline 81^\circ,23',18'' \end{array}$$

تفریق: برای تفریق کردن چند زاویه باید ثانیه از ثانیه، دقیقه از دقیقه و درجه از درجه کسر گردد.

مثال ۱۱ـ۶: حاصل تفاضل عبارت زیر را به‌دست آورید.

$$125^\circ,28',36''$$
$$-75^\circ,10',56''$$

مرحله اوّل: چون ″۵۶ از ″۳۶ بزرگتر است، باید در عبارت اوّل یک واحد از دقیقه کسر نموده و ۶۰ ثانیه به واحد ثانیه اضافه گردد. بنابراین:

$$125^\circ,28'-1',60''+36''$$

مرحله دوم:

$$125^\circ,27',96''$$
$$\underline{-75^\circ,10',56''}$$
$$50^\circ,17',40''$$

مثال ۱۲ـ۶: تفاضل دو زاویه زیر را به‌دست آورید.

$$120^\circ,20',30''$$
$$\underline{-65^\circ,35',47''}$$

مرحله اوّل: چون ″۴۷ از ″۳۰ بزرگتر است باید اوّل یک واحد از دقیقه کسر نموده و ۶۰ ثانیه به واحد ثانیه اضافه گردد. بنابراین:

$$120^\circ,20'-1',60''+30''$$

$$120^\circ,19',90''$$
$$\underline{-65^\circ,35',47''}$$

مرحله دوم: چون ′۳۵ از ′۱۹ بزرگتر است باید یک واحد از درجه کسر نموده و ۶۰ دقیقه به دقیقه اضافه شود.

بنابراین،

$$120^\circ -1^\circ,60'+19',90''$$

$$\begin{array}{r} 119^\circ,79',90'' \\ -65^\circ,35',47'' \\ \hline 54^\circ,44',43'' \end{array}$$

ضرب: برای ضرب یک عدد در زاویه، باید عدد موردنظر را جداگانه در ثانیه و دقیقه و درجه ضرب کنیم و نتیجه حاصل را مرتب بنویسیم. به‌طوری‌که ثانیه و دقیقه کمتر از ۶۰ باشد.

مثال ۱۳ــ۶: حاصل عبارت زیر را به‌دست آورید.

$$\begin{array}{r} 36^\circ,16',25'' \\ \times \quad 4 \\ \hline 144^\circ,64',100'' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +1 \leftarrow -60 \\ \hline 144^\circ,65',40'' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +1 \leftarrow -60 \\ \hline 145^\circ,5',40'' \end{array}$$

تقسیم: برای تقسیم یک زاویه بر یک عدد، ابتدا باید درجه را تقسیم کرده و باقیمانده را در ۶۰ ضرب نماییم تا به دقیقه تبدیل شود. سپس با دقیقه داده شده جمع کرده و عمل تقسیم را ادامه می‌دهیم. برای ثانیه هم به همین صورت انجام می‌دهیم.

مثال ۱۴ــ۶: حاصل عبارت زیر را بر حسب درجه و دقیقه و ثانیه بنویسید.

$145^\circ,52',24'' \div 6$

مرحله اول: تقسیم درجه

$$\begin{array}{r|l} 145^\circ,52',24'' & 6 \\ \hline 12 & 24^\circ \\ 25 & \\ 24 & \end{array}$$

مرحله دوم: تقسیم دقیقه

$$1^\circ \times 60 = 60' + 52' = 112' \div 6$$

$$\begin{array}{r|l} 112' & 6 \\ \hline 6 & 18' \\ 52 & \\ 48 & \end{array}$$

مرحله سوم: تقسیم ثانیه

$$4' \times 60 = 240'' + 24'' = 264'' \div 6$$

$$\begin{array}{r|l} 264'' & 6 \\ \hline 24 & 44'' \\ 24 & \\ 0 & \end{array}$$

$(24^\circ,18',44'')$

مثال ۱۵ـ۶: در یک مثلث اگر $\alpha = ۳۵^\circ, ۱۰', ۴۵''$ و $\beta = ۲۵^\circ, ۲۰', ۴۰''$ باشد زاویه γ را به‌دست آورید.

مرحله اوّل: حاصل $\alpha+\beta$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\begin{array}{r} \alpha+\beta = ۳۵^\circ, ۱۰', ۴۵'' \\ + \quad ۲۵^\circ, ۲۰', ۴۰'' \\ \hline ۶۰^\circ, ۳۰', ۸۵'' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +۱ \leftarrow -۶۰ \\ \hline ۶۰^\circ, ۳۱', ۲۵'' \end{array}$$

مرحله دوم: برای به‌دست آوردن γ باید حاصل $\alpha+\beta$ را از ۱۸۰° کم کرد.

$$\alpha+\beta+\gamma = ۱۸۰$$

$$\gamma = ۱۸۰ - (\alpha+\beta)$$

نکته: ۱۸۰° را معمولاً به‌صورت $۱۷۹^\circ, ۵۹', ۶۰''$ نشان می‌دهند.

$$\begin{array}{r} \gamma = ۱۷۹^\circ, ۵۹', ۶۰'' \\ -۶۰^\circ, ۳۱', ۲۵'' \\ \hline ۱۱۹^\circ, ۲۸', ۳۵'' \end{array}$$

چند مسئله دیگر به شکل‌های مختلف مطرح گردد و توسط هنرجو با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه

۱ــ زاویه از برخورد دو خط متقاطع به‌دست می‌آید.

۲ــ واحدهای اندازه‌گیری زاویه رادیان و درجه می‌باشد.

۳ــ $۱^\circ = \frac{\pi}{۱۸۰}\text{rad}$ و $۱\text{rad} = \frac{۱۸۰^\circ}{\pi}$ و $۱\text{rad} = ۵۷/۳^\circ$

۴ــ اجزای درجه عبارتند از دقیقه و ثانیه =

۵ــ درچند ضلعی منتظم: $\beta = ۱۸۰ - \alpha$ زاویه بین دو ضلع $\alpha = \frac{۳۶۰}{n}$ زاویه مرکزی مقابل به ضلع

تمرین:

تمرین‌های صفحه ۲۲ و ۲۳ از شماره ۱ تا ۷ جهت تکلیف در منزل داده شود و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه هفتم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ نظارت بر انجام تکالیف منزل هنرجویان و رفع اشکالات احتمالی آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسه قبل به‌صورت کلی
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: زمان

برای ورود به این بحث و ایجاد تمرکز در هنرجویان، بهتر است سؤالاتی به شرح زیر مطرح نموده و پاسخ هنرجویان را دریافت کرد.

۱ــ هنگامی که زمین یک دور کامل به دور مدار خود می‌چرخد، نشانگر چیست؟
۲ــ هنگامی که زمین یک دور کامل به دور خورشید می‌چرخد، نشانگر چیست؟
۳ــ منظور از زمان چیست؟
۴ــ برای سنجش زمان از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
۵ــ برای سنجش زمان از چه واحدی در سیستم SI استفاده می‌شود؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بحث را شروع کرد:

زمان چرخش زمین به دور خورشید، نشانگر سال است و زمان چرخش زمین به دور خود، شبانه روز را مشخص کند که هر دو از واحدهای زمان می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت فاصله بین لحظات شروع و پایان یک عمل را زمان گویند که واحد اندازه‌گیری آن ثانیه می‌باشد.

واحد زمان

واحد زمان در سیستم SI ثانیه می‌باشد و یک ثانیه برابر با $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ شبانه روز متوسط سال شمسی است.

تعریف جدید ثانیه: هر ثانیه زمانی است برابر ۹۱۹۲۶۳۱۷۷۰ برابر زمان دوره تناوب پرتو اتم سزیم ۱۳۳.

اجزا و اضعاف واحد زمان :

اضعاف زمان: واحدهایی است که از ثانیه بیشتر می‌باشد. مانند دقیقه، ساعت، روز، ماه، سال.

اجزای زمان: واحدهایی است که از ثانیه کوچکتر می‌باشد، مانند میلی ثانیه، میکروثانیه و غیره.

نام	علامت
ثانیه دقیقه ساعت	s min h
روز	d

تبدیل اضعاف و اجزای واحد زمان:

$$d \underset{\div ۲۴}{\overset{\times ۲۴}{\rightleftarrows}} h \underset{\div ۶۰}{\overset{\times ۶۰}{\rightleftarrows}} min \underset{\div ۶۰}{\overset{\times ۶۰}{\rightleftarrows}} s \underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}} ms \underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}} \mu s$$

مثال ۱ـ۷: ۵/۳۶ ساعت را برحسب ساعت، دقیقه و ثانیه بنویسید.

$$۵/۳۶^{h} = ۵^{h} + ۰/۳۶^{h} \times ۶۰$$
$$= ۵^{h} + ۲۱/۶^{min}$$
$$= ۵^{h} + ۲۱^{min} + ۰/۶^{min} \times ۶۰$$
$$= ۵^{h} + ۲۱^{min} + ۳۶^{s}$$

مثال ۲ـ۷: ۵۳۲۴ (s) برحسب ساعت، دقیقه و ثانیه بنویسید.

۵۳۲۴ | ۶
۴۸° ۸۸ | ۶۰
۵۲۴ ۶۰ ۱ → h
۴۸۰ ۲۸ → min
۴۴ → h

$$۵۳۲۴(s) = ۱^{h} + ۲۸^{min} + ۴۴^{s}$$

چهار عمل اصلی: چهار عمل اصلی در محاسبات زمان مشابه زوایا می‌باشد.

مثال ۳ـ۷: حاصل عبارت زیر را بر حسب ساعت، دقیقه و ثانیه بنویسید.

مرحله اوّل:

$$۶\times(۲^{h},۲۱^{min},۴۵^{s})=۱۲^{h},۱۲۶^{min},۲۷۰^{s}$$

مرحله دوم: ۲۷۰ ثانیه را به دقیقه و ثانیه تبدیل می‌کنیم.

$$\begin{array}{r|l} ۲۷۰ & ۶۰ \\ \hline ۲۴۰ & ۴\ \text{min} \\ \hline ۳۰\ (\text{s}) & \end{array}$$

مرحله سوم: ۴ دقیقه را با ۱۲۶ دقیقه جمع می‌کنیم $۱۲۶+۴=۱۳۰\,\text{min}$ در نتیجه $۱۲^{h},۱۳۰^{min},۳۰^{s}$

مرحله چهارم: ۱۳۰ دقیقه را به ساعت و دقیقه تبدیل می‌کنیم.

$$\begin{array}{r|l} ۱۳۰ & ۶۰ \\ \hline ۱۲۰ & ۲\ \text{h} \\ \hline ۱۰\ \text{min} & \end{array}$$

مرحله پنجم: ۲ ساعت را به ۱۲ ساعت اضافه می‌کنیم در نتیجه:

$$۱۴^{h},۱۰^{min},۳۰^{s}$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند نمونه مسئله دیگر به شکل‌های مختلف مطرح نموده و هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ واحد اصلی زمان در سیستم SI ثانیه می‌باشد.

۲ــ اجزا و اضعاف واحد زمان عبارتند از

روز ساعت دقیقه ثانیه میلی‌ثانیه میکروثانیه

$$\text{d}\rightarrow\text{h}\rightarrow\text{min}\rightarrow\text{s}\rightarrow\text{ms}\rightarrow\mu\text{s}$$

۳ــ چهار عمل اصلی مانند چهار عمل اصلی زاویه می‌باشد.

تمرین

تمرین‌های صفحه ۲۵ و ۲۶ از ۱ تا ۷ جهت تکلیف در منزل مشخص گردد تا در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه هشتم

ارزشیابی (۱)

هنرآموز محترم در این جلسه از دو فصل ۱ و ۲ ارزشیابی به‌عمل آورد.

نمونه سؤالات پیشنهادی:

۱ــ قطعه‌ای به طول ۱۸۷ میلی‌متر و پهنای ۱۱۰ میلی‌متر در وسط کاغذ A_4 افقی ترسیم خواهد شد. اندازه فاصلهٔ کناره‌های تصویر تا کادر را به‌دست آورید. (بدون جدول)

۲ــ حاصل عبارت زیر را برحسب متر به‌دست آورید.

$$۱/۲۳۱\text{km} - ۵۸۴\text{m} - ۰/۳۵۷\text{km} - ۱۳۸۵\text{dm} = ?$$

۳ــ اندازه‌های مدلی به‌ترتیب ۳۳۵, ۱۰۲۴, ۱۲۵۶ و ۷۰۵ میلی‌متر است. اندازه‌های ترسیمی را با مقیاس ۱:۲ و ۱:۵ به‌دست آورید.

۴ــ محیط دایره‌هایی را که قطر آن‌ها در زیر داده شده است، به‌دست آورید.

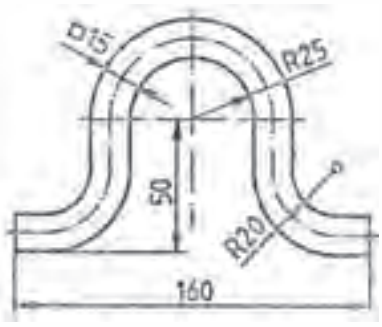
الف) ۴۸mm ب) ۰/۹ cm ج) ۰/۲۵ dm د) ۱/۰۲ m

۵ــ محیط دایره در تمرینات زیر داده شده است. قطر آن‌ها را به‌دست آورید.

الف) ۱۶۶۵ mm ب) ۷۷/۹۱۱ mm ج) ۱۹۷۶۱ m

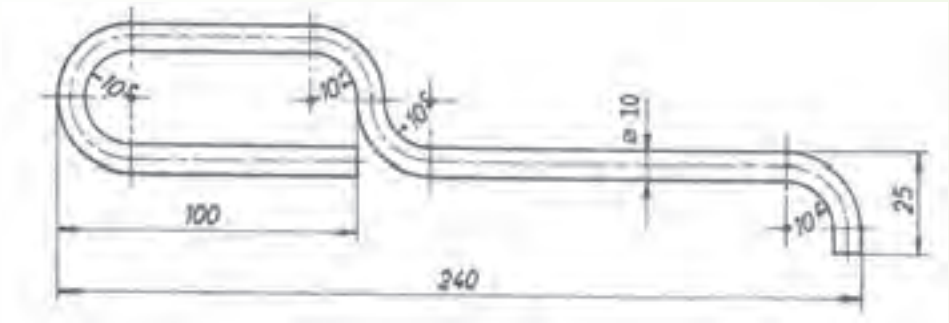
۶ــ در روی نقشه‌کاری که با مقیاس ۱:۲/۵ رسم شده است، اندازه‌گذاری خط‌المرکزین دو سوراخ فراموش شده است. اگر فاصله آن‌ها در روی نقشه ۳۶ میلی‌متر باشد، اندازه حقیقی فاصله خط‌المرکزین دو سوراخ را برای خط‌کشی قطعه به‌دست آورید.

۷ــ طول گسترده شکل مقابل را به‌دست آورید؟

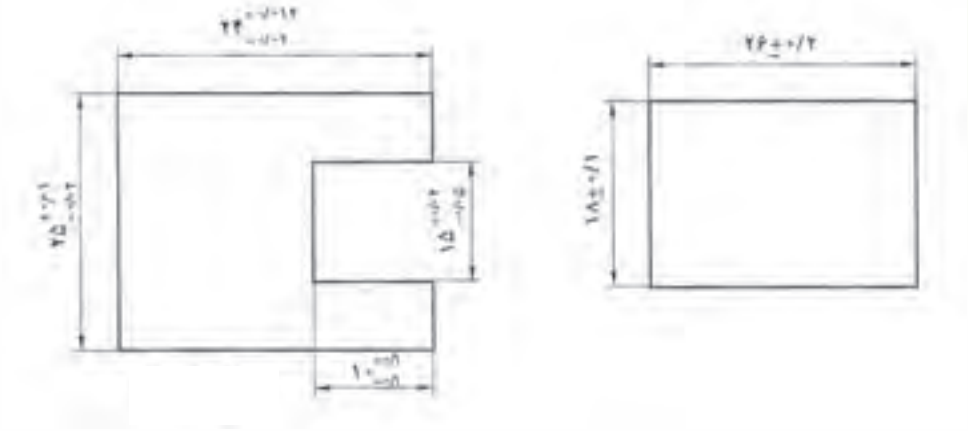


۸ــ طول گسترده شکل مقابل را به‌دست آورید.

۹ــ طول گسترده قطعه مطابق شکل را محاسبه نمایید.



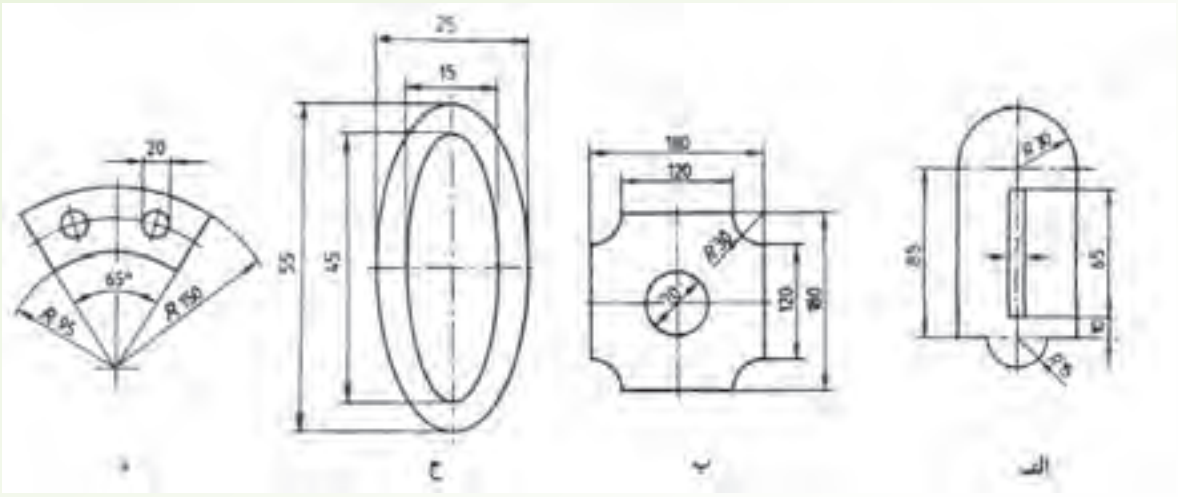
۱۰ــ بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه مجاز در نقشه‌های داده شده را به‌دست آورید.



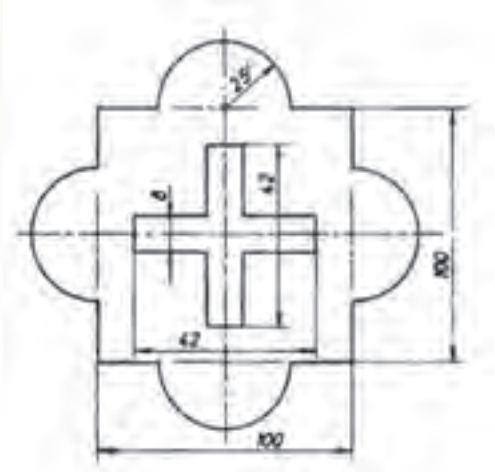
۱۱ــ در اندازه‌های زیر مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تلرانس را به‌دست آورید؟

الف) $۵۶^{+۰/۱۸۴}_{-۰/۰۵۵}$ ب) $۸۰^{+۰/۱۲}_{+۰/۰۸}$

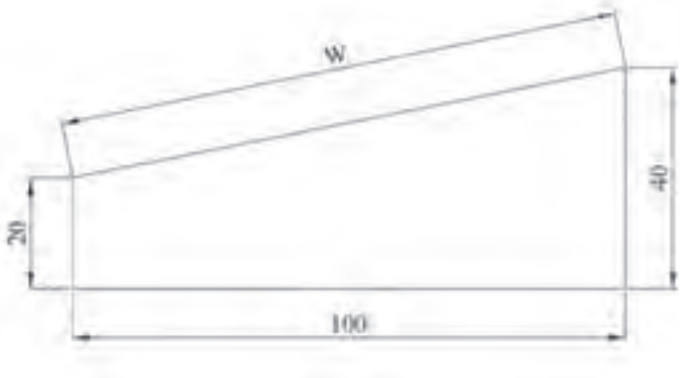
۱۲ــ اندازه محیط داخلی و خارجی قطعات مطابق شکل را به‌دست آورید:



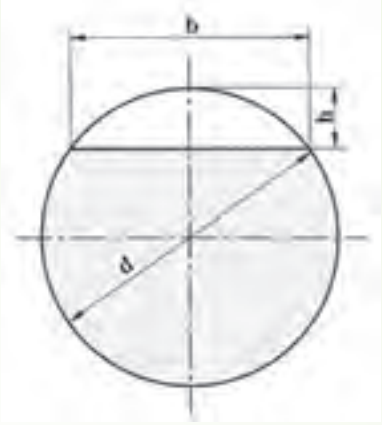
۱۳ــ محیط داخلی و خارجی قطعه مطابق شکل را به‌دست آورید



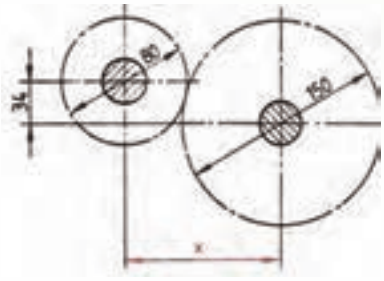
۱۴ــ اندازه w را در شکل زیر به‌دست آورید؟



۱۵ــ قطعه‌ای مطابق شکل زیر از میله گردی به قطر $d = ۸۰mm$ ساخته خواهد شد اندازه عمق بار (h) را در صورتی که عرض قسمت تخت شده $b = ۵۰mm$ باشد حساب کنید.

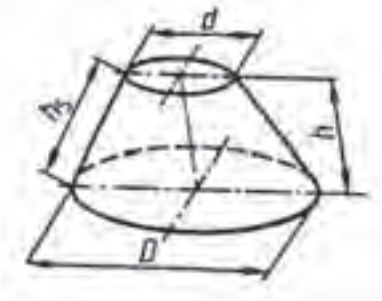


۱۶ــ اندازه x در چرخ دنده‌های درگیر مطابق شکل چند میلی‌متر است؟



۱۷ــ اندازه طول مولد در مخروط مطابق شکل را محاسبه کنید.

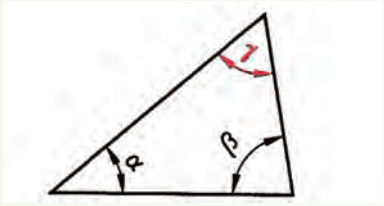
$h = ۰/۹۰m , d = ۰/۸۰m , D = ۱/۴۰m$



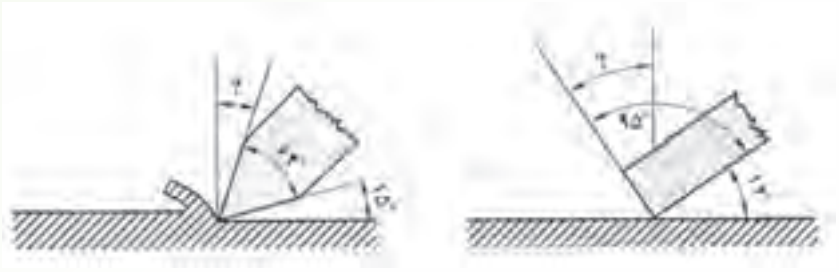
۱۸ـ زاویه مرکزی و زاویه بین دو ضلع چند ضلعی‌های منتظم ۸،۶،۵ و ۱۲ ضلعی را به‌دست آورید.

۱۹ـ در مثلث مطابق شکل مقدار زاویه γ را به‌دست آورید.

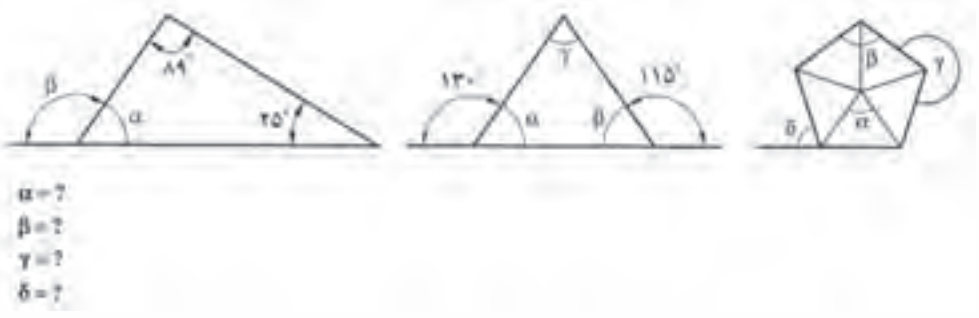
$\alpha = ۲۴^\circ, ۱۸' \quad \beta = ۴۷^\circ, ۱۵', ۴''$



۲۰ـ در شکل‌های زیر اندازه زوایای مجهول را به‌دست آورید؟



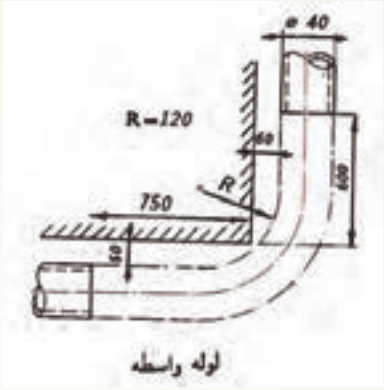
۲۱ـ زوایای مجهول در اشکال داده شده را به‌دست آورید.



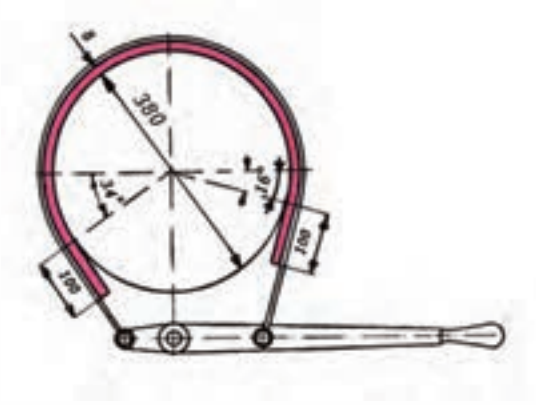
۲۲ـ اندازه زوایای داده شده را برحسب درجه و اجزاء آن مشخص کنید.

الف) $۲۷\frac{۱}{۲}^\circ$ ب) $۶۲/۶۷^\circ$ ج) $۱۵/۵^\circ$ د) $۳۸/۲۳^\circ$

۲۳ــ طول ماده خام لازم جهت ساخت لوله واسطه مطابق شکل را به دست آورید.



۲۴ــ حساب کنید طول لنت ترمز لازم جهت دستگاه مطابق شکل را در صورتی که ضخامت آن ۸ میلی‌متر بوده و از هر طرف به اندازه ۱۰۰ میلی‌متر اضافه طول در نظر گرفته شود.



۲۵ــ برای ساخت ۶ قطعه ۴ ساعت و ۳۰ دقیقه و ۵۴ ثانیه وقت صرف شده است. زمان ساخت برای یک قطعه را به‌دست آورید؟

۲۶ــ زمان مونتاژ ۴۲ قطعه ۷ ساعت، ۷ دقیقه و ۷ ثانیه می‌باشد. زمان مونتاژ یک قطعه برحسب ثانیه کدام است؟

۲۷ــ $۳۷\frac{۳^{\circ}}{۵}$ درجه چند درجه، دقیقه و ثانیه است؟

۲۸ــ ۱۲۱۸۳ ثانیه برحسب ساعت، دقیقه و ثانیه را به‌دست آورید؟

فصل سوم

کاربرد محاسبات سطوح در حل مسائل فنی

هدف

۱ــ واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم SI را توضیح دهد.

۲ــ اجزای و اضعاف واحد سطح را بنویسد.

۳ــ تبدیلات مربوط به اجزا و اضعاف واحد سطح را انجام دهد.

۴ــ سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار را محاسبه کند.

۵ــ سطوح هندسی قطعات قوس‌دار را محاسبه کند.

۶ــ مقدار دور ریز و درصد آن را به‌دست آورد.

مفاهیم کلی:

۱ــ مفهوم سطح

۲ــ مفهوم واحد اندازه‌گیری سطح

۳ــ مفهوم اجزا و اضعاف واحد مسطح

۴ــ مفهوم سطوح هندسی گوشه‌دار

۵ــ مفهوم سطوح هندسی قوس‌دار

۶ــ مفهوم دورریز و درصد آن

مفاهیم اساسی:

۱ــ واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم SI متر مربع است و آن برابر سطح مربعی است که طول و عرض آن یک متر باشد.

۲ــ اجزای مترمربع عبارتند از دسی متر مربع، سانتی‌متر مربع، میلی‌متر مربع.

۳ــ اضعاف مترمربع عبارتند از دکامتر مربع (آر)، هکتار، کیلومتر مربع.

۴ــ از واحد هکتار برای سنجش سطح زمین‌های بزرگ و از کیلومتر مربع برای سنجش سطح کشورها استفاده می‌شود.

۵ــ برای محاسبه سطوح مرکب، ابتدا سطح آن‌ها را به سطوح هندسی تفکیک می‌کنیم و پس از محاسبه سطح هر یک از آن‌ها با جمع جبری مقادیر سطوح هندسی، مساحت سطح مرکب

را به‌دست می‌آوریم.

۶ــ برای تعیین قیمت مواد اولیه یک قطعه تولیدی لازم است ماده اولیه به‌کار رفته در آن و دورریز ماده محاسبه شود.

۷ــ تفاوت ماده خام از ماده به‌کار رفته در قطعه تولیدی را دورریز گویند.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد:

الف) در سطح دانش:

۱ــ واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم SI را تعریف کند.

۲ــ اجزا و اضعاف متر مربع را نام ببرد.

۳ــ دور ریز را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب:

۱ــ چگونگی تبدیل اجزا و اضعاف متر مربع را توضیح دهد.

۲ــ روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار را توضیح دهد.

۳ــ چگونگی محاسبه مساحت سطوح مرکب را توضیح دهد.

۴ــ روابط سطوح قطعات قوس‌دار را توضیح دهد.

۵ــ روابط ریخت و ریز و درصد آن را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات:

۱ــ تبدیل اجزا و اضعاف متر مربع را در حل مسائل به‌کار برد.

۲ــ روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار را در حل مسائل به‌کار برد.

۳ــ نحوه محاسبه مساحت سطوح مرکب را در حل مسائل به‌کار برد.

۴ــ روابط سطوح قطعات قوس‌دار را در حل مسائل به‌کار برد.

۵ــ روابط ریخت و ریز و درصد آن را در حل مسائل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل:

۱ــ اجزا و اضعاف متر مربع را با یکدیگر مقایسه کند.

۲ــ روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار را با یکدیگر مقایسه کند.

۳ــ روابط سطوح قطعات قوس‌دار را با یکدیگر مقایسه کند.

۴ــ تفاوت مقدار ماده خام و ماده مفید در قطعات صنعتی را با یکدیگر مقایسه کند.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل ۴ جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حال مسائل، تمرینات و بررسی تکالیف در نظر گرفته شده است.

جلسه نهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش آزمون از مباحث جلسات قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ،امتحان کوتاه و ...)
ــ نظارت بر انجام تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات احتمالی آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسات قبل.
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: واحدهای اندازه‌گیری سطح

ابتدا قبل از ورود به بحث و آمادگی هنرجویان، سؤالات زیر مطرح شود.

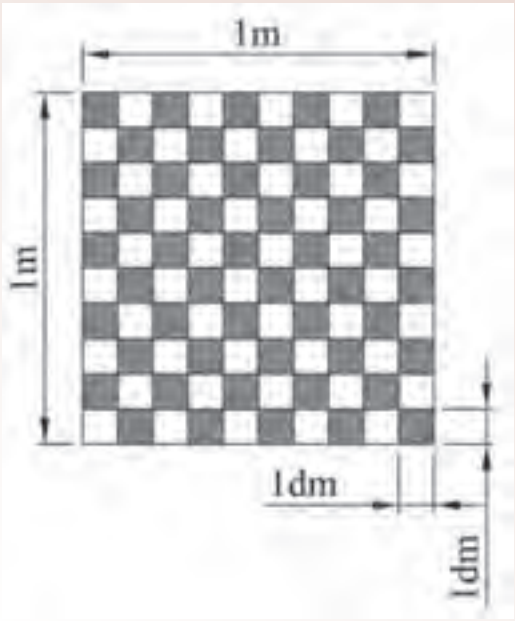
۱ــ منظور از سطح چیست؟
۲ــ فرق سطح با محیط چیست؟
۳ــ مساحت دارای چند بُعد می‌باشد؟
۴ــ برای محاسبه سطح به چه پارامترهائی نیاز است؟
۵ــ تفاوت واحد سطح با محیط در سیستم SI چیست؟
۶ــ برای سنجش مساحت کشورها از چه واحدی استفاده می‌شود؟
۷ــ برای سنجش مساحت زمین‌های کشاورزی بزرگ از چه واحدی استفاده می‌شود؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

سطح یعنی مساحت داخلی یک شکل هندسی و محیط یعنی اندازه طول پیرامون آن، سطح، دو بُعد و محیط، یک بعد دارد. از حاصلضرب دو بعد، مساحت به‌دست می‌آید. بنابراین، واحد سطح در سیستم SI برابر متر مربع و محیط برابر متر است.

واحد اندازه‌گیری سطح در (SI) :

واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم (SI) متر مربع می‌باشد و آن، سطح مربعی که طول هر ضلع آن یک متر است.



$$1m \times 1m = 1m^2$$

اجزا و اضعاف واحد سطح (m^2): اجزا واحد سطح، واحدهایی است که در متر مربع (m^2) کوچکتر باشد، مانند دسی متر مربع (dm^2)، سانتی متر مربع (cm^2) میلی متر مربع (mm^2)

اضعاف واحد سطح، واحدهایی است که از مترمربع (m^2) بزرگتر باشد مانند دکامتر مربع (آر)، هکتار متر مربع (هکتار ha)، کیلومتر مربع (km^2).

تذکر: ضریب تبدیل در واحدهای سطح از هر واحد به واحد مجاور دیگر ۱۰۰ می‌باشد.

$$km^2 \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} ha \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} da \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} m^2 \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} dm^2 \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} cm^2 \underset{\times 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} mm^2$$

لازم به ذکر است که از واحد هکتار برای اندازه‌گیری مساحت زمین‌های بزرگ استفاده می‌شود و برابر است با:

$1ha = 10000m^2$ (هکتار)

همچنین از واحد کیلومتر مربع برای اندازه‌گیری مساحت کشورها استفاده می‌شود و برابر است با:

$1km^2 = 1000000m^2$ (کیلومتر مربع)

واحد اندازه سطح در سیستم (F.P.S)

واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم F.P.S فوت مربع می‌باشد و برابر با سطح مربعی به طول ضلع یک فوت می‌باشد. که اجزای آن اینچ مربع ($(in)^2$) و اضعاف آن یارد مربع ($(yard)^2$) می‌باشد.

۱ اینچ مربع $1in^2 = 6/45cm^2$

۱ فوت مربع $1ft^2 = 144in^2 = 928/8\,cm^2$

۱ یارد مربع $1yard^2 = 9ft^2 = 1296in^2 = 8361\,cm^2$

$$yd^2 \underset{\div 9}{\overset{\times 9}{\rightleftarrows}} ft^2 \underset{\div 144}{\overset{\times 144}{\rightleftarrows}} in^2$$

مثال ۱ـ۹: $2/45\ m^2$ را به cm^2 تبدیل کنید.

$$1m^2 = 10000cm^2$$

$$2/45m^2 = 2/45 \times 10000cm^2 = 24500cm^2$$

مثال ۲ـ۹: $9\ mm^2$ چند dm^2 می‌باشد.

راه اوّل
$$\begin{cases} 1mm^2 = \frac{1}{10000}dm^2 \\ 9mm^2 = 9 \times \frac{1}{10000}dm^2 = 0/0009dm^2 \end{cases}$$

راه دوم $9 \div 10000 = 0/0009dm^2$

مثال ۳ـ۹: حاصل عبارت زیر را به‌دست آورید.

$$1100cm^2 + 40m^2 - 810dm^2 - 3120mm^2 = ?dm^2$$

$$(1100 \div 100) + (40 \times 100) - (810 \times 1) - (3120 \div 10000) = ?dm^2$$

$$11 + 4000 - 810 - 0/312 = 3200/688dm^2$$

مثال ۴ـ۹: $0/86\ dm^2$ را برحسب m^2 و cm^2 و mm^2 به‌دست آورید.

$$\begin{cases} 1dm^2 = \frac{1}{100}m^2 \\ 0/86dm^2 = 0/86 \times \frac{1}{100}m^2 = 0/0086m^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1dm^2 = 100cm^2 \\ 0/86dm^2 = 0/86 \times 100cm^2 = 86cm^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۱dm^۲ = ۱۰۰۰۰mm^۲ \\ ۰/۸۶dm^۲ = ۰/۸۶ \times ۱۰۰۰۰mm^۲ = ۸۶۰۰mm^۲ \end{cases}$$

پیشنهاد می‌شود که هنرآموز، چند نمونه مسئله دیگر به شکل‌های متفاوت مطرح کند که توسط هنرجو با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ــ یک سطح دارای دو بُعد (طول وعرض) می‌باشد که از حاصلضرب آن‌ها مساحت به‌دست می‌آید.

۲ــ واحد اندازه‌گیری سطح در سیستم SI متر مربع ($m^۲$) می‌باشد.

۳ــ اجزاء متر مربع عبارتند از $dm^۲$ و $cm^۲$ و $mm^۲$

۴ــ اضعاف مترمربع عبارتند از دکامترمربع ($da^۲$) (آر)، هکتومتر مربع ($ha^۲$) و کیلو متر مربع ($km^۲$)

تمرین

تمرین‌های ۲۹ و ۳۰ شماره ۱ و ۲ جهت تکلیف در منزل مشخص گردد و درجلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسهٔ دهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش آزمون از مباحث جلسات قبل (به صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و ...)
ــ نظارت بر انجام تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسات قبل
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار

قبل از شروع بحث بهتر است چند سوال برای روشن‌شدن ذهن هنرجو مطرح شود.

۱ــ منظور از قطعات هندسی گوشه‌دار چیست؟
۲ــ چند نمونه از قطعات هندسی گوشه‌دار را نام ببرید.
۳ــ آیا می‌توان مساحت تمامی اشکال هندسی گوشه‌دار را با یک رابطه محاسبه کرد؟
۴ــ کار محاسبه سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار، چه کاربردی در صنعت دارد؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که هر سطح هندسی که دارای گوشه یا کُنج باشد را سطح هندسی گوشه‌دار گویند. مانند مربع، مستطیل، لوزی، متوازی‌الاضلاع، مثلث، ذوزنقه و n ضلعی‌ها

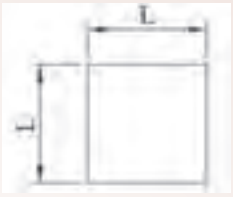
روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار

علائم اختصاری در روابط سطوح هندسی قطعات گوشه‌دار

A: مساحت
l: طول
b: عرض
l_m: طول متوسط

در چندضلعی‌های منتظم:
- n: تعداد اضلاع
- α: زاویهٔ مرکزی
- D: قطر دایرهٔ محیطی
- d: قطر دایرهٔ محاطی

۱ــ مربع یک‌ضلع ضربدر خودش = مساحت مربع



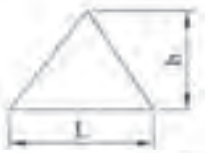
$$A = L \times L$$

$$A = L^{۲}$$

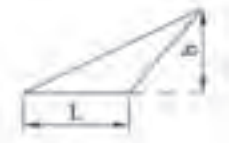
۲ــ مستطیل عرض × طول = مساحت مستطیل

$$A = L \times b$$

۳ــ مثلث

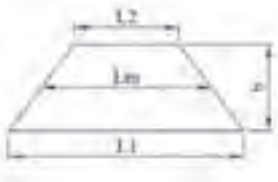


$$\text{مساحت مثلث} = = \frac{\text{قاعده} \times \text{ارتفاع}}{۲}$$



$$A = \frac{L \times b}{۲}$$

۴ــ ذوزنقه



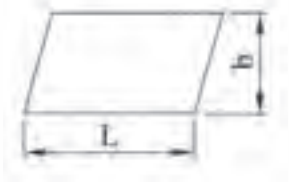
$$\text{ارتفاع} \times \frac{\text{قاعده بزرگ} + \text{قاعده کوچک}}{۲} = \text{مساحت ذوزنقه}$$

رابطهٔ ۱

$$A = \frac{L_{۱} + L_{۲}}{۲} \times b$$

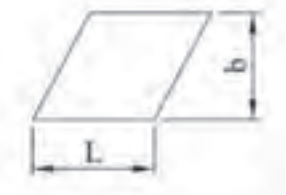
رابطهٔ ۲ $L_m = \frac{L_{۱} + L_{۲}}{۲} \Rightarrow A = L_m \times b$

۵ــ متوازی‌الاضلاع: ارتفاع × قاعده = مساحت متوازی‌الاضلاع

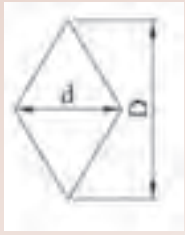


$$A = L_{۱} \times b$$

۶ــ لوزی: ارتفاع × قاعده = مساحت لوزی



$$A = L \times b$$



(قطربزرگ × قطرکوچک) $\frac{۱}{۲}$ = مساحت لوزی

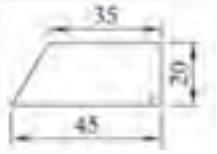
$$A = \frac{d \times D}{۲}$$

۷ــ چندضلعی منتظم:

(قطر دایره محاطی × طول ضلع × تعداد اضلاع) $\frac{۱}{۴}$ = مساحت

$$A = \frac{n \times L \times d}{۴}$$

مثال ۱ــ۱۰: مساحت شکل مقابل را به‌دست آورید؟



حل: ابتدا رابطه مساحت ذوزنقه را نوشته

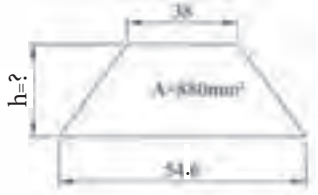
$$A = \frac{L_۱ + L_۲}{۲} \times b$$

سپس: مجموع دو ضلع را به‌دست می‌آوریم.

$$۴۵ + ۳۵ = ۸۰mm$$

$$A = \frac{۸۰}{۲} \times ۲۰ = ۸۰۰mm^۲$$

مثال ۲ــ۱۰: ارتفاع ذوزنقه در شکل روبه‌رو، چند میلی‌متر است؟ اگر مساحت آن $۸۸۰mm^۲$ باشد.



$$A = \frac{L_1 + L_2}{2} \times h$$

$$۸۸۰ = \frac{۳۸ + ۵۴/۶}{۲} \times h \Rightarrow h = ۱۹mm$$

مثال ۳ـ۱۰: مساحت شکل مقابل چند میلی متر مربع می‌باشد؟

حل: ابتدا ارتفاع مثلث را با استفاده از رابطه فیثاغورث به‌دست می‌آوریم:

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$۵۰^2 = ۳۰^2 + h^2$$

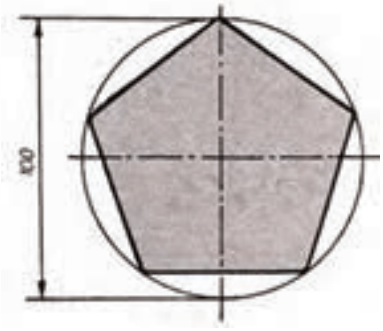
$$۲۵۰۰ - ۹۰۰ = h^2 \Rightarrow h^2 = ۱۶۰۰ \Rightarrow h = ۴۰mm$$

سپس با استفاده از رابطه مساحت مثلث، مساحت را به‌دست می‌آوریم.

$$A = \frac{l \times h}{2}$$

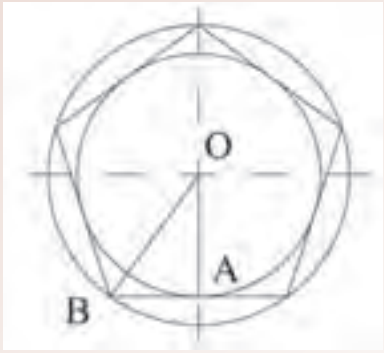
$$A = \frac{۶۰ \times ۴۰}{۲} = ۱۲۰۰mm^2$$

مثال ۴ـ۱۰: مساحت پنج‌ضلعی منتظم را در شکل مقابل به‌دست آورید؟ در صورتی که طول ضلع آن ۳۰ میلی‌متر باشد.



$$A = \frac{n \times l.d}{4}$$

ابتدا شعاع دایره محاطی را با ترسیم شکل از رابطه فیثاغورث بدست می‌آوریم.



در مثلث OAB خواهیم داشت:

$$(OA)^۲ = (OB)^۲ - (AB)^۲$$

$$(\frac{d}{۲})^۲ = (OB)^۲ - (\frac{l}{۲})^۲$$

$$(\frac{d}{۲})^۲ = ۵۰^۲ - (۱۵)^۲ = ۲۵۰۰ - ۲۲۵ = ۲۴۷۵$$

$$\frac{d}{۲} = \sqrt{۲۴۷۵}$$

$$\frac{d}{۲} = ۴۷/۶۹۵ \Rightarrow d = ۹۵/۳۹$$

$$A = \frac{۵ \times ۳۰ \times ۹۵/۳۹}{۴} = ۳۵۷۷/۱۲۵ \, mm^۲$$

مثال ۵ـ۱۰: طول ضلع شش‌ضلعی منتظم شکل زیر را به‌دست آورید؟در صورتی که $(\alpha = ۶۰^\circ)$ باشد هم‌چنین مساحت شکل را به‌دست آورید؟

حل: اگر دایره محیطی این شش‌ضلعی را رسم کنیم، قطر آن برابر ۴۸ سانتی‌متر می‌باشد. بنابراین شعاع آن برابر خواهد بود با $r = ۴۸ \div ۲ = ۲۴$ که شعاع آن برابر طول هر ضلع شش‌ضلعی منتظم می‌باشد. بنابراین، $l = ۲۴cm$.

برای محاسبه مساحت آن از رباطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$A = \frac{l \times h}{۲} \times ۶$$

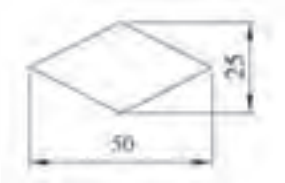
برای محاسبه ارتفاع مثلث از رابطه فیثاغورث استفاده می‌کنیم.

$$h^۲ = (۲۴)^۲ - ۱۲^۲ = ۵۷۶ - ۱۴۴ = ۴۳۲$$

$$h = \sqrt{۴۳۲} = ۲۰/۷۸ cm$$

$$A = \frac{۲۴ \times ۲۰/۷۸}{۲} \times ۶ = ۱۴۹۴/۷۲ cm^۲$$

مثال ۶ـ۱۰: مساحت شکل روبه‌رو را به‌دست آورید.



مساحت لوزی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$A = \frac{D \times d}{۲}$$

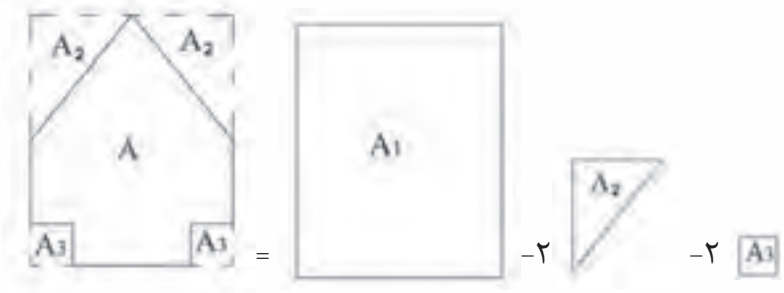
$$A = \frac{۵۰ \times ۲۵}{۲} = ۶۲۵ cm^۲$$

محاسبه مساحت سطوح مرکب قطعات گوشه‌دار:

برای محاسبه سطوح مرکب قطعات ابتدا سطح آن‌ها را به سطوح هندسی تفکیک کرده و پس از محاسبه سطح هریک از آن‌ها، با جمع جبری مقادیر سطوح هندسی، مساحت سطح مرکب را به دست می‌آوریم.

مطابق شکل روبه‌رو

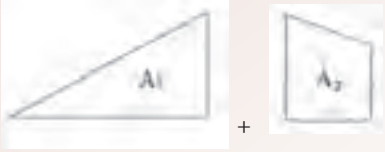
شکل



$$A = A_1 - (2A_2 + 2A_3)$$

مثال ۷ـ۱۰: مساحت ورق مطابق، شکل را به‌دست آورید؟

حل: ابتدا سطح مقابل را به دو سطح تفکیک می‌کنیم.



سپس سطح هریک را جداگانه به‌دست می‌آوریم.

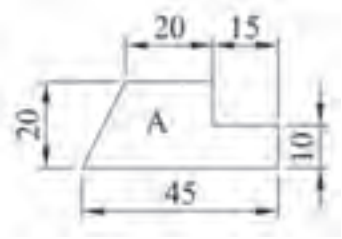
$$A_1 = \frac{l \times h}{2} = \frac{190 \times 100}{2} = 9500\,mm^2$$

$$A_2 = \frac{l_1 + l_2}{2} \times h$$

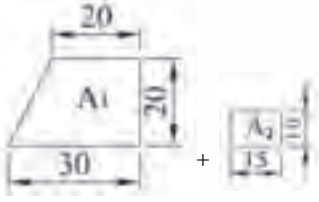
$$A_2 = \frac{100 + 70}{2} \times 80 = 6800\,mm^2$$

$$A = A_1 + A_2 = 9500 + 6800 = 16300\,mm^2$$

مثال ۸ـــ۱۰: در شکل مقابل، مساحت ورق را به‌دست آورید؟



حل: ابتدا سطح ورق شکل مقابل را به دو سطح تفکیک می‌کنیم.



$$A = A_1 + A_2$$

با نوشتن رابطه ذوزنقه مساحت آن را به دست می‌آوریم:

$$A_1 = \frac{l_1 + l_2}{2} \times h$$

$$A_1 = \frac{30 + 20}{2} \times 20 = 500\,mm^2$$

رابطه مستطیل نوشته و مساحت را به‌دست می‌آوریم.

$$A_2 = l \times b = 15 \times 10 = 150\,mm^2$$

برای محاسبه سطح کل ورق، بایستی A_1 با A_2 جمع شود:

$$A = A_1 + A_2 = 500 + 150 = 650\,mm^2$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند نمونه مسایل دیگر به شکل‌های متفاوت در کلاس مطرح کند و هنرجو با نظارت هنرآموز محترم حل کند.

نتیجه‌گیری

۱ــ مساحت مربع برابر است $A = l^2$

۲ــ مساحت مستطیل برابر است با $A = l \times b$

۳ــ مساحت لوزی برابر است $A = \frac{D \times d}{2}$

۴ــ مساحت متوازی‌الاضلاع $A = l_1 \times b$

۵ــ مساحت مثلث $A = \frac{l \times b}{2}$

۶ــ مساحت ذوزنقه $A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times h$

۷ــ مساحت n ضلعی منتظم $A = \frac{n \times l \times d}{4}$

۸ــ برای محاسبه سطوح مرکب بایستی آن‌ها را به چند سطح مختلف تفکیک کرد و با یکدیگر جمع جبری نمود.

تمرین

تمرین‌های صفحه ۳۰ و ۳۱ جهت تفکیک در منزل مشخص گردد و در جلسه آینده، مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسهٔ یازدهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان

ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسات قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه، .....)

ــ نظارت بر انجام تکلیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها

ــ یادآوری مطالب جلسات قبل

ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع درس: روابط سطوح قطعات قوس‌دار

قبل از شروع درس ابتدا جهت ایجاد تمرکز در هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح گردد.

منظور از قطعات قوس‌دار چیست؟

چند نمونه از قطعات قوس‌دار را نام ببرید؟

چند مورد از کاربرد سطوح قوس‌دار در صنعت را نام ببرید.

منظور از تاج دایره چیست؟

منظور از قطاع دایره چیست؟

سطح عرق‌چین به چه قسمتی از دایره اطلاق می‌شود؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، می‌توان این‌گونه بیان کرد:

به سطوحی که گوشه‌دار نباشند و سطح خمیده داشته باشند، سطوح قوس‌دار گویند. مانند دایره، بیضی، تاج دایره، قطاع دایره و سطح عرق‌چین.

روابط سطوح هندسی قطعات قوس‌دار:

لازم است قبل از نوشتن روابط سطوح قطعات قوس‌دار به علایم اختصاری آن اشاره شود.

d: قطر کوچک

D: قطر بزرگ

R: شعاع بزرگ r: شعاع کوچک

h: ارتفاع

α: زاویهٔ مرکزی

l: طول وتر

S: طول وتر

۱ـ دایره

مجذور شعاع × عدد پی = مساحت دایره

$A = \pi r^2$

یا

مساحت دایره = مجذور قطر × عدد پی

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

۲ـ بیضی

$$\text{مساحت بیضی} = \frac{\text{عدد پی} \times \text{قطر بزرگ} \times \text{قطر کوچک}}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times D \times d}{4}$$

رابطه ۱

شعاع کوچک × شعاع بزرگ × عدد پی = مساحت بیضی

$A = \pi \times R \times r$

۳ـ تاج دایره

مساحت دایره داخلی - مساحت دایره خارجی = مساحت تاج دایره

$$A = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$$

یا

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$$

۴ـ مساحت قطاع دایره

$$\text{مساحت} = \frac{\alpha}{360} \times \text{مساحت دایره}$$

$$A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360}$$

برحسب شعاع

یا

اگر برحسب قطر محاسبه نماییم خواهیم داشت:

$$\text{مساحت دایره} \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

$$A = \frac{\pi D^۲}{۴} \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

۵ـ سطح قطعه دایره (سطح عرق‌چین)

$$\text{مساحت} = \text{طول وتر} \times \text{ارتفاع قطعه دایره} \times \frac{۲}{۳}$$

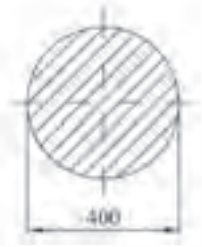
$$A = \frac{۲}{۳} \times s \times h$$

۶ـ سطح قطاع تاج دایره

$$\text{مساحت} = \text{سطح تاج دایره} \times \frac{\text{زاویهٔ مرکزی}}{۳۶۰}$$

$$A = \frac{\pi}{۴}(D^۲ - d^۲) \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

مثال ۱ـ۱۱: مساحت قسمت هاشور خورده، در شکل مقابل چند سانتی‌مترمربع است.



حل: ابتدا رابطه مساحت دایره را برحسب قطر بنویسیم.

$$D = ۴۰۰\text{mm} \div ۱۰ = ۴۰\text{cm}$$

$$A = \frac{\pi D^۲}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times ۴۰^۲}{۴} = ۱۲۵۶\text{cm}^۲$$

مثال ۲ـ۱۱: سطح مقطع شکل مقابل را بدست آورید؟

حل:

$$A = \frac{\pi}{۴}(D^۲ - d^۲)$$

$$A = \frac{۳/۱۴}{۴}(۱۱۰^۲ - ۸۰^۲)$$

$$A = \frac{۳/۱۴}{۴}(۱۲۱۰۰ - ۶۴۰۰)$$

$$A = \frac{۳/۱۴}{۴}(۵۷۰۰)$$

$$A = ۴۴۷۴/۵\,mm^۲$$

مثال ۳ـ۱۱: مساحت قطعه شکل مقابل را به دست آورید؟

حل:

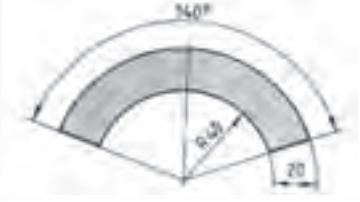
$$A = \frac{\pi D^۲}{۴} \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

$$A = \frac{۳/۱۴ \times (۷۲۰)^۲}{۴} \times \frac{۱۲۰}{۳۶۰}$$

$$A = ۴۰۶۹۴۴ \times \frac{۱}{۳}$$

$$A = ۱۳۵۶۴۸\,mm^۲$$

مثال ۴ـ۱۱: مساحت قطعه شکل روبرو چند سانتی‌مترمربع است؟



$$A = \frac{\pi}{۴}(D^۲ - d^۲) \times \frac{\alpha}{۳۶۰}$$

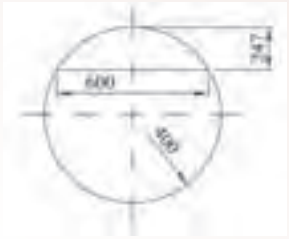
$$A = \frac{۳/۱۴}{۴}(۱۲۰^۲ - ۸۰^۲) \times \frac{۱۴۰}{۳۶۰}$$

$$A = \frac{۳/۱۴}{۴}(۱۴۴۰۰ - ۶۴۰۰) \times \frac{۱۴۰}{۳۶۰}$$

$$A = \frac{۳/۱۴}{۴} \times ۸۰۰۰ \times \frac{۱۴۰}{۳۶۰} = ۲۴۴۲/۲۲mm^۲$$

$$A = \frac{۲۴۴۲/۲۲}{۱۰۰} = ۲۴/۴۲۲۲ cm^۲$$

مثال ۵ـ۱۱: سطح مقطع شکل روبرو را بدست آورید؟



$$A \simeq \frac{۲}{۳} s \times h$$

$$= \frac{۲}{۳} \times ۶۰۰ \times ۲۴۷$$

$$A = ۹۸۸۰۰ mm^۲$$

برای محاسبه مساحت سطوح مرکب، بهتر است به‌ترتیب زیر عمل کنیم:

الف) سطح مرکب را به سطوح هندسی متفاوت تقسیم کنیم.

ب) مساحت هرکدام از سطوح هندسی را بدست آوریم.

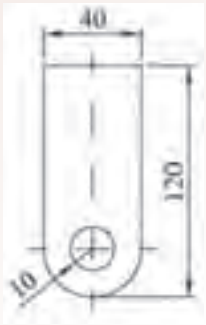
ج) از جمع جبری مقاطع سطوح هندسی، مساحت سطح مرکب را به‌دست آوریم. مطابق شکل

$A_1 = A_5$

$A_2 = A_4$

$A = 2 \times A_1 + A_3 - 2 \times A_2$

مثال ۶ـ۱۱: مساحت قطعه شکل مقابل را به‌دست آورید.



حل:

$A = A_1 + A_2 - A_3$

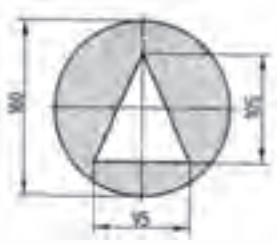
$A = (a \times b) + \frac{1}{2}(\frac{\pi D_2^2}{4}) - \frac{\pi D}{4}$

$A = (40 \times 100) + \frac{1}{2}(\frac{3/14(40)^2}{4}) - \frac{3/14(20)^2}{4}$

$A = 4000 + 628 - 314$

$A = 4314 mm^2$

مثال ۷ـ۱۱: مساحت قسمت هاشور خورده، در شکل مقابل بدست آورید.



$$A = A_1 + A_2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{a \times h}{2}$$

$$A = \frac{3/14(160)^2}{4} - \frac{95 \times 105}{2}$$

$$A = 15108/5 mm^2$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چندین تمرین متفاوت در کلاس مطرح و توسط هنرجو با نظارت هنرآموز محترم حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ــ مساحت دایره،

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

۲ــ مساحت بیضی

$$A = \frac{\pi D \times d}{4}$$

۳ــ مساحت تاج دایره

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$$

۴ــ مساحت قطاع دایره

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{\alpha}{360}$$

۵ــ مساحت عرق‌چین (قطعه‌ای از دایره)،

$$A \simeq \frac{2}{3} s.b$$

۶ــ مساحت سطوح مرکب: بایستی به سطوح متفاوت تجزیه گردد و سپس جمع جبری نمود.

تمرین

تمرینات صفحه ۳۳ و ۳۴ از تمرین ۱ الی ۷ توسط هنرجو تکلیف در خانه مشخص گردد و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسهٔ دوازدهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسات قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و ...)
ــ نظارت بر انجام تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسات قبل
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: ریخت و ریز و درصد آن

قبل از ورود به بحث، بهتر است برای آمادگی و ایجاد تمرکز هنرجویان سوالاتی مطرح گردد.

۱ــ آیا خیاط برای تهیهٔ یک لباس از تمامی پارچه استفاده می‌کند؟
۲ــ آیا یک ورق کار فلزی برای تهیهٔ قطعهٔ مناسب از تمامی ورق استفاده می‌کند؟
۳ــ برای تهیهٔ درب یک اتومبیل، چه عملیاتی بر روی یک ورق انجام می‌شود؟
۴ــ دورریز یعنی چه؟
۵ــ دورریز در قیمت تمام شده قطعه چه تأثیری دارد؟
۶ــ آیا دورریز می‌تواند فقط سطحی باشد؟
۷ــ ریخت و ریز در ریخته‌گری شامل چه قسمت‌هایی از قطعه ریخته شده می‌باشد؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، می‌توان این گونه بیان نمود که:

تعریف دورریز: تفاوت مقدار ماده خام از مقدارماده به‌کار رفته در قطعه تولیدی را دورریز می‌نامیم. به عبارت دیگر، ماده خامی که دیگر برای تهیه قطعه مورد نظر قابل استفاده نمی‌باشد، دورریز می‌گویند. به‌عنوان مثال اگر بخواهیم از یک صفحه فلزی به ابعاد $۱۰۰cm \times ۱۰۰cm$ تعدادی دایره به قطر $۲۰cm$ درآوریم، تمامی صفحه فلزی مورد استفاده، قرار نمی‌گیرد بلکه مقداری ضایعات مشاهده می‌شود که درواقع این ضایعات را دور ریز گویند. معمولاً برای تعیین قیمت مواد اولیه یک قطعه تولیدی، لازم است ماده اولیه به‌کاررفته در آن و هم‌چنین دورریز ماده را محاسبه کرد.

انواع دورریزها

۱ــ دورریز طولی؛ مانند مفتول سیمی، میل گرد، لوله آب، نبشی و غیره

۲ــ دوریز سطحی مانند سطح ورق، پارچه، شیشه و غیره.

۳ــ دوریز حجمی مانند، براده قطعات تراش‌کاری شده ریخت و ریز قطعات ریختگی

برای محاسبه دورریز، می‌توان از رابطه تفاضل مقدار ماده، خام از مقدار ماده بکار رفته در قطعه تولیدی استفاده کرد.

مقدار قطعه تولیدی - مقدار ماده خام = دورریز

$$M_V = M_R - M_F$$

علایم اختصاری :

M_R: مقدار ماده خام

M_V: دوریز

M_F: مقدار قطعه تولیدی

معمولاً در بیشتر مواقع دورریز برحسب درصد بیان می‌شود که از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\%M_V = \frac{M_V \times 100}{M_F}$$

که این رابطه از تناسب زیر به‌دست می‌آید.

مقدار دورریز	مقدار ماده استفاده شده در قطعه
M_V	M_F
$\%M_V$	۱۰۰

مقدار دورریز مقدار قطعه تولیدی

$$\%M_V = \frac{M_V \times 100}{M_F}$$

این رابطه در دورریز سطحی، حجمی وطولی نیز صدق می‌کند.

مثال ۱ــ۱۲: از یک میله‌ای مسی به طول ۱۵۰cm دو قطعه به ابعاد ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متری بریده خواهد شد. درصد دورریز را به‌دست آورید:

ابتدا: مقدار ماده قطعه تولیدی را بدست می‌آوریم

$$M_F = ۶۰ + ۷۰ = ۱۳۰$$

سپس طول ماده خام را از مقدار ماده قطعه تولیدی کسر می‌کنیم

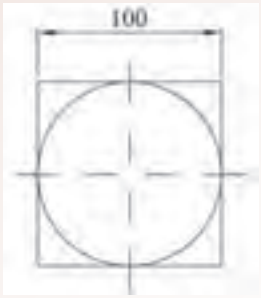
$$M_V = ۱۵۰ - ۱۳۰ = ۲۰$$

و سرانجام در رابطه درصد جایگزین می‌کنیم

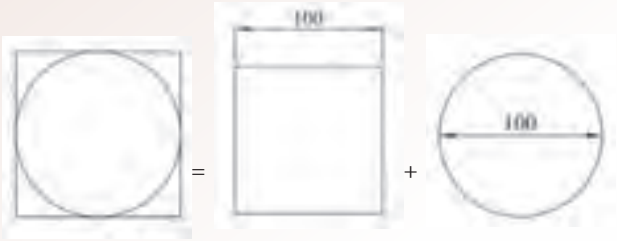
$$\%M_V = \frac{۲۰ \times ۱۰۰}{۱۳۰}$$

$$\%M_V = ۱۵/۳۸\% \quad \text{درصد دورریز}$$

مثال ۲ـ۱۲: درصد دورریز در قطعه زیر را به‌دست آورید.



حل:



$$M_V = M_R - M_F$$

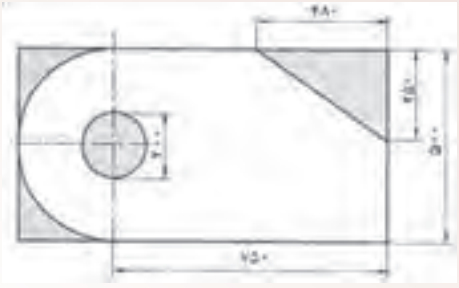
$$M_R = ۱۰۰ \times ۱۰۰ = ۱۰۰۰۰ = ۱۰^۴ mm^۲$$

$$M_F = \frac{\pi D^۲}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times (۱۰۰)^۲}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times ۱۰۰۰۰}{۴} = ۷۸۵۰ mm^۲$$

$$M_V = ۱۰۰۰۰ - ۷۸۵۰ = ۲۱۵۰ mm^۲$$

$$\%M_V = \frac{۲۱۵۰ \times ۱۰۰}{۷۸۵۰} = ۲۷/۳۸۹\%$$

مثال ۳ـ۱۲: از ورق فولادی به ابعاد $۱۰۰۰ \times ۵۰۰ mm$ قطعه ای مطابق شکل ساخته خواهد شد. ریخت و ریز سطحی، و درصد ریخت و ریز را محاسبه کنید.



$= ۷۵۰ \times ۵۰۰ = ۱۲۵۰۰۰$

$= \frac{۲۰۰^۲ \times ۳/۱۴}{۴} = ۳۱۴۰۰ mm^۲$

$= \frac{۴۸۰ \times ۲۵۰}{۲} = ۵۰۰۰ mm^۲$

(مساحت دایره) $\frac{۱}{۲}$ ـ مساحت مستطیل =

$= ۵۰۰ \times ۲۵۰ - \frac{۱}{۲}(\frac{۳/۱۴ \times ۵۰۰^۲}{۴})$

$= ۱۲۵۰۰۰ - ۹۸۱۲۵ = ۲۶۸۷۵ mm^۲$

$M_V = ۳۱۴۰۰ + ۵۰۰۰ + ۲۶۸۷۵ = ۶۳۲۷۵ mm^۲$

$M_F = ۵۰۰ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰۰۰۰ mm^۲$

$\%M_V = \frac{M_V \times ۱۰۰}{M_F}$

$\%M_V = \frac{۶۳۲۷۵ \times ۱۰۰}{۵۰۰۰۰۰} = ۱۲/۶۶$

مثال ۴ـ۱۲: سطح ورق اولیه قطعه مطابق شکل درصورتی که دورریز ۲۴ درصد سطح ورقه اولیه باشد چند سانتی‌متر مکعب است؟

$$A_1 = \frac{L_1 + L_2}{2} \times b \Rightarrow A_1 = \frac{250 + 100}{2} \times 360 = 63000 mm^2$$

$$A_2 = L \times b \Rightarrow A_2 = 250 \times 300 = 75000 mm^2$$

$$M_F = A = A_1 + A_2 = 63000 + 75000 = 138000 mm^2$$

$$\Rightarrow M_V = M_R - M \Rightarrow 0/24 M_R = M_R - 138000 \Rightarrow M_R = \frac{138000}{0/76} = 181579 mm^2$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند نمونه مسایل دیگر به شکل‌های مختلف مطرح کند که هنرجویان در همین جلسه با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

تعریف دورریز: تفاوت مقدار ماده خام از مقدار ماده به‌کار رفته در قطعه تولیدی را دورریز می‌نامیم.

رابطه دورریز:

$$M_V = M_R - M_F$$

درصد دورریز:

$$\%M_V = \frac{M_V \times 100}{M_F}$$

انواع دورریز:

سطح ــ حجمی ــ طولی

تمرین

تمرین‌های صفحه ۳۶ و ۳۷ از شماره ۳۶ تا ۳۷ از کتاب محاسبات فنی عمومی جهت کار در منزل مشخص گردد و در جلسهٔ آینده مورد بررسی قرار گیرد.

فصل چهارم

کاربرد محاسبات احجام هندسی در حل مسایل فنی

هدف:

۱ــ اندازه‌گیری حجم و تبدیل‌های مربوط به اجزا و اضعاف آن

۲ــ محاسبهٔ سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی

۳ــ محاسبهٔ سطح جانبی و سطح کل احجام مرکب

۴ــ محاسبهٔ حجم احجام هندسی

۵ــ محاسبهٔ حجم احجام مرکب

مفاهیم کلی:

۱ــ مفهوم حجم

۲ــ مفهوم سطح جانبی احجام هندسی

۳ــمفهوم سطح کل احجام هندسی

۴ــ مفهوم حجم احجام هندسی

مفاهیم اساسی

۱ــ واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب است و عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن یک متر باشد.

۲ــ اجزای مترمکعب عبارتند از دسی‌مترمکعب (لیتر)، سانتی مترمکعب (میلی‌لیتر یا سی سی cc)، میلی‌مترمکعب.

۳ــ برای سنجش حجم مایعات از واحدی به نام لیتراستفاده می‌شود.

۴ــ سطح جانبی احجام منشوری برابر است با محیط قاعده ضرب در ارتفاع آن.

۵ــ سطح کل احجام منشوری برابر است با سطح قاعدهٔ پایین + سطح قاعدهٔ بالا + سطح جانبی

۶ــ سطح جانبی هرم و مخروط برابر است با محیط قاعده × نصف ارتفاع وجه

۷ــ سطح کل هرم برابر است با سطح قاعده + سطح جانبی

۸ــ سطح جانبی هرم و مخروط ناقص برابر است با محیط قاعدهٔ متوسط (میانگین) × ارتفاع

وجه

۹ــ سطح کل هرم و مخروط ناقص برابر است با سطح قاعدهٔ پایین + سطح جانبی + سطح قاعدهٔ بالایی

۱۰ــ سطح کل استوانه برابراست با مجموع سطح دو قاعده + سطح جانبی

۱۱ــ سطح جانبی استوانه برابر است با محیط قاعده × ارتفاع

۱۲ــ سطح کل کره برابر است با مجموع سطح چهار دایره محیطی

۱۳ــ حجم احجام مرکب از تجزیه حجم مرکب به احجام هندسی و جمع جبری آن‌ها به‌دست می‌آید.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد:

الف) در سطح دانش

۱ــ واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI را تعریف کند.

۲ــ اجزای مترمکعب را نام ببرد.

۳ــ اجزا و اضعاف لیتر را نام ببرد.

۴ــ احجام هندسی را نام ببرد.

۵ــ سطح جانبی احجام هندسی را تعریف کند.

۶ــ سطح کل احجام هندسی را تعریف کند.

۷ــحجم احجام هندسی را تعریف کند.

۸ــ حجم احجام هندسی مرکب را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم

۱ــ چگونگی تبدیل اجزای مترمکعب را توضیح دهد.

۲ــ چگونگی تبدیل اجزا و اضعاف لیتر را توضیح دهد.

۳ــ روابط سطوح جانبی احجام هندسی را توضیح دهد.

۴ــ روابط سطوح کل احجام هندسی را توضیح دهد.

۵ــ روابط سطوح جانبی احجام مرکب را توضیح دهد.

۶ــ روابط سطوح کل احجام مرکب را توضیح دهد.

۷ــ روابط حجم احجام هندسی را توضیح دهد.

۸ــ روابط حجم احجام هندسی مرکب را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات:

۱ــ تبدیل اجزای مترمکعب را در حل مسایل به‌کار برد.

۲ــ تبدیل اجزا و اضعاف لیتر را در حل مسایل به‌کار برد.

۳ــ روابط سطوح جانبی احجام هندسی را در حل مسایل به‌کار برد.

۴ــ روابط سطوح کل احجام هندسی را در حل مسایل به کار برد.

۵ــ روابط حجم احجام هندسی را در حل مسایل به‌کار برد.

۶ــ روابط حجم احجام هندسی مرکب را در حل مسایل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ اجزای مترمکعب را با یکدیگر مقایسه کند.

۲ــ اجزا و اضعاف لیتر را با یکدیگر مقایسه کند.

۳ــ روابط سطوح جانبی احجام هندسی را با یکدیگر مقایسه کند.

۴ــ روابط سطوح کل احجام هندسی را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ روابط سطوح جانبی احجام هندسی مرکب را با یکدیگر مقایسه کند.

۶ــ روابط سطوح کل احجام هندسی مرکب را با یکدیگر مقایسه کند.

۷ــ روابط حجم احجام هندسی را با یکدیگر مقایسه نماید.

۸ــ رابطهٔ محاسبه حجم بوته ریخته‌گری را با حجم مخروط ناقص مقایسه کند.

۹ــ رابطهٔ محاسبه حجم مخروط کامل را با حجم مخروط ناقص مقایسه کند.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل ۴ جلسهٔ ۱۰۰ دقیقه برای تدریس مطالب و حل مسائل و تمرینات و بررسی تکالیف درنظر گرفته شده است.

جلسهٔ سیزدهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه، .....)
ــ نظارت بر انجام تکالیف و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ــ شروع بحث با عنوان موضوع این جلسه

موضوع: واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI

قبل از ورود به بحث برای ایجاد تمرکز هنرجویان بهتر است سوالاتی به شرح زیر مطرح گردد.

۱ــ منظور از حجم چیست؟
۲ــ فرق حجم با سطح چیست؟
۳ــ آیا حجم تمام اجسام را با یک واحد می‌سنجند؟
۴ــ آیا واحد حجم مایعات و جامدات یکی است؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد:

حجم

فضایی را که یک جسم اشغال می‌کند حجم گویند. و برای اندازه آن از سه بعد طول و عرض و ارتفاع استفاده می‌شود درصورتی که برای اندازه‌گیری سطح از دو بعد طول و عرض استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری حجم اجسام به دو روش عمل می‌شود:

۱ــ حجم اجسامی که دارای شکل هندسی مشخص هستند از روابط هندسی محاسبه می‌شود، مانند:

حجم مکعب مستطیل

ارتفاع × عرض × طول = V
$V = a \times b \times c$

حجم مکعب مربع

ارتفاع × عرض × طول = V
$V = a \times a \times a = a^3$

حجم استوانه

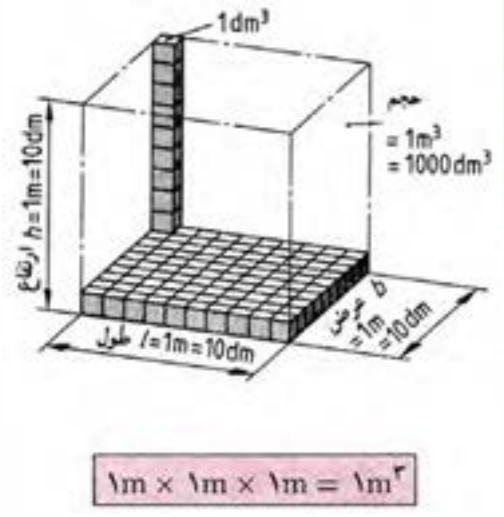
$$\text{حجم} = \text{مساحت قاعده} \times \text{ارتفاع}$$

$$V = A \times h$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times h$$

۲ـ حجم اجسامی که دارای شکل هندسی مشخص نیستند را از طریق شناورکردن جسم در استوانه مدرج و اندازه‌گیری افزایش حجم مایع، مشخص می‌کنند.

واحد اندازه‌گیری حجم: واحد اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب است. یک مترمکعب عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد.

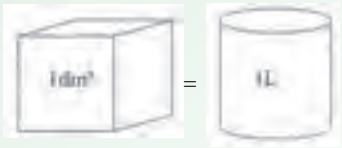


اجزا واحد حجم: برای اندازه‌گیری احجام هندسی از اجزای واحد حجم مانند دسی‌مترمکعب، سانتی‌مترمکعب و میلی‌متر مکعب استفاده می‌شود که روش تبدیل آن به قرار زیر است:

$$1m^3 \underset{\div 1000}{\overset{\times 1000}{\rightleftarrows}} dm^3 \underset{\div 1000}{\overset{\times 1000}{\rightleftarrows}} cm^3 \underset{\div 1000}{\overset{\times 1000}{\rightleftarrows}} mm^3$$

واحد اندازه‌گیری حجم مایعات:

برای سنجش حجم مایعات از واحدی به نام لیتر (L) استفاده می‌شود. هر لیتر برابر است با حجمی معادل یک دسی‌مترمکعب.



اجزا و اضعاف لیتر: اضعاف لیتر کیلولیتر (m^3) و اجزای لیتر میلی‌لیتر (cm^3) یا (cc) و میکرولیتر (mm^3) می‌باشد و روش تبدیل آن به قرار زیر است:

$$1kl \underset{\div 10}{\overset{\times 10}{\rightleftarrows}} hl \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} L \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} cl \underset{\div 10}{\overset{\times 10}{\rightleftarrows}} ml \underset{\div 1000}{\overset{\times 1000}{\rightleftarrows}} \mu l$$

$$1kl \updownarrow 1m^3 \qquad L \updownarrow 1dm^3 \qquad ml \updownarrow 1cm^3 \qquad \mu l \updownarrow 1mm^3$$

مثال ۱ـ۱۳: ۵ مترمکعب چند سانتی‌مترمکعب است؟

$$1m^3 = 1000000cm^3$$

$$5m^3 = 5 \times (1m^3) = 5 \times 1000000cm^3 = 5000000cm^3$$

مثال ۲ـ۱۳: ۵۰۰ دسی‌مترمکعب چند مترمکعب است؟

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

$$500\,dm^3 = 500(1dm^3) = 500 \times \frac{1}{1000} m^3 = 0/5m^3$$

مثال ۳ـ۱۳: حجم یک مایع $0/2m^3$ است. حجم آن برحسب لیتر، سانتی‌مکعب و میلی‌لیتر چقدر است؟

$$\begin{cases} 1m^3 = 1000dm^3 = 1000lit \\ 0/2m^3 = 0/2(1m^3) = 0/2 \times 1000lit = 200lit \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1m^3 = 1000000dm^3 = 1000000mlit \\ 0/2m^3 = 0/2(1m^3) = 0/2(1000000cm^3) = 0/2(1000000mlit) = 200000cm^3 = 200000mlit \end{cases}$$

مثال ۴ـ۱۳: ۵ میکرولیتر چند لیتر و چند مترمکعب است؟

$$\begin{cases} 1\mu lit = \frac{1}{1000000} lit(dm^3) \\ 5\mu lit = 5(1\mu lit) = 5(\frac{1}{1000000}) = \frac{5}{1000000} = 5 \times 10^{-6} lit(dm^3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1\mu lit = \dfrac{1}{1000\,000\,000}(m^3) \\ 5\mu lit = 5(1\mu lit) = 5\times\dfrac{1}{1000\,000\,000}(m^3) = \dfrac{5}{1000\,000\,000}m^3 = 5\times10^{-9}m^3 \end{cases}$$

پیشنهاد می‌شود که هنرآموز چند تمرین دیگر نیز مطرح کند و هنرجویان آن را با نظارت هنرآموز محترم در کلاس مورد بحث و بررسی قرار دهند.

نتیجه‌گیری

۱ــ فضایی را که یک جسم اشغال می‌کند حجم گویند.

۲ــ حجم اجسام هندسی از روابط هندسی محاسبه می‌شود.

۳ــ حجم اجسام غیرهندسی از روش غوطه‌ورسازی در سیال در استوانهٔ مدرج محاسبه می‌شود.

۴ــ واحد حجم در سیستم SI مترمکعب است.

۵ــ حجم مایعات را با واحد لیتر می‌سنجند.

تمرین

۱ــ تمرین ۱ صفحهٔ ۴۲ به‌عنوان تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

۲ــ تمرین‌های زیر به عنوان کار در منزل برای هنرجو مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

۳ــ واحد اندازه‌های داده شده را برحسب واحد خواسته شده به‌دست آورید.

الف) متر مکعب

۱۱۵ سانتی‌مترمکعب، ۶۲ میلی‌مترمکعب، ۱۳/۵ دسی‌مترمکعب، ۱۲۵۴۵۰ میلی‌مترمکعب

ب) دسی‌مترمکعب

۳ میلی‌مترمکعب، ۱۶۷۱۵ سانتی‌مترمکعب، ۱/۴ مترمکعب

ج) سانتی‌مترمکعب

۱۰ مترمکعب، ۲۹/۵ دسی مترمکعب، ۴۱/۰۰۰۲۵۰ مترمکعب، ۵ میلی‌مترمکعب

د) میلی‌مترمکعب

۲ سانتی‌مترمکعب، ۱۵ دسی‌مترمکعب، ۲۸/۳۵۰ سانتی‌مترمکعب، ۲۹۷/۲۴۹ مترمکعب

۴ــ حاصل عبارات زیر را برحسب دسی‌مترمکعب به‌دست آورید.

الف) $۱۳/۶m^۳ - ۲۴۶cm^۳ + ۱۲/۳dm^۳ - ۲/۲۷m^۳$

ب) $۸۳۱cm^۳ + ۲/۷dm^۳ - ۱/۲۳m^۳ + ۲۴۳۷dm^۳$

ج) $۲۴۶mm^۳ - ۱/۲۱cm^۳ + ۳/۹۶۴dm^۳ - ۲۴۳cm^۳$

د) $۴۲۰/۵dm^۳ + ۰/۲۵m^۳ - ۱۲۰۰۰mm^۳ - ۱۶۵۳۲cm^۳$

۵ــ حاصل عبارات زیر را برحسب سانتی‌مترمکعب به‌دست آورید.

الف) $\frac{۳۱۲dm^۳}{۳۳} - ۰/۱۰۱m^۳$

ب) $۲/۳۷۴dm^۳ \times ۷ + ۳۷۰cm^۲$

ج) $۵۲۳۴mm^۳ \times ۵ - \frac{۲/۳۷cm^۳}{۵}$

د) $\frac{۱۲m^۳}{۴} + \frac{۴۵۶۹dm^۳}{۳}$

۶ــ تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

الف) به لیتر و دسی‌لیتر

۱۴/۲ مترمکعب، $۵۵۶۳۳۴mm^۳$، $۶۶۳۲cm^۳$، $۱۲۳/۲۴dm^۳$؟

ب) به سانتی‌لیتر و میلی‌لیتر

۵۳۴ میلی‌مترمکعب، ۴/۳۶۷ سانتی‌مترمکعب، ۷۲۹/۴ دسی‌مترمکعب،

۷ــ حاصل تمرینات الف و ب را به لیتر و ج و د را به میلی‌لیتر تبدیل کنید.

الف) $۷۴۳dm^۳ - ۶۲/۴cm^۳ + ۱/۲۳m^۳ - ۲۳/۶dm^۳$

ب) $۲/۸۱m^۳ + ۴۳۹/۶dm^۳ - ۷۳۲۴۶cm^۳ + ۹۳/۷dm^۳$

ج) $۲۳/۲۴cm^۳ + ۱۴۷۳mm^۳ - ۱/۳۷dm^۳ + ۲/۰۱۲dm^۳$

د) $۸۹۷۵/۴mm^۳ + ۹۲/۹cm^۳ - ۰/۷۷۳dm^۳ + ۸۱/۴mm^۳$

جلسه چهاردهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه ...)
ــ نظارت بر انجام تکالیف و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: محاسبهٔ سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی

قبل از ورود به بحث و برای ایجاد تمرکز هنرجویان بهتر است سؤال‌هایی به شرح زیر مطرح شود.

۱ــ برای ساخت یک مکعب به ضلع ۱۰cm چه مقدار مقوا نیاز است؟

۲ــ برای ساخت یک قوطی استوانه‌ای شکل به قطر ۱۰cm و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر چه مقدار ورق لازم است؟

۳ــ فرق سطح جانبی با سطح کل چیست؟

۴ــ مقدار ورق مصرف شده برای ساخت یک منبع آب را چگونه محاسبه می‌کنند؟

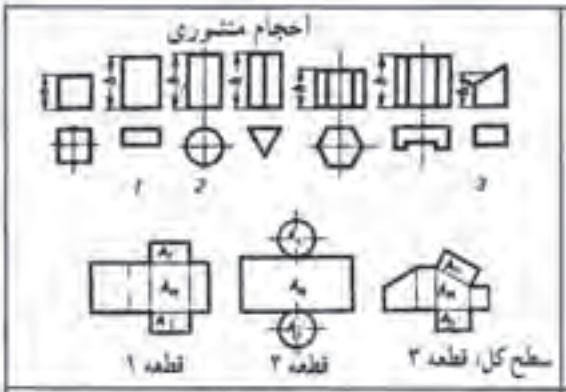
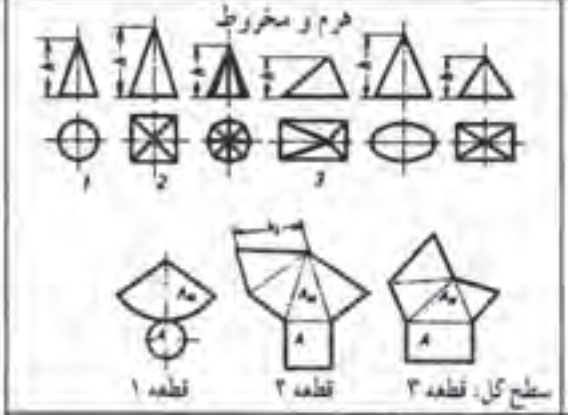
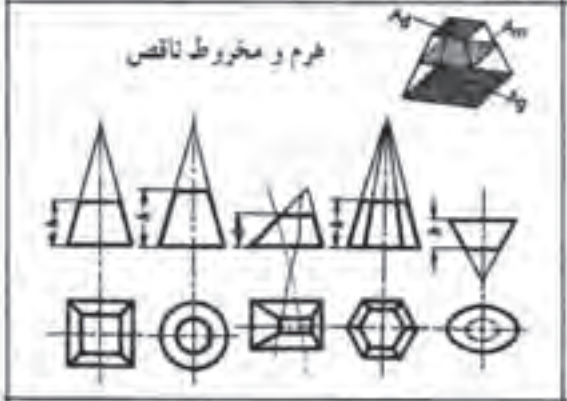
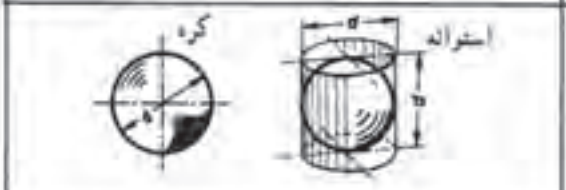
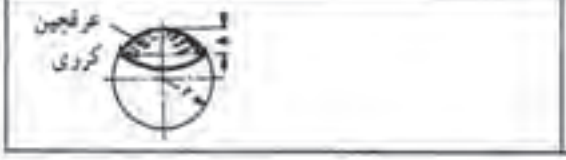
پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این گونه بیان کرد:

سطح جانبی: منظور از سطح جانبی، سطح دور یا پیرامون احجام هندسی است. با توجه به احجام مورد نظر، روش‌های مختلف برای محاسبهٔ سطح جانبی وجود دارد.

سطح کل: منظور از سطح کل، مجموع سطوح احجام هندسی است که با توجه به احجام مورد نظر به روش‌های مختلف محاسبه می‌شود.

جدول ۱ـ۴ نحوهٔ محاسبه سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی را مشخص کرده است.

جدول ۱ـ۱۴ـ سطح جانبی و سطح کل احجام هندسی

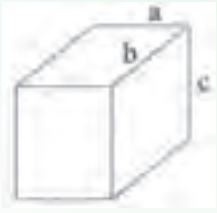
	ارتفاع × محیط قاعده = سطح جانبی $A_M = U_b \times h$ + سطح قاعدهٔ پایین = سطح کل سطح قاعده بالا + سطح جانبی $A_t = A_1 + A_M + A_1$
	نصف ارتفاع وجه × محیط قاعده = سطح جانبی $A_M = U_b \times \frac{h_b}{2}$ سطح جانبی + سطح قاعده = سطح کل $A_t = A_1 + A_M$
	= محیط قاعده متوسط × سطح جانبی ارتفاع وجه $A_M = \frac{U_1 + U_2}{2} \times h_b$ + سطح قاعده = سطح کل سطح مقطع + سطح جانبی $A_t = A_1 + A_M + A_2$
	سطح جانبی استوانه محیطی = سطح کل $A_t = \pi \times d \times d = \pi d^2 = 2\pi r^2$ ارتفاع × محیط قاعده = سطح جانبی $A_M = 2\pi r \times h$
	سطح عرقچین $= A = \frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})$ D قطر کره و d قطر عرقچین

در این جدول علایم اختصاری به‌کار رفته عبارتند از:

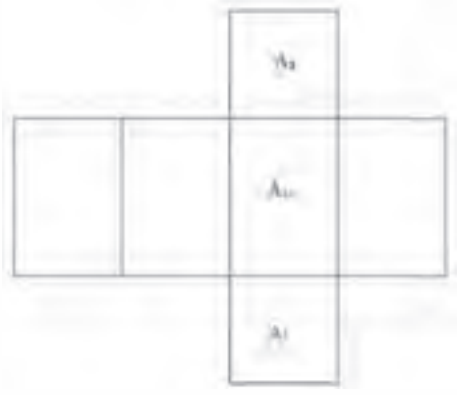
h: ارتفاع	A_1: سطح قاعده پایینی	A_0: سطح کل
h_s: ارتفاع وجه	A_2: سطح قاعده بالایی	U_g: محیط قاعده
A: سطح قاعده	A_M: سطح جانبی	

مثال ۱ـ۱۴: سطح جانبی و سطح کل مکعبی به ضلع ۵cm را محاسبه کنید.

مرحلهٔ اول: رسم شکل مکعب $a = b = c = ۵$



مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ سطح جانبی: برای این منظور ابتدا شکل گستردهٔ مکعب را رسم می‌کنیم.



محیط قاعده $U_g = ۴ \times a = ۴ \times ۵ = ۲۰cm$

ارتفاع × محیط قاعده = سطح جانبی

$A_M = U_g \times h$

$A_M = ۲۰ \times ۵ = ۱۰۰cm^۲$

مرحلهٔ سوم: محاسبهٔ سطح کل: برای محاسبهٔ سطح کل مکعب باید سطح جانبی را با سطح قاعدهٔ پایین و سطح قاعدهٔ بالا جمع کرد.

سطح قاعدهٔ بالایی + سطح قاعدهٔ پایینی + سطح جانبی = سطح کل

سطح قاعده پایین $A_1 = a \times a = ۵ \times ۵ = ۲۵$

سطح قاعدهٔ بالا $A_2 = a \times a = ۵ \times ۵ = ۲۵$

$A_0 = A_M + A_1 + A_2$

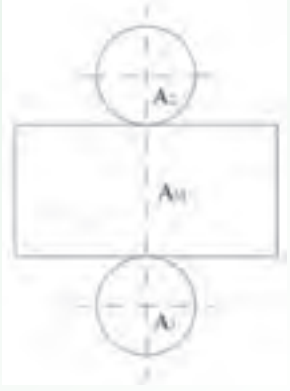
$A_o = ۱۰۰ + ۲۵ + ۲۵$

$A_o = ۱۵۰ cm^۲$

مثال ۲ـ۱۴: سطح جانبی و سطح کل استوانه‌ای به قطر ۱۰cm و ارتفاع ۲۰cm را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: رسم شکل استوانه

مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ سطح جانبی: برای این منظور ابتدا شکل گستردهٔ استوانه را رسم می‌کنیم.



محیط قاعده $U = \pi D$

$U_g = ۳/۱۴ \times ۱۰ = ۳۱/۴ cm$

سطح جانبی = محیط قاعده × ارتفاع

$A_M = U_g \times h$

$A_M = ۳۱/۴ \times ۲۰ = ۶۲۸ cm^۲$

مرحلهٔ سوم: محاسبهٔ سطح کل: ابتدا سطح قاعدهٔ پایینی و سطح قاعدهٔ بالایی را محاسبه می‌کنیم و سپس مجموع دو سطح را با سطح جانبی جمع می‌کنیم.

$A_۱ = A_۲ = \frac{\pi D^۲}{۴}$

$A_۱ = A_۲ = \frac{۳/۱۴(۱۰)^۲}{۴}$

$A_۱ = A_۲ = ۷۸/۵ cm^۲$

سطح قاعده بالایی + سطح قاعده پایینی + سطح جانبی = سطح کل

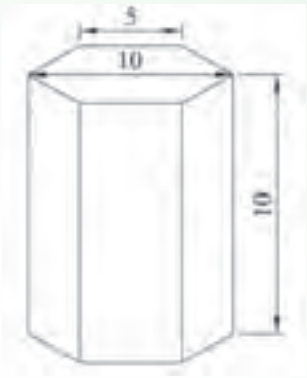
$$A_o = A_M + A_۱ + A_۲$$

$$A_o = ۶۲۸ + ۷۸/۵ + ۷۸/۵$$

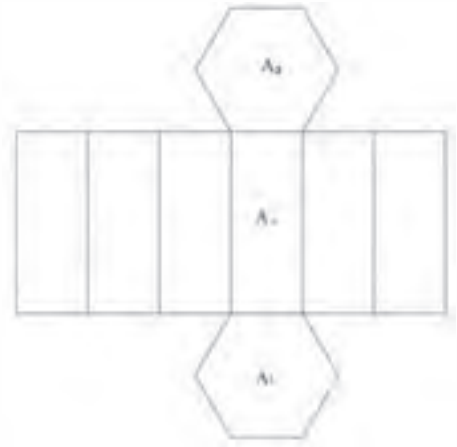
$$A_o = ۷۸۵cm^۲$$

مثال ۳ـ۱۴: سطح جانبی و سطح کل منشوری را به‌دست آورید که قاعدهٔ آن شش‌ضلعی منتظم با طول هر ضلع ۵cm، ارتفاع منشور ۱۰ سانتی‌متر و قطر دایره محاطی آن ۸/۶۶cm باشد.

مرحلهٔ اول: رسم شکل منشور



مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ سطح جانبی: برای این منظور ابتدا شکل گستردهٔ منشور را رسم می‌کنیم.



محیط قاعده $U_g = ۶a = ۶ \times ۵ = ۳۰cm$

ارتفاع + محیط قاعده = سطح جانبی

$$A_M = U_g \times h$$

$$A_M = ۳۰ \times ۱۰$$

$$A_M = ۳۰۰cm^۲$$

مرحلهٔ سوم: محاسبهٔ سطح کل: ابتدا سطح قاعده بالا و پایین را به‌دست آورده با سطح جانبی جمع می‌کنیم. برای محاسبهٔ مساحت از دو ذوزنقه استفاده می‌کنیم.

$$A_۱ = A_۲ = \frac{n \times a \times d}{۴}$$

$$A_۱ = A_۲ = \frac{۶ \times ۵ \times ۸/۶۶}{۴} = ۶۴/۹۵$$

سطح قاعدهٔ بالا + سطح قاعدهٔ پایین + سطح جانبی = سطح کل

$$A_o = A_M + A_1 + A_2$$
$$A_o = ۳۰۰ + ۶۴/۹۵ + ۶۴/۹۵ = ۴۲۹/۹ cm^2$$

مثال ۴ـ۱۴: سطح کل کره‌ای را به‌دست آورید که قطر آن ۳۰cm باشد.

مرحلهٔ اول: رسم شکل

مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ سطح کل کره: سطح کل کره برابر است با مساحت ۴ دایرهٔ عظیمه

$$A_o = ۴\pi r^2 = \pi d^2$$
$$A_o = ۳/۱۴ \times (۳۰)^2$$
$$A_o = ۳/۱۴ \times ۹۰۰$$
$$A_o = ۲۸۲۶ cm^2$$

مثال ۵ـ۱۴: سطح جانبی و سطح کل قطعه مطابق شکل را به‌دست آورید. درصورتی که ارتفاع وجه آن $h_s = ۵۰cm$ باشد.

مرحلهٔ اول: سطح جانبی: برای سطح جانبی ابتدا محیط قاعدهٔ بالا و پایینی را محاسبه می‌کنیم.

$$U_1 = ۲۰ \times ۴۰ = ۸۰cm$$
$$U_2 = ۸۰ \times ۴ = ۳۲۰cm$$

مرحلهٔ دوم: نوشته رابطهٔ سطح جانبی و جای‌گذاری

$$A_M = \frac{U_1 + U_2}{۲} \times h_s$$
$$A_M = \frac{۸۰ + ۳۲۰}{۲} \times ۵۰$$
$$A_M = ۱۰۰۰۰ cm^2$$

مرحلهٔ سوم:

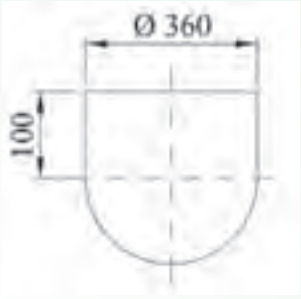
$A_o = A_M + A_۱ + A_۲$

$A_۲ = ۲۰ \times ۲۰ = ۴۰۰ cm^۲$

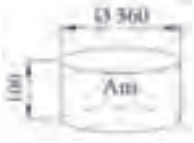
$A_۱ = ۸۰ \times ۸۰ = ۶۴۰۰ cm^۲$

$A_o = ۱۰۰۰۰ + ۶۴۰۰ + ۴۰۰ = ۱۶۸۰۰ cm^۲$

مثال ۶ـ۱۴: سطح کل مخزن درب‌دار مطابق شکل زیر را برحسب $dm^۲$ به‌دست آورید.



حل: مرحلهٔ اول: تفکیک شکل‌ها



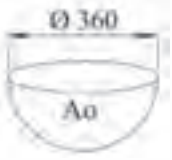
سطح جانبی استوانه — سطح قاعده بالا استوانه

$$A_{O_۱} = \frac{\pi D^۲}{۴} + \pi DH$$

$$A_{O_۱} = \frac{۳/۱۴(۳۶۰)^۲}{۴} + ۳/۱۴ \times ۳۶۰ \times ۱۰۰$$

$$A_{O_۱} = ۱۰۱۷۳۶ + ۱۱۳۰۴۰$$

$$A_{O_۱} = ۲۱۴۷۷۶ mm^۲$$ سطح کل استوانه بدون کف



$$A_{O_۲} = \frac{۱}{۲}(\pi d^۲)$$

$$A_{O_۲} = \frac{۱}{۲}\left[۳/۱۴(۳۶۰)^۲\right]$$

$$A_{O_۲} = \frac{۱}{۲}[۴۰۶۹۴۴]$$

$$A_{O_۲} = ۲۰۳۴۷۲ mm^۲$$ سطح کل نیم‌کره

$$A_O = A_{O_۱} + A_{O_۲}$$

$$A_O = ۲۱۴۷۷۶ + ۲۰۳۴۷۲$$

$$A_O = ۴۱۸۲۴۸ mm^۲$$

$$۱mm^۲ = \frac{۱}{۱۰۰۰۰} dm^۲$$

$$A_O = ۴۱۸۲۴۸ \times \frac{۱}{۱۰۰۰۰} dm^۲ = ۴۱/۸۲۴۸ dm^۲$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر نیز مطرح کند و هنرجویان آن‌ها را در کلاس با نظارت هنرآموز محترم مورد بحث و بررسی قرار دهند.

نتیجه

۱ــ سطح جانبی عبارت است از سطح پیرامون احجام هندسی.

۲ــ سطح کل عبارت است از مجموع سطوح احجام هندسی.

۳ــ سطح جانبی احجام منشوری برابر است با

$$A_M = U_g \times h$$

۴ــ سطح جانبی احجام هرم و مخروط برابر است با

$$A_M = U_g \times \frac{h_s}{۲}$$

۵ــ سطح جانبی احجام هرم و مخروط ناقص برابر است با

$$A_M = \frac{U_۱ + U_۲}{۲} \times h_s$$

۶ــ سطح کل احجام منشوری برابر است با

$$A_o = A_M + A_۱ + A_۲$$

۷ــ سطح کل احجام هرم و مخروط برابر است با

$$A_o = A + A_M$$

۸ــ سطح کل هرم و مخروط ناقص برابر است با

$$A_o = A_M + A_۱ + A_۲$$

۹ــ سطح کل کره برابر است با

$$A_o = ۴\pi r^۲ = \pi d^۲$$

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۴۲ و ۴۳ شماره ۲ و ۳ و ۴ برای تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه پانزدهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ نظارت بر انجام تکالیف و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: محاسبهٔ حجم احجام هندسی

قبل از ورود به بحث برای ایجاد تمرکز در هنرجویان بهتر است سؤال‌هایی به شرح زیر مطرح شود:

۱ـ تفاوت سطح کل با حجم احجام هندسی چیست؟

۲ـ کاربرد حجم در محاسبات فنی چیست؟

۳ـ آیا حجم تمام احجام هندسی را می‌توان با یک روش محاسبه کرد؟

۴ـ حجم ماسهٔ داخل درجه قبل از کوبش با بعد از کوبش چه تفاوتی دارد؟

۵ـ منظور از ظرفیت بوتهٔ ریخته‌گری چیست؟

۶ـ حجم مکعبی ۱ متر مکعب است. اگر این مکعب را به ۸ مکعب تبدیل کنیم حجم آن چه تغییری می کند.

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

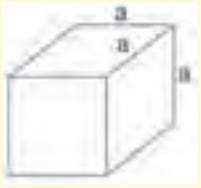
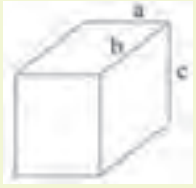
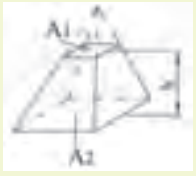
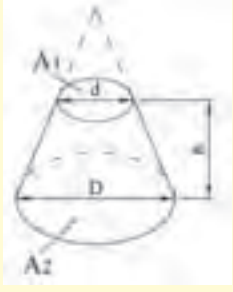
همان‌طور که قبلاً اشاره شد، حجم فضایی است که یک جسم اشغال می‌کند و اهمیت آن در این است که:

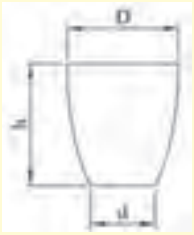
۱ـ گنجایش احجام هندسی را مشخص می‌کند.

۲ـ با داشتن حجم می‌توان جرم، چگالی، وزن مخصوص، وزن و غیره را محاسبه کرد.

حجم احجام هندسی را با توجه به شکل آن‌ها از روابط مختلف محاسبه می‌کنند؛ طبق جدول زیر:

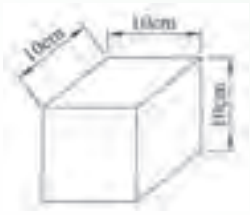
جدول ۱-۱۵: حجم احجام هندسی

	$V = A \times h$ مکعب $V = a \times a \times a = a^{3}$
	$V = A \times h$ مکعب مستطیل $V = a \times b \times c$
	استوانه $V = A \times h = \frac{\pi D^{2}}{4} \times h$
	حجم مخروط $V = \frac{A \times h}{3} = \frac{1}{3}(\frac{\pi D^{2}}{4} \times h)$
	حجم هرم $V = \frac{A \times h}{3}$
	حجم هرم ناقص $V = \frac{h}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$ این فرمول تقریبی است $V \approx \frac{A_1 + A_2}{2} \times h$
	$V = \frac{h}{3}\left[A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2}\right]$ حجم مخروط ناقص $V = \frac{\pi h}{12}\left[D^{2} + d^{2} + (D \times d)\right]$ این فرمول تقریبی است $V \approx \frac{A_1 + A_2}{2} \times h$

حجم کره $V=\frac{۴}{۳}\pi r^{۳}=\frac{\pi D^{۳}}{۶}$	
حجم بوته $V=\frac{\pi h}{۱۲}(۲D^{۲}+d^{۲})$	

مثال ۱ـ۱۵: حجم مکعبی به ضلع ۱۰ سانتی‌متر را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: رسم شکل



مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه و جای‌گذاری

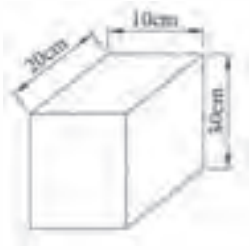
حجم مکعب $V=a\times a\times a$

$V=۱۰\times ۱۰\times ۱۰$

$V=۱۰۰۰m^{۳}$

مثال ۲ـ۱۵: حجم مکعب مستطیل به ابعاد ۳۰×۲۰×۱۰سانتی‌متر چند دسی‌متر مکعب است؟

مرحلهٔ اول: رسم شکل



مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه و جای‌گذاری

$V=a\times b\times c$

$V=۱۰\times ۲۰\times ۳۰$

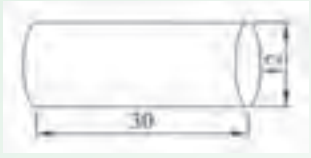
$V=۶۰۰۰cm^{۳}$

مرحلهٔ سوم: تبدیل واحد

$۱cm^{۳}=\frac{۱}{۱۰۰۰}dm^{۳}$

$$۶۰۰۰cm^۳ = ۶۰۰۰\times ۱cm^۳ = ۶۰۰۰\times \frac{}{۱۰۰۰} dm^۳ = ۶dm^۳$$

مثال ۳ـ۱۵: حجم قطعه‌ای مطابق شکل را برحسب $cm^۳$ به‌دست آورید.



مرحلهٔ اول: نوشتن رابطه و جای‌گذاری

$$V = A\times h$$

$$V = \frac{\pi D^۲}{۴}\times h$$

$$V = \frac{۳/۱۴(۱۲)^۲}{۴}\times ۳۰ = ۳۳۹۳mm^۳$$

مرحله دوم : تبدیل واحد

$$۱mm^۲ = \frac{۱}{۱۰۰۰} cm^۳$$

$$۳۳۹۳mm^۳ = ۳۳۹۳\times ۱mm^۳ = ۳۳۹۳\times \frac{۱}{۱۰۰۰} cm^۳ = ۳/۳۹۳cm^۳$$

مثال ۴ـ۱۵: حجم قطعه‌ای مطابق شکل را برحسب $dm^۳$ به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: نوشتن رابطه و جای‌گذاری

$$V = \frac{A\times h}{۳} = \frac{a\times b\times h}{۳}$$

$$V = \frac{۳۵\times ۲۵\times ۶۰}{۳} = ۱۷۵۰۰mm^۳$$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$$۱mm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} dm^۳$$

$$۱۷۵۰۰mm^۳ = ۱۷۵۰۰\times ۱mm^۳ = ۱۷۵۰۰\times \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} dm^۳ = ۰/۰۱۷dm^۳$$

مثال ۵ـ۱۵: حجم قطعه‌ای مطابق شکل را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول:

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14(80)^2}{4} = 5024$$

$$A_2 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14(120)^2}{4} = 11304$$

رابطه تقریبی است و جواب دقیق نمی باشد. $V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times h$

$$V = \frac{5024 + 11304}{2} \times 200 = 1632800 mm^3$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14(80)^2}{4} = 5024$$

$$A_2 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14(120)^2}{4} = 11304$$

رابطه‌ی دوم که نسبت به رابطه‌ی فوق دقیق‌تر است. $V = \frac{h}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$

$$V = \frac{200}{3}(5024 + 11304 + \sqrt{5024 \times 11304})$$

$$V = 1590933/3 mm^3$$

مثال ۶ـ۱۵: حجم کره‌ای به قطر ۲۰۰ میلی‌متر را به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: رسم شکل

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه و جای‌گذاری

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi D^3}{6}$$

$$V = \frac{3/14(200)^3}{6} = 4186666/7 mm^3$$

مثال ۷ـ۱۵: حجم بوته‌ای که قطر بزرگ و کوچک داخل آن به ترتیب ۳۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع داخلی آن ۵۰۰ میلی‌متر باشد را برحسب dm^3 به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: نوشتن رابطه و جای‌گذاری

$$V=\frac{\pi h}{12}(2D^2+d^2)$$

$$V=\frac{3/14\times500}{12}\left[2(300)^2+(200)^2\right]$$

$$V=\frac{3/14\times500}{12}[180000+40000]$$

$$V=\frac{3/14\times500}{12}\times220000$$

$$V=28783333/3mm^3$$

$$1mm^3=\frac{1}{1000000}dm^3$$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$$28783333/3mm^3=28783333/3\times\frac{1}{1000000}dm^3=28/78dm^3$$

بهتر است هنرآموز چند تمرین دیگر نیز مطرح کند هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم آن‌ها را مورد بحث و بررسی قرار دهند.

نتیجه‌گیری

حجم فضایی است که یک جسم اشغال می‌کند و از روابط زیر محاسبه می‌شود.

۱ـ حجم مکعب $V=A\times h=a^3$

۲ـ حجم مکعب مستطیل $V=A\times h=a\times b\times h$

۳ـ حجم استوانه $V=A\times h=\frac{\pi D^2}{4}\times h$

۴ـ حجم هرم و مخروط کامل $V=\frac{A\times h}{3}$

۵ـ حجم هرم و مخروط ناقص $V=\frac{h}{3}(A_1+A_2+\sqrt{A_1\times A_2})$

۶ـ حجم کره $V=\frac{4}{3}\pi r^3=\frac{\pi D^3}{6}$

۷ـ حجم بوتهٔ ریخته‌گری $V=\frac{\pi h}{12}(2D^2+d^2)$

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۴۵ و ۴۶ از شماره ۱ تا ۵ برای تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

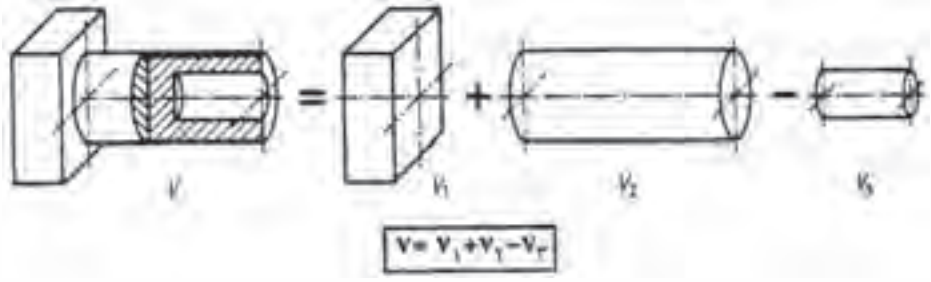
جلسه شانزدهم

ـ حضور و غیاب هنرجویان
ـ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ـ نظارت بر انجام تکالیف و رفع اشکال‌های آن‌ها
ـ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ـ شروع درس با موضوع این جلسه

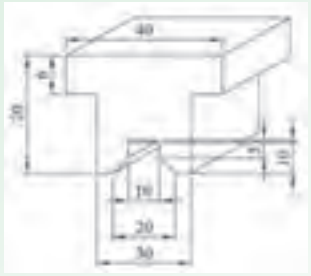
موضوع: محاسبهٔ حجم احجام مرکب

قبل از ورود به بحث و آمادگی هنرجویان بهتر است سؤال‌هایی به شرح زیر مطرح شود:
۱ــ اگر جسمی از چند قسمت مختلف تشکیل شده باشد، حجم آن را چگونه محاسبه می‌کنند؟
۲ــ حجم کپسول گاز را چگونه می‌توان محاسبه کرد؟
۳ــ حجم مواد لازم برای ساخت یک چکش کارگاهی چگونه محاسبه می‌شود؟
۴ــ حجم مواد لازم برای ساخت یک جعبهٔ مکعب شکل چگونه محاسبه می‌شود؟
۵ــ آیا حجم مواد لازم برای ساخت یک لیوان با حجم داخلی لیوان یکسان است؟
پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

برای محاسبهٔ حجم احجام هندسی مرکب ابتدا شکل مورد نظر را به احجام هندسی کوچک‌تر مانند مکعب، مکعب مستطیل، استوانه و غیره تجزیه می‌کنیم و پس از محاسبهٔ حجم هریک، حجم شکل موردنظر از جمع جبری آن‌ها به‌دست می‌آید.

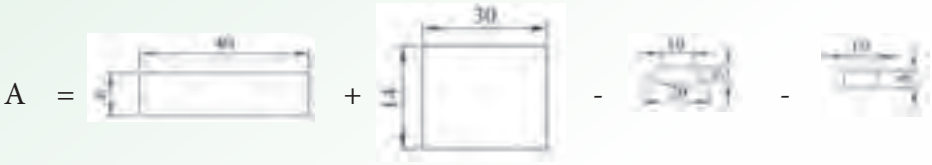


مثال ۱ـ۱۶: حجم قطعه‌ای به طول ۱۲۰ میلی‌متر با مقطع مطابق شکل را برحسب دسی‌متر مکعب به دست آورید.



حل:

مرحلهٔ اول: تفکیک شکل و به‌دست آوردن مساحت قاعدهٔ قطعه:



$$A = a \times b + a \times b - \frac{a+b}{۲} \times h - a \times b$$

$$A = ۴۰ \times ۶ + ۳۰ \times ۱۴ - \frac{۱۰+۲۰}{۲} \times ۵ - ۱۰ \times ۵$$

$$A = ۲۴۰ + ۴۲۰ - ۷۵ - ۵۰$$

$$A = ۵۳۵ mm^۲$$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ حجم و جای‌گذاری و محاسبه

$$V = \text{مساحت قاعده} \times \text{ارتفاع}$$

$$V = A \times h$$

$$V = ۵۳۵ \times ۱۲۰$$

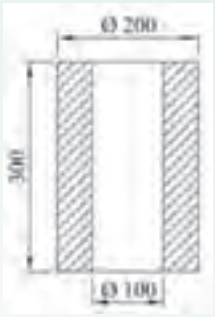
$$V = ۶۴۲۰۰ mm^۳$$

مرحلهٔ سوم: تبدیل واحد از $mm^۳$ به $dm^۳$

$$۱ mm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} dm^۳$$

$$۶۴۲۰۰ mm^۳ = ۶۴۲۰۰ \times ۱ mm^۳ = ۶۴۲۰۰ \times \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} dm^۳ = ۰/۰۶۴۲ dm^۳$$

مثال ۲ـ۱۶: حجم قطعه‌ای مطابق شکل را برحسب cm^3 به‌دست آورید.



حل:

مرحلهٔ اول: ابتدا شکل را به دو استوانه تفکیک می‌کنیم؛ به‌طوری که از داخل استوانه‌ای به قطر ۲۰۰ میلی متر، استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ میلی‌متر خالی شده باشد.

$$V = \text{ }$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times h - \frac{\pi d^2}{4} \times h$$

$$V = \frac{3/14(200)^2}{4} \times 300 - \frac{3/14(100)^2}{4} \times 300$$

$$V = 9420000 - 2355000$$

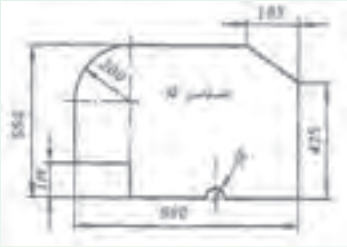
$$V = 7065000 mm^3$$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد از mm^3 به cm^3

$$1mm^3 = \frac{1}{1000} cm^3$$

$$7065000 mm^3 = 7065000 \times 1mm^3 = 7065000 \times \frac{1}{1000} cm^3 = 7065 cm^3$$

مثال ۳ـ۱۶: حجم قطعه‌ای مطابق شکل را برحسب dm^3 به‌دست آورید.



حل:

مرحلهٔ اول: تفکیک شکل و به‌دست آوردن مساحت قاعدهٔ قطعه:

$$A = \frac{1}{4}(\frac{\pi D^2}{4}) + a\times b + a\times b + \frac{a+b}{2}\times h - \frac{1}{2}(\frac{\pi D^2}{4})$$

$$A = \frac{1}{4}\left[\frac{3/14(200)^2}{4}\right] + (200\times 230) + (405\times 550) + (\frac{425+550}{2}\times 195) - \frac{1}{2}\left[\frac{3/14(18)^2}{4}\right]$$

$$A = \frac{1}{4}[31400] + 46000 + 222750 + 95062/5 - \frac{1}{2}[254/34]$$

$$A = 7850 + 46000 + 222750 + 95062/5 - 127/17$$

$$A = 371535/33 mm^2$$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ حجم و جای‌گذاری و محاسبه

$$V = A\times h$$

$$V = 371535/33\times 10$$

$$V = 3715353/3 mm^3$$

مرحلهٔ سوم: تبدیل واحد از mm^3 به dm^3

$$1mm^3 = \frac{1}{1000000} dm^3$$

$$3715353/3 mm^3 = 3715353/3\times 1mm^3 = 3715353/3\times\frac{1}{1000000} dm^3 = 3/72 dm^3$$

مثال ۴ـ۱۶: حجم قطعه‌ای مطابق شکل را برحسب cm^3 به‌دست آورید.

حل:

مرحلهٔ اوّل: تفکیک شکل به دو شکل استوانه و مخروط ناقص و محاسبهٔ حجم دو شکل به‌طور جداگانه سپس، از مجموع این دو حجم، حجم کل را به‌دست می‌آوریم.

$$A = V_1 + V_2$$

$$V_1 =$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14(100)^2}{4} = 7850 mm^2$$

$$A_2 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3/14(300)^2}{4} = 70650 mm^2$$

$$V_1 = \frac{h}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

$$V_1 = \frac{260}{3}(7850 + 70650 + \sqrt{7850 \times 70650})$$

$$V_1 = \frac{260}{3} \times 102050$$

$$V = 8844333/333$$

$$V_2 =$$

$$V_2 = \frac{\pi D^2}{4} \times h$$

$$V_۲ = \frac{۳/۱۴(۳۰۰)^۲}{۴} \times ۱۸۰$$

$$V_۲ = ۱۲۷۱۷۰۰۰ mm^۳$$

$$V = V_۱ + V_۲$$

$$V = ۸۸۴۴۳۳۳/۳۳۳ + ۱۲۷۱۷۰۰۰$$

$$V = ۲۱۵۶۱۳۳۳/۳۳۳$$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد از $mm^۳$ به $cm^۳$

$$۱mm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰} cm^۳$$

$$۲۱۵۶۱۳۳۳/۳۳۳ mm^۳ = ۲۱۵۶۱۳۳۳/۳۳۳ \times ۱mm^۳ = ۲۱۵۶۱۳۳۳/۳۳۳ \times \frac{۱}{۱۰۰۰} cm^۳ = ۲۱۵۶۱/۳ cm^۳$$

مثال ۵ـ۱۶: حجم مادهٔ لازم برای ساخت قطعهٔ مخروطی شکل زیررا برحسب $dm^۳$ به‌دست آورید.

حل:

مرحلهٔ اول: تفکیک شکل به دو مخروط

$V_۱ =$

$$V_۱ = \frac{۱}{۳} A.h$$

$$V_۱ = \frac{۱}{۳}(\frac{\pi D^۲}{۴} \times h)$$

$$V_۱ = \frac{۱}{۳}\left[\frac{۳/۱۴(۷۰۰)^۲}{۴} \times ۸۰۰\right]$$

$$V = ۱۰۲۵۷۳۳۳۳ mm^۳$$

$V_۲ =$

$$V_۲ = \frac{۱}{۳} A.h$$

$$V_۲ = \frac{۱}{۳}\left(\frac{\pi D^۲}{۴} \times h\right)$$

$$V_۲ = \frac{۱}{۳}\left[\frac{۳/۱۴(۵۰۰)^۲}{۴} \times ۶۰۰\right]$$

$$V_۲ = \frac{۱}{۳}(۱۱۷۷۵۰۰۰۰)$$

$$V_۲ = ۳۹۲۵۰۰۰۰$$

$$V = V_۱ - V_۲$$

$$V = ۱۰۲۵۷۳۳۳۳ - ۳۹۲۵۰۰۰۰$$

$$V = ۶۳۳۲۳۳۳۳ mm^۳$$

مرحلهٔ دوم: تبدیل $mm^۳$ به $dm^۳$

$$۱mm^۳ = \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} dm^۳$$

$$۶۳۳۲۳۳۳۳ mm^۳ = ۶۳۳۲۳۳۳۳ \times ۱mm^۲ = ۶۳۳۲۳۳۳۳ \times \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰} dm^۳ = ۶۳/۳۲ dm^۳$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز محترم چند نمونه تمرین دیگر نیز مطرح کند و هنرجویان آن‌ها را با نظارت هنرآموز مورد بحث و بررسی قرار دهند.

نتیجه‌گیری

۱ــ برای محاسبهٔ احجام هندسی مرکب، ابتدا شکل موردنظر را به احجام هندسی کوچکتر مانند مکعب، استوانه، غیره تجزیه می‌کنیم و پس از محاسبهٔ حجم هریک، آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

۲ــ در مورد احجام هندسی که ارتفاع یکسان دارند ولی سطح مقطع آن‌ها از شکل‌های هندسی متفاوت تشکیل شده است، ابتدا مساحت قاعده را از جمع مساحت شکل‌های مختلف به‌دست آورده، در ارتفاع ضرب می‌کنیم تا حجم قطعه به‌دست آید.

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۴۷ و ۴۸ و ۴۹ از شماره‌های ۱ تا ۸ برای تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه هفدهم

ارزشیابی (۲)

هنرآموز محترم در این جلسه از فصل‌های ۱،۲،۳و ۴ ارزشیابی به عمل آورد. لازم است ۲۵٪ سؤال‌ها از فصل‌های ۱ و ۲ و ۷۵٪ سؤال‌ها از فصل‌های ۳ و ۴ طرح شود.

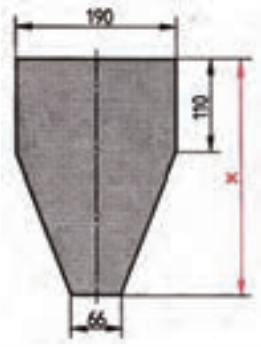
نمونه سؤال‌های پیشنهادی

۱ـ حاصل عبارات زیر را به‌دست آورید:

الف) $۷/۲۵m^۲ : ۵ - ۰/۸۷m^۲ : ۳ = ?m^۲$

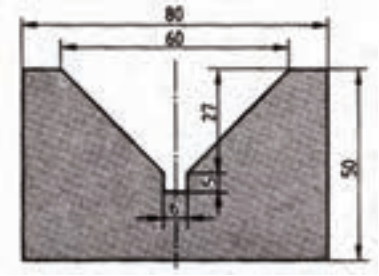
ب) $۳۶۰cm^۲ \times ۴ + ۷/۸dm^۲ + ۸۶۴۰mm^۲ : ۴ = ?cm^۲$

۲ـ اندازه x در قطعه مطابق شکل چقدر است؟ مساحت مقطع آن ۳/۸۲۵ دسی‌متر مربع می باشد.

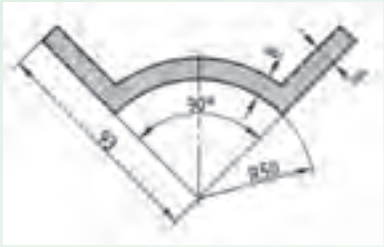


۳ـ اگر مساحت مقطع راهبار در شکل مقابل $۸۴۰mm^۲$ باشد، اندازهٔ b را به‌دست آورید؟

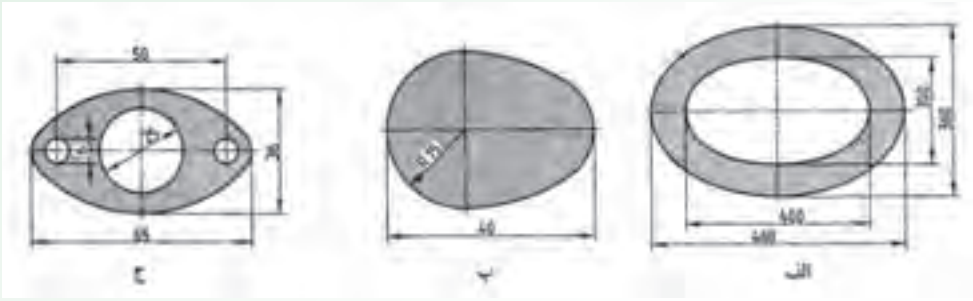
۴ـ مساحت مقطع منشور مطابق شکل را به‌دست آورید.



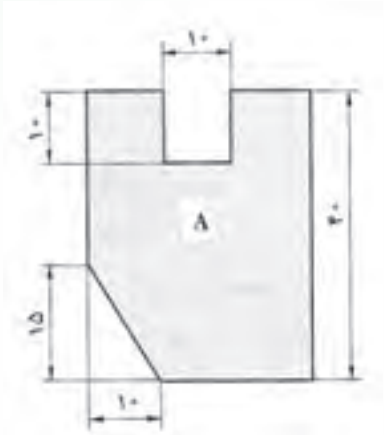
۵ـ مساحت مقطع پروفیل مطابق شکل را به‌طور تقریبی به‌دست آورید.



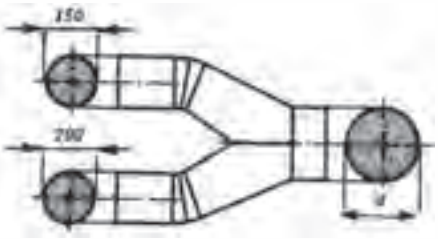
۶ـ مساحت قطعات مطابق شکل را محاسبه کنید.



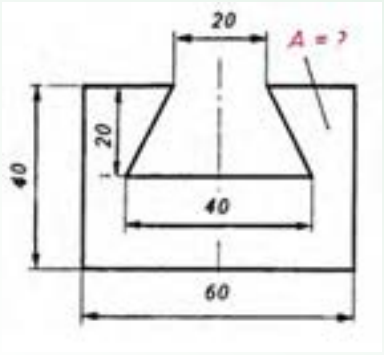
۷ـ مساحت سطح قطعه مطابق شکل را برحسب cm^2 به‌دست آورید.



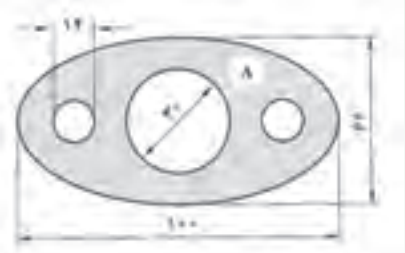
۸ـ مطابق شکل قطر لوله (d) کانال انشعابی را حساب کنید؛ در صورتی که لازم باشد سطح مقطع کانال ورودی با سطح مقطع کانال‌های خروجی مساوی باشد.



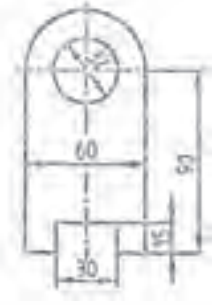
۹ـ مساحت مقطع قطعه مطابق شکل چند سانتی‌متر مربع است؟



۱۰ـ درصد دور ریز را در شکل زیر به‌دست آورید؟

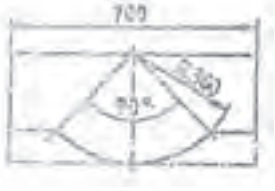


۱۱ــ درصد دور ریز را در شکل‌های زیر به‌دست آورید؟



الف

ب



ج

۱۲ــ مطابق شکل زیر سطح ورق اولیه برای ساختن قاب محافظ سنگ سنباده را حساب کنید؛ در صورتی که دور ریز، ۲۵ درصد سطح ورق اولیه باشد.

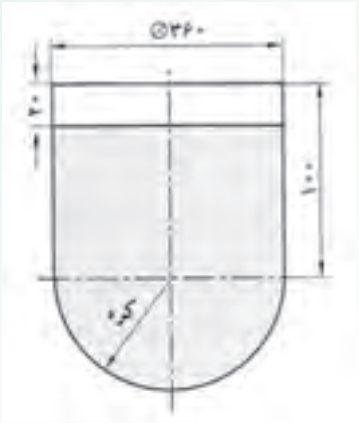
۱۳ــ مقادیر حجمی داده شده را برحسب واحدهای خواسته شده به‌دست آورید.

الف) $۳/۴۳cm^3$ را به mm^3 ج) $۰/۰۰۴۳m^3$ را به dm^3

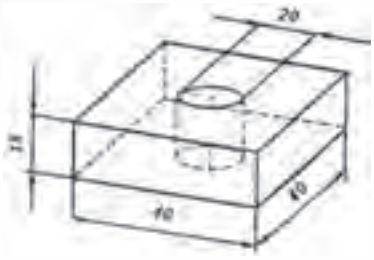
ب) $۰/۰۵۲m^3$ را به cm^3 د) $۸۷۴۴/۰۳mm^3$ را به dm^3

۱۴ـ سطح جانبی و حجم مکعبی با طول ضلع ۴۵ میلی‌متر را به‌دست آورید.

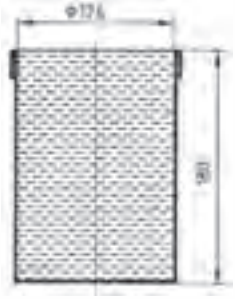
۱۵ـ حجم شیر داخل مخزن مطابق شکل را برحسب لیتر حساب کنید (ابعاد روی شکل برحسب سانتی‌متر است)



۱۶ـ مطابق شکل حجم قطعه چند سانتی‌متر مکعب است؟



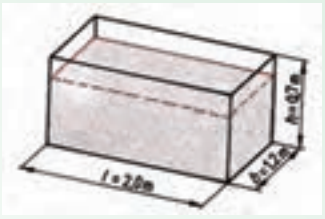
۱۷ـ مطابق شکل حساب کنید:



الف) حجم ظرف را برحسب لیتر

ب) برای ساخت ۱۲ عدد از آن چند متر مربع ورق مورد نیاز است؟ در صورتی که برای ایجاد لبه و درز لحیم ۱۵٪ اضافه منظور شود.

۱۸ـ ظرف خنک‌کاری مطابق شکل با ۱۴۵۰ لیتر از آب پرشده است. حساب کنید:

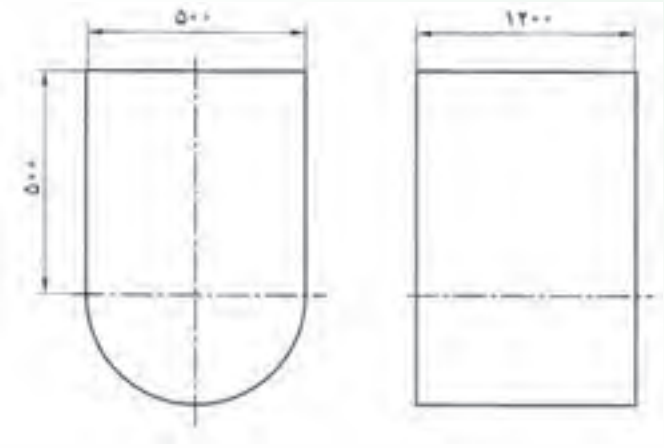


الف) حجم ظرف را

ب) ارتفاع سطح آب تا لبهٔ ظرف را برحسب میلی‌متر.

ج) جرم آب داخل ظرف را.

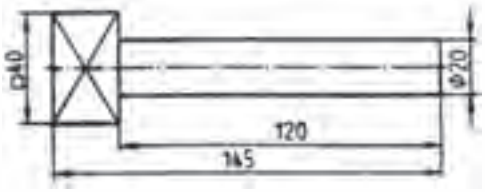
۱۹ـ برای حمل زغال‌سنگ در معادن، از واگن‌هایی که ظرف آن‌ها مطابق شکل است، استفاده می‌شود. حساب کنید:



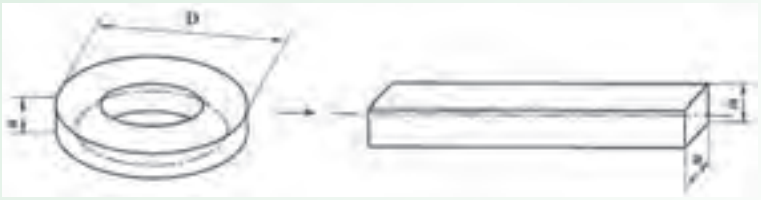
الف) حجم آن را برحسب متر مکعب.

ب) سطح ورق اولیهٔ لازم برای ساخت آن را برحسب متر مربع در صورتی که ۱۰ درصد سطح قطعه دورریز به‌حساب آید.

۲۰ـ حجم شکل زیر را به‌دست آورید.



۲۱ـ حلقه‌ای مطابق شکل از فولاد چهارگوش و با مشخصات $a = ۸mm$ و $D = ۹۵mm$ ساخته خواهد شد. حساب کنید:



الف) طول مواد اولیه (طول گسترده) آن را برحسب میلی‌متر.

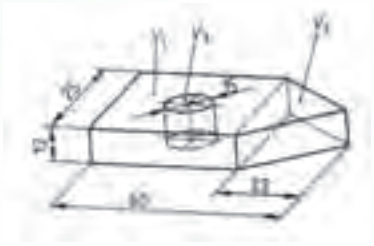
ب) حجم آن را برحسب سانتی متر مکعب.

ج) سطح کل آن را برحسب سانتی‌متر مربع

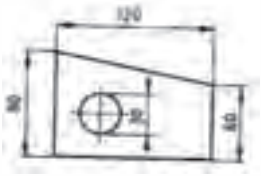
$a = ۸mm$

$D = ۹۵mm$

۲۲ـ حجم شکل زیر را به‌دست آورید؟



۲۳ـ سطوح پشت و روی قطعه مطابق شکل به ضخامت ۵ میکرون با مس پوشانده خواهد شد. حساب کنید:

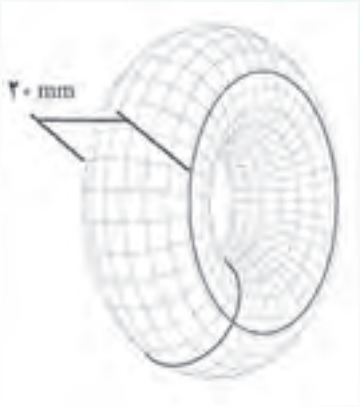


الف) مساحتی که با مس پوشانده خواهد شد.

ب) مس مورد نیاز برای آب‌کاری ۱۶۵۰ عدد از این قطعه را. جرم مخصوص مس ۸/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

۲۴ــ حجم کره‌ای ۵۲۳/۳۳ دسی‌متر مکعب است قطر آن را محاسبه کنید.

۲۵ــ حجم حلقه‌ای مطابق شکل با قطر خارجی ۶۰ میلی‌متر را برحسب میلی‌متر مکعب تعیین نمایید.



فصل پنجم

جرم و چگالی

هدف

۱ــ محاسبهٔ جرم و تبدیل‌های مربوط به اجزا و اضعاف آن

۲ــ محاسبهٔ چگالی و تبدیل‌های مربوط به اجزا و اضعاف آن

۳ــ محاسبهٔ چگالی نسبی

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم جرم

۲ــ مفهوم چگالی

۳ــ مفهوم چگالی نسبی

مفاهیم اساسی

۱ــ مقدار مادهٔ موجود در جسم را جرم گویند.

۲ــ جرم کمیتی است اسکالر (عددی) و واحد آن کیلوگرم است.

۳ــ جرم را با ترازو اندازه‌گیری می‌کنند.

۴ــ جرم یک جسم به نیروی جاذبه بستگی ندارد و مقدار آن در محل‌های مختلف ثابت است.

۵ــ جرم هر جسم دارای دو ویژگی مهم است؛ یکی مقاومت در مقابل تغییر حرکت و دیگری این که تمام اجسام متناسب با جرم‌های خود همدیگر را جذب می‌کنند.

۶ــ واحد جرم در دستگاه SI کیلوگرم است. کیلوگرم استاندارد، جرم استوانه‌ای از آلیاژ پلاتین ــ ایریدیم به قطر و طول ۳۹ میلی‌متر است که در سازمان اوزان و مقادیر بین‌المللی در موزهٔ سور فرانسه نگه‌داری می‌شود.

۷ــ چگالی یا جرم حجمی یا جرم مخصوص عبارت است از جرم موجود در واحد حجم و آن را با ρ (رو) نمایش می‌دهند.

۸ــ واحد چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر متر مکعب است.

۹ــ چگالی نسبی عبارت است از نسبت چگالی یک جسم به چگالی جسم دیگر.

انتظارات آموزشی: دانش‌آموز باید در پایان این فصل قادر باشد:

الف) در سطح دانش

۱ــ جرم را تعریف کند.

۲ــ ویژگی‌های جرم را نام ببرد.

۳ــ واحدهای جرم را نام ببرد.

۴ــ کیلوگرم را تعریف کند.

۵ــ چگالی را تعریف کند.

۶ــ واحدهای چگالی را نام ببرد.

۷ــ چگالی نسبی را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ جرم و عوامل مؤثر بر آن را توضیح دهد.

۲ــ ویژگی‌های جرم را توضیح دهد.

۳ــ چگالی را توضیح دهد.

۴ــ رابطهٔ بین جرم و حجم و چگالی را توضیح دهد.

۵ــ چگالی نسبی را توضیح دهد.

۶ــ رابطهٔ چگالی نسبی را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات

۱ــ تبدیل واحدهای جرم را برای حل مسایل به‌کار برد.

۲ــ رابطهٔ بین جرم، حجم و چگالی را برای حل مسائل به‌کار برد.

۳ــ تبدیل واحدهای چگالی را برای حل مسایل به‌کار برد.

۴ــ رابطهٔ چگالی نسبی را برای حل مسایل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ رابطهٔ جرم با نیروی جاذبه را مورد بررسی قرار دهد.

۲ــ جرم و وزن را با یکدیگر مقایسه کند.

۳ــ واحدهای جرم را در سیستم‌های مختلف اندازه‌گیری با یکدیگر مقایسه کند.

۴ــ چگالی و چگالی نسبی را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ واحدهای چگالی را با یکدیگر مقایسه کند.

زمان پیش بینی شده: برای این فصل یک جلسهٔ ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حل مسایل و تمرین‌ها و بررسی تکالیف درنظر گرفته شده است.

جلسه هجدهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ نظارت بر انجام تکالیف و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: محاسبهٔ جرم و چگالی

قبل از ورود به بحث ابتدا برای ایجاد تمرکز هنرجویان سؤال‌هایی را به شرح زیر مطرح می‌کنیم:
۱ــ کمیت‌های اصلی کدامند؟
۲ــ مقدار ماده موجود در یک جسم را چه گویند؟
۳ــ مقدار مادهٔ موجود در یک جسم با چه چیزی قابل اندازه‌گیری است؟
۴ــ واحد جرم چیست؟
۵ــ ویژگی‌های جرم جسم کدام است؟
۶ــ تفاوت جرم و وزن چیست؟
۷ــ اینرسی را تعریف کنید؟

پس از شنیدن پاسخ سؤال‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌توان چنین گفت که جرم، یک کمیت اصلی در فیزیک است. مقدار مادهٔ موجود در یک جسم را (مجموعه‌هایی که در آن به حالت‌های فیزیکی جامد، مایع و گاز وجود دارد) جرم جسم گویند. به‌طوری که هرچه مادهٔ موجود در جسم بیشتر باشد، جرم آن نیز بیشتر خواهد بود.

از ویژگی‌های جرم هر جسم می‌توان به دو مورد زیر اشاره کرد:

الف) مقاومت در مقابل تغییر حرکت: اگر جرم جسمی زیاد باشد، برای به حرکت درآوردن آن نیروی زیادی لازم است، مانند حرکت دادن یک قطار، و چنان چه جرم جسم کم باشد، برای تغییر سرعت آن احتیاج به نیروی کمتری خواهد بود، مانند به حرکت درآوردن یک استوانهٔ توخالی آلومینیمی. بنابراین، مقاومت در برابر

تغییر سرعت یا حرکت را اینرسی گویند.

ب) جاذبه: طبق قانون جاذبهٔ عمومی، تمام اجسام متناسب با جرم‌های خود همدیگر را جذب می‌کنند. زمین که جسمی بزرگ و دارای جرم زیادی است، همهٔ اجسام را به طرف خود می‌کشید و آن‌ها را جذب می‌کند. بزرگی میدان گرانش هر جسم از تقسیم وزن هر جسم بر جرم آن به‌دست می‌آید.

$$\text{میدان گرانش} = \frac{\text{وزن جسم}}{\text{جرم جسم}}$$

واحد جرم: واحد جرم در دستگاه SI کیلوگرم است که آن را با علامت اختصاری kg نشان می‌دهند. کیلوگرم استاندارد، جرم استوانه‌ای از آلیاژ پلاتین ــ ایریدیم است که در ادارهٔ استاندارد بین‌المللی در نزدیکی شهر پاریس (فرانسه) نگه‌داری می‌شود.

یک کیلوگرم برابر با جرم $۱۰۰۰/۰۲۸\text{cm}^۳$ آب خالص در دمای $°\text{c}$ است. در محاسبات فنی می‌توان یک کیلوگرم را تقریباً معادل $۱۰۰۰\text{cm}^۳$ آب خالص منظور کرد.

اجزا و اضعاف واحد جرم: اجزای واحد جرم (کیلوگرم) عبارتند از گرم و میلی‌گرم و اضعاف آن عبارتند از تن و مگاتن.

میلی‌گرم $\underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}}$ گرم $\underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}}$ کیلوگرم $\underset{\div ۱۰۰۰}{\overset{\times ۱۰۰۰}{\rightleftarrows}}$ تن $\underset{\div ۱۰^۶}{\overset{\times ۱۰^۶}{\rightleftarrows}}$ مگاتن

$$\text{Mt} \xrightarrow[\times ۱۰^۶]{} \text{t} \xrightarrow[\times ۱۰۰۰]{} \text{kg} \xrightarrow[\times ۱۰۰۰]{} \text{g} \xrightarrow[\times ۱۰۰۰]{} \text{mg}$$

روابط اجزا و اضعاف واحد جرم را می‌توان با نماد علمی نیز نشان داد.

$$۱\text{g} = \frac{۱}{۱۰۰۰}\text{kg} = ۱۰^{-۳}\text{kg}$$

$$۱\text{mg} = \frac{۱}{۱۰۰۰}\text{g} = ۱۰^{-۳}\text{g} = ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{-۳}\text{kg} = ۱۰^{-۶}\text{kg}$$

$$۱\text{t} = ۱۰۰۰\text{kg} = ۱۰^{۳}\text{kg}$$

$$۱\text{Mt} = ۱۰^{۶}\text{t} = ۱۰^{۶} \times ۱۰^{۳}\text{kg} = ۱۰^{۹}\text{kg}$$

مثال ۱ــ۱۸: جرم داده شده را برحسب تن و گرم به‌دست آورید؟

$$۱\text{kg} = \frac{۱}{۱۰۰۰}\text{ton}$$

$$۴۲۵\text{kg} = ۴۲۵ \times ۱\text{kg} = ۴۲۵ \times \frac{۱}{۱۰۰۰}\text{ton} = ۰/۴۲۵\text{ton}$$

$1kg = 1000gr$

$425kg = 425 \times 1kg = 425 \times 1000gr = 425000gr$

واحد جرم در سیستم انگلیسی: واحدهای متداول در این سیستم عبارتند از:

۱ اسلاگ [۱] $= 14/59kg$
۱ (oz) اُنس [۲] $= 28/35g$
۱ (Ib) پوند [۳] $= 0/453592337kg \sim 0/454kg = 454g$
۱ (carat) قیراط $= 2 \times 10^{-4} kg = 0/2g$
۱ (cwt) [۴] $= 50/80kg$
۱t تُن کوچک [۵] $= 2000Ib = 907/184kg$
۱t تُن بزرگ [۶] $= 1016/05kg$

۱ ـ slug
۲ ـ Ounce
۳ ـ Pound = Libra
۴ ـ Hundredweight
۵ ـ Short ton
۶ ـ Long ton

تعریف چگالی: چگالی یاجرم حجمی یا جرم مخصوص عبارت است ازجرم موجود در واحد حجم

$$\text{چگالی یک جسم (جرم یک متر مکعب از جسم)} = \frac{\text{جرم جسم}}{\text{حجم جسم}} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V}$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هرچه حجم جسم بیشتر باشد، جرم آن نیز بیشتر است. به عبارت دیگر، جرم موجود در یک جسم متناسب با حجم آن است که ضریب تناسب همان چگالی خواهد بود.

واحد چگالی در سیستم SI: اگر جرم جسم را برحسب kg و حجم آن را برحسب m^3 اندازه بگیریم، چگالی آن برحسب kg/m^3 به‌دست می‌آید.

در محاسبات فنی ممکن است واحد جرم را با kg و واحد حجم را با dm^3 منظور کنند. $\frac{kg}{dm^3}$

از طرفی هر ۱۰۰۰ gr برابر یک کیلوگرم و $1000cm^3$ برابر یک dm^3 است. از این‌رو خواهیم داشت:

$$\rho = \frac{kg}{dm^3} = \frac{gr}{cm^3}$$

$$\frac{1kg \times 1000}{1dm^3 \times 1000} = \frac{gr}{cm^3}$$

رابطه‌ی ریاضی بین جرم و حجم و چگالی: با توجه به رابطهٔ چگالی $\rho = \frac{m}{V}$ و به کمک یک تناسب $m = \rho.V$ مستقیم به سادگی می‌توان رابطه را به‌دست آورد:

چگالی نسبی: عبارت است از نسبت چگالی یک جسم به چگالی جسم دیگر معمولاً چگالی جامد است و مایعات را با چگالی آب خالص در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مقایسه می‌کنند.

برای تعیین چگالی نسبی، جسم مشخص را انتخاب می‌کنند. اگر جرم این تعداد ماده را بر جرم همین مقدار آب تقسیم کنیم

چگالی نسبی آن ماده به‌دست می‌آید.

$$\text{چگالی نسبی} \quad \frac{\text{جرم ماده}}{\text{جرم آب هم حجم ماده}} = \frac{\text{چگالی ماده}}{\text{چگالی آب}}$$

باید توجه کرد که چگالی نسبی تنها با اندازه‌گیری جرم حجم‌های یکسانی از دو جسم به‌دست می‌آید. چگالی نسبی واحد ندارد.

$$\text{چگالی نسبی جسم} = d = \frac{\rho}{\rho'} = \frac{\text{چگالی جسم}}{\text{چگالی آب}} = \frac{\frac{m}{V}}{\frac{m'}{V}} = \frac{\text{جرم جسم}}{\text{جرم آب هم حجم جسم}}$$

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

مثال: چگالی نسبی جیوه را به‌دست آورید:

$\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \qquad \rho'_{\text{آب}} = ۱$

$$d = \frac{\rho}{\rho'} = \frac{۱۳/۶}{۱} = ۱۳/۶$$

مثال ۲ـ۱۸: جرم ۵۰۰ عدد ساچمهٔ فولادی با قطر ۳ mm چند گرم است؟

$$(\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳})$$

$$V' = \frac{\pi d^۳}{۶} = \frac{۳/۱۴ \times ۳^۳}{۶} = ۱۴/۱۳ mm^۳$$

حجم ۵۰۰ ساچمه $V = V' \times n = ۱۴/۱۳ \times ۵۰۰ = ۷۰۶۵ mm^۳ = ۰/۰۰۷۰۶۵ dm^۳$

$$m = \rho.V = ۷/۸۵ \times ۰/۰۰۷۰۶۵ = ۰/۰۵۵۴۶ kg = ۵۵/۴۶ gr$$

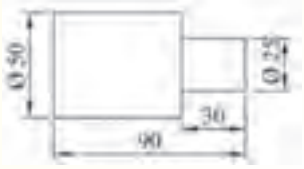
مثال ۳ـ۱۸: جرم یک حلقهٔ مسی، ۴۸/۵ gr است. حجم آن چند سانتی‌متر مکعب است؟

$$\rho = ۸/۹ \frac{kg}{dm^۳}$$

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

$$V = \frac{۰/۰۴۸۵}{۸/۹} = ۵/۴۵ \times ۱۰^{-۳} dm^۳ = ۵/۴۵ cm^۳$$

مثال ۴ـ۱۸: جرم قطعه‌ای مطابق شکل را برحسب کیلوگرم به‌دست آورید. $\left(\rho = ۲/۶ \frac{kg}{dm^۳}\right)$



حل:

مرحلهٔ اول: ابتدا با تفکیک شکل، حجم قطعه را برحسب $dm^۳$ به‌دست می‌آوریم.

$$V = \frac{\pi D^۲}{۴} \times h + \frac{\pi d^۲}{۴} \times h$$

$$V = \frac{۳/۱۴(۰/۵)^۲}{۴} \times ۰/۹ + \frac{۳/۱۴(۰/۲۵)^۲}{۴} \times ۰/۳$$

$$V = ۰/۱۷۶۶۲۵ + ۰/۰۱۴۷۱۸۷۵$$

$$V = ۰/۱۹۱۳۴۳۷۵ dm^۳$$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ جرم و جای‌گذاری و محاسبه

$$m = \rho.V$$

$$m = ۲/۶ \times ۰/۱۹۱۳۴۳۷۵$$

$$m = ۰/۴۹۷۵ kg$$

مثال ۵ـ۱۸: جرم هرمی از جنس آلومینیم با سطح قاعدهٔ مربع، به ضلع ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۹۰ میلی‌متر را به‌دست آورید. $(\rho = ۲/۷ \frac{kg}{dm^۳})$

حل:

مرحلهٔ اول: رسم شکل با ابعاد dm

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ حجم هرم کامل و جای‌گذاری و محاسبه

$$V = \frac{۱}{۳}Ah = \frac{a \times b \times h}{۳} = \frac{۰/۵ \times ۰/۵ \times ۰/۹}{۳} = ۰/۰۷۵ dm^۳$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطهٔ جرم و جای‌گذاری و محاسبه

$$m = \rho.V$$

$$m = ۲/۷ \times ۰/۰۷۵$$

$$m = ۰/۲۰۲۵ kg$$

مثال ۶ـ۱۸: جرم یک قطعهٔ فولادی ۲/۵ کیلوگرم و جرم آب هم‌حجم آن ۰/۳۵ کیلوگرم است چگالی نسبی آن را به دست آورید.

$$d = \frac{m}{m'} = \frac{۲/۵}{۰/۳۵} = ۷/۱۴$$

هنرآموز محترم بهتر است چند تمرین دیگر نیز طرح کند و هنرجویان این تمرین‌ها را با نظارت هنرآموز در کلاس مورد بحث و بررسی قرار دهند.

نتیجه‌گیری

۱ــ مقدار مادهٔ موجود در جسم را جرم گویند.

۲ــ جرم واحد حجم یک جسم را چگالی گویند.

۳ــ نسبت چگالی یک جسم به چگالی آب را چگالی نسبی گویند.

۴ــ واحد جرم در سیستم SI کیلوگرم است.

۵ــ واحد چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر متر مکعب است.

۶ــ چگالی نسبی واحد ندارد.

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۵۹ و ۶۰ و ۶۱ از شماره ۱ الی ۱۲ به عنوان تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

فصل ششم

وزن

هدف

۱ــ وزن را تعریف کند.

۲ــ شتاب ثقل زمین را در نقاط مختلف بررسی کند.

۳ــ رابطهٔ وزن، جرم و شتاب ثقل زمین را بررسی کند.

۴ــ تبدیلات مربوط به واحدهای وزن و شتاب ثقل زمین را انجام دهد.

۵ــ با استفاده از رابطهٔ وزن مسائل مربوط به وزن را محاسبه نماید.

۶ــ رابطهٔ وزن مخصوص و جرم مخصوص را بررسی کند.

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم وزن

۲ــ مفهوم میدان جاذبه زمین

۳ــ مفهوم شتاب ثقل زمین

۴ــ مفهوم وزن مخصوص

۵ــ مفهوم اجزا مخصوص

مفاهیم اساسی

۱ــ وزن برآیند نیروهایی است که از طرف کره زمین به ذرات یک جسم وارد می‌شود.

۲ــ نیرویی که زمین در هر نقطه به واحد جرم وارد می‌کند، شدت میدان جاذبه در آن نقطه را مشخص می‌کند.

۳ــ وزن کمیتی است برداری و آن را با نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنند.

۴ــ هرگاه جسمی در میدان جاذبه زمین و در نزدیکی آن در امتداد قائم سقوط کند، حرکتی خواهد داشت مستقیم‌الخط تندشونده به‌طوری که شتاب این حرکت یعنی تغییرات سرعت آن در واحد زمان، شدت میدان جاذبه خواهد بود.

۵ــ واحد شتاب جاذبه یا شتاب ثقل زمین متر بر مجذور ثانیه یا نیوتن بر کیلوگرم است.

۶ــ واحد وزن در سیستم SI نیوتن است و یک نیوتن نیرویی است که اگر بر جرم یک کیلوگرم وارد شود به آن شتابی برابر یک متر بر مجذور ثانیه می‌دهد.

۷ــ وزن واحد حجم یک جسم را وزن مخصوص یا وزن حجمی گویند.

انتظارات آموزشی: دانش‌آموز باید در پایان این فصل قادر باشد:

الف) در سطح دانش

۱ــ وزن را تعریف کند.

۲ــ شدت میدان جاذبه را تعریف کند.

۳ــ شتاب جاذبه یا شتاب ثقل را تعریف کند.

۴ــ واحدهای وزن را نام ببرد.

۵ــ واحدهای شتاب ثقل را نام ببرد.

۶ــ وزن مخصوص را تعریف کند.

۷ــ واحدهای وزن مخصوص را نام ببرد.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ وزن و عوامل مؤثر در آن را توضیح دهد.

۲ــ واحدهای وزن براساس رابطه آن را توضیح دهد.

۳ــ شدت میدان جاذبه زمین را توضیح دهد.

۴ــ شتاب ثقل زمین در نقاط مختلف را توضیح دهد.

۵ــ رابطه بین وزن، جرم و شتاب ثقل را توضیح دهد.

۶ــ رابطه وزن مخصوص را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات

۱ــ تبدیل واحدهای وزن را برای حل مسائل به‌کار برد.

۲ــ رابطه بین وزن، جرم و شتاب ثقل را برای حل مسائل به‌کار برد.

۳ــ رابطه وزن مخصوص و جرم مخصوص (چگالی) را در حل مسائل به‌کار برد.

۴ــ تبدیل واحدهای شتاب ثقل را در حل مسائل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ رابطه وزن با شتاب جاذبه را مورد بررسی قرار دهد.

۲ــ علل تغییرات شتاب ثقل زمین در نقاط مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

۳ــ نحوه تعیین وزن اجسام را مورد بررسی قرار دهد.

۴ــ تفاوت بین جرم و وزن را موردتجزیه و تحلیل قرار دهد.

۵ــ واحدهای اندازه‌گیری وزن در سیستم‌های مختلف را مورد بررسی قرار دهد.

۶ــ چگالی و وزن مخصوص را با یکدیگر مقایسه کند.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل یک جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حل مسائل و تمرینات و بررسی تکالیف درنظر گرفته شده است.

جلسه نوزدهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ بررسی تکالیف و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: وزن

قبل از ورود به بحث جهت تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح می‌گردد.

۱ـ منظور از وزن چیست؟
۲ـ منظور از شدت میدان جاذبه زمین چیست؟
۳ـ آیا وزن اجسام در ارتفاع‌های مختلف یکسان است؟
۴ـ وزن را چگونه اندازه می‌گیرند؟
۵ـ چرا نمی‌توان با ترازو وزن اجسام را اندازه‌گیری نمود.
۶ـ فرق وزن با جرم چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بحث را شروع کرد:

تعریف وزن: یکی از خصوصیات مهم ماده، ایجاد میدان جاذبه در اطراف آن است. هنگامی که دو جسم کنار هم قرار می‌گیرند، براساس جرم هردو جسم و فاصله بین آن‌ها یک نیروی جاذبه‌ای بین آن‌ها به‌وجود می آید که این نیرو با جرم دو جسم نسبت مستقیم و با مجذور فاصله بین دو جسم نسبت عکس دارد؛ یعنی هرچه جرم دو جسم بیشتر و دو جسم به هم نزدیکتر باشند، نیروی بیشتری به یکدیگر وارد می‌کنند. به‌طور مثال می توان نیروی جاذبه دو سیاره را نسبت به هم‌درنظر گرفت.

نیروی جاذبه بین اجسام معمولاً خیلی ضعیف و غیرقابل اندازه‌گیری است. به عنوان مثال نیروی جاذبه بین شما و یک کتاب تقریباً یک ده میلیونیم نیوتن ($۱۰^{-۷}\,N$) است و از آن‌جایی که کلیه اجسام روی زمین در مجاورت زمین قرار دارند و جرم زمین بسیار بزرگتر از اجسام است، طبیعی است که زمین اجسام نزدیک خود را با نیروی قابل توجهی به طرف خود بکشد یعنی کُره زمین با جرم $۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\,kg$، با ایجاد میدان جاذبه مادی

همه اجسام را با نیرویی به طرف خود جذب می‌کند که این نیروی جاذبه را وزن می‌گویند. در حقیقت:

وزن یک جسم عبارت است از برآیند نیروهایی که از طرف کره زمین به ذرات آن جسم وارد می‌شود، به‌طوری که نقطه اثر این نیرو مرکز ثقل جسم و جهت آن به طرف مرکز زمین است.

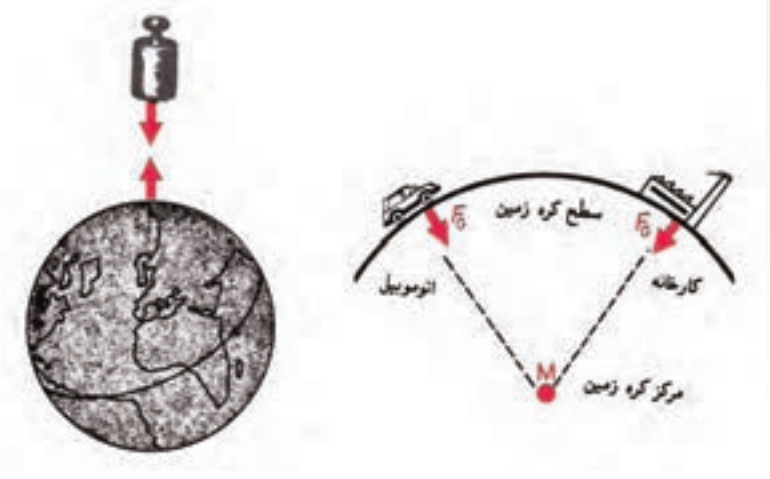
چنان چه جسمی را به نیروسنجی آویزان کنیم، افزایش طول فنر نیروسنج نشان می‌دهد که نیرویی جسم را به طرف زمین می‌کشد. این کشش به سوی زمین را نیروی گرانش زمین می‌گویند و به‌طور کلی می‌توان گفت وزن یک جسم در روی زمین یا کره‌ای دیگر برابر نیروی گرانشی است که از طرف زمین یا آن کرهٔ دیگر به آن جسم وارد می‌شود. وزن مانند نیرو کمیتی است برداری و آن را با حرف W نشان می‌دهند.

شدت میدان جاذبه زمین:

نیرویی که زمین در هر نقطه بر واحد جرم وارد می‌کند شدت میدان جاذبه در آن نقطه را مشخص می‌کند. هر چه شدت میدان جاذبه افزایش یابد، وزن جسم متناسب با آن بیشتر خواهد شد. هرگاه جسمی در میدان جاذبه زمین و در نزدیکی آن در امتداد خط قائم سقوط کند حرکتی خواهد داشت مستقیم‌الخط، تندشونده به‌طوری که شتاب این حرکت یعنی تغییرات سرعت آن در واحد زمان، همان شدت میدان جاذبه (g) خواهد بود؛ به همین علت می‌توان همواره به‌جای عبارت شدت میدان جاذبه زمین، از معادل آن یعنی شتاب ثقل زمین استفاده کرد.

$$g = \frac{V - V_{\circ}}{t} = \frac{\Delta V}{t}$$

$$\text{واحد } g = \frac{\frac{m}{s}}{\frac{s}{1}} = \frac{m}{s^2}$$



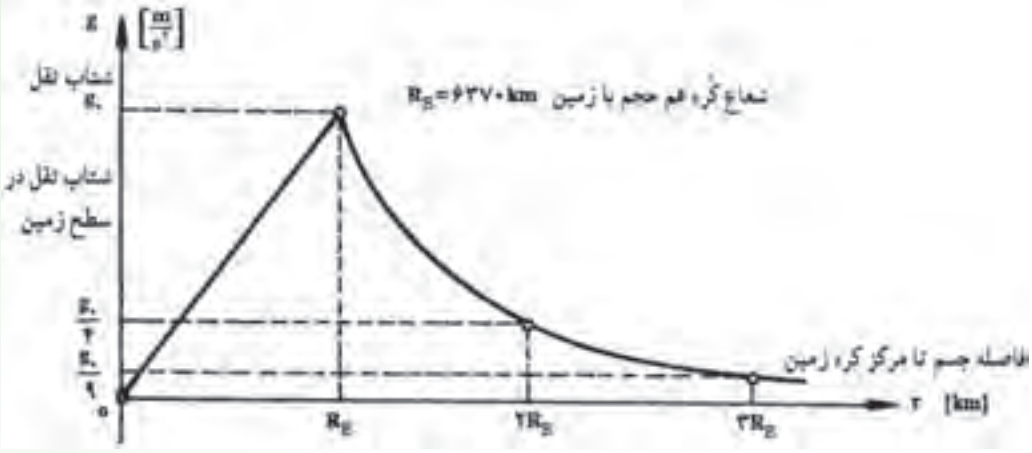
شتاب ثقل زمین

شدت میدان جاذبه یا شتاب ثقل در سطح زمین تقریباً ۹/۸ نیوتن بر کیلوگرم (متر بر مجذور ثانیه) است اگر جسمی را از زمین به اندازه‌ای دور کنیم که از جوّ خارج شود چون شتاب ثقل در جوّ وجود ندارد (صفر است) لذا جسم بی‌وزن خواهد شد یعنی اجسام در مجاور زمین دارای وزن می‌باشند شتاب ثقل در نقاط مختلف متناسب با عکس مجذور فاصله تا مرکز زمین است ($g \propto \frac{1}{R^2}$) با توجه به رابطه فوق نتیجه می‌گیریم که در نقاط نزدیک

به مرکز زمین، شدت میدان شتاب ثقل بیشتر خواهد شد و در نقاط دورتر از مرکز زمین شدت میدان ضعیف‌تر و شتاب ثقل کمتر خواهد بود. این قانون تا سطح زمین صادق است و شتاب در درون زمین کمتر از سطح آن است (در مرکز زمین شتاب ثقل صفر است) چرا؟

محاسبه نشان می‌دهد که به ازاء هر ۳ متر که از سطح زمین دور شویم مقدار شتاب ثقل (g) به اندازه $(\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰})$ یک صدهزارم متر بر مجذور ثانیه کاهش می‌یابد.

_ تغییرات شتاب ثقل زمین نسبت به فاصله تا مرکز آن (زمین کره ای متجانس فرض شده است)



علاوه بر تغییرات و کاهش اندازه g برحسب ارتفاع از سطح زمین مقدار آن از قطبین تا خط استوای زمین نیز به تدریج کاسته می شود به‌طوری که شتاب ثقل در قطب ماکزیمم و برابر ۹/۸۳ متر بر مجذور ثانیه و در استوا (کنار اقیانوس و سطح دریای آزاد) مینیمم و برابر ۹/۷۸ متر بر مجذور ثانیه است.

باید توجه داشت که حتی لایه‌ها و طبقات نامتجانس پوسته جامد زمین (کوه‌ها، چین‌خوردگی‌ها و ناهمواری های سطح آن) برروی اندازه و جهت (g) تأثیر دارند؛ به‌طوری که تغییرات چگالی این لایه‌ها نیز شتاب ثقل را تغییر می‌دهند.

یکی دیگر از علل تغییرات (g) برحسب عرض جغرافیایی، مربوط به کروی نبودن کامل شکل زمین است و با تغییر محل جسم در سطح زمین فاصله جسم از مرکز زمین اندکی تغییر می‌کند و غالباً از این تغییرات جزئی صرف نظر می‌شود.

رابطه وزن، جرم و شتاب ثقل

هرگاه جسمی به جرم m تحت تأثیر گرانش زمین قرار گیرد حاصل ضرب جرم جسم در شتاب ثقل زمین را وزن گویند.

$$W = mg$$

که دراین رابطه

W: وزن

m: جرم جسم

g: شتاب ثقل یا شتاب جاذبه

واحدهای وزن: با توجه به رابطه وزن، وزن یک جسم به دو عامل جرم جسم و شتاب جاذبه در همان نقطه بستگی دارد و واحدهای هر دوکمیت جرم و شتاب در واحد وزن دخالت دارند. واحد وزن در سیستم SI نیوتن می‌باشد و یک نیوتن، نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتاب یک متر بر مجذور ثانیه می‌دهد.

$$W = m.g$$

$$1N = 1kg \times 1 \, m/s^2$$

اجزا و اضعاف واحد وزن: اجزاء و اضعاف واحد وزن به قرار زیر است:

$$MN \underset{\div 1000}{\overset{\times 1000}{\rightleftarrows}} KN \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} daN \underset{\div 10}{\overset{\times 10}{\rightleftarrows}} N \underset{\div 10^5}{\overset{\times 10^5}{\rightleftarrows}} dyn$$

دین dyn: نیرویی که به جرم یک گرم شتاب یک سانتی متر بر مجذور ثانیه بدهد $1dyn = 1g \times 1 \frac{cm}{s^2}$

اجزا برای وزن اجسام سبک استفاده می‌شود و اضعاف برای واحدهای فرعی و بزرگتر از نیوتن به‌کار می رود.

یکی از واحدهای دیگر وزن که امروز در مسائل علمی کمتر به‌کار می‌رود کیلوگرم نیرو (kgf) است.

$$1kgf = 9/8N$$

$$1gf \quad 10 \quad kgf$$

واحد وزن در سیستم F.P.S پوند ـ نیرو می‌باشد

$$1N = 0/225lb$$

واحد شتاب ثقل: شتاب جاذبه در سیستم SI دو واحد دارد.

۱ــ طبق تعریف تغییرات سرعت در واحد زمان $\frac{m}{s^2}$ می‌باشد.

$$g=\frac{\Delta V}{t}=\frac{\frac{m}{s}}{s}=\frac{m}{s^2}$$

۲ــ طبق تعریف وزن نیوتن بر کیلوگرم است.

$$W=mg$$

$$g=\frac{W}{m}=\frac{N}{kg}$$

چنانچه مشاهده می‌شود $\frac{N}{kg}=\frac{m}{s^2}$ است؛ زیرا $\frac{N}{kg}=\frac{kg\frac{m}{s^2}}{kg}=\frac{m}{s^2}$

تذکر: واحد فرعی دیگر که برای شتاب جاذبه استفاده می‌شود، $\frac{cm}{s^2}$ است.

رابطه وزن با جرم

دو جسم با جرم‌های مختلف در یک نقطه دارای شتاب جاذبه یکسان می‌باشند لذا نسبت وزن آن‌ها به حجم با نسبت جرم‌های آن‌ها رابطه مستقیم دارد.

$$W=mg$$

$$W'=m'g \Rightarrow \frac{W}{W'}=\frac{mg}{m'g}$$

$$\boxed{\frac{W}{W'}=\frac{m}{m'}}$$

یک جسم با جرم m در دو نقطه مختلف، دارای شتاب جاذبه یکسان نمی‌باشد. لذا نسبت وزن جسم در دو نقطه با نسبت شتاب جاذبه رابطه مستقیم دارد.

$$W=mg$$

$$W'=mg' \Rightarrow \frac{W}{W'}=\frac{mg}{mg'}$$

$$\boxed{\frac{W}{W'}=\frac{g}{g'}}$$

مثال ۱ــ۱۹: وزن یک جسم در تهران که شتاب ثقلی برابر $۹/۷۹ \frac{m}{s^2}$ دارد ۸۴۰۰ نیوتن است وزن این جسم در قطب که شتاب ثقل آن $۹/۸۳ \frac{m}{s^2}$ است چند نیوتن بیشتر خواهد شد؟

وزن در تهران $\begin{cases} W_1=۸۴۰۰ \\ g_1=۹/۷۹ \end{cases}$

وزن در قطب $\begin{cases} W_2=? \\ g_2=۹/۸۳ \end{cases}$

$$\frac{W_2}{W_1}=\frac{g_2}{g_1}$$

$$\frac{W_2}{۸۴۰۰}=\frac{۹/۸۳}{۹/۷۹}$$

$$W_2=\frac{۹/۸۳\times ۸۴۰۰}{۹/۷۹}=۸۴۳۴/۳۲(N)$$

تفاوت وزن بین دو نقطه برابر است با:

$$W-W=۸۴۳۴/۳۲-۸۴۰۰=۳۴/۳(N)$$

وزن در تهران وزن در قطب

مثال ۲ـ۱۹: وزن جسمی در روی زمین ۹۸۰ نیوتن است وزن آن را در کره ماه به‌دست آورید.

$g_{\text{زمین}}=۹/۸$ $g_{\text{ماه}}=۱/۶۷$

چون چرم جسم ثابت است لذا خواهیم داشت: $\frac{W_2}{W_1}=\frac{g_2}{g_1}$

وزن در زمین $\begin{cases}W_1=۹۸\\ g_1=۹/۸\end{cases}$

وزن در ماه $\begin{cases}W_2=?\\ g_2=۱/۶۷\end{cases}$

$$\frac{W_2}{۹۸}=\frac{۱/۶۷}{۹/۸}\qquad W_2=\frac{۱/۶۷\times ۹/۸}{۹/۸}=۱۶/۷(N)$$

مثال ۳ـ۱۹: جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم دارای وزن ۹۸۰ نیوتن می‌باشد. وزن جسم دیگری به جرم ۵۰ کیلوگرم در همین نقطه چقدر است؟

$m_1=۱۰$ $W_2=?$

$W_1=۹۸۰$

$m_2=۵۰$

چون در یک نقطه مقدار شتاب جاذبه (g) ثابت می‌باشد.

لذا خواهیم داشت:

$$\frac{W_2}{W_1}=\frac{m_2}{m_1}$$

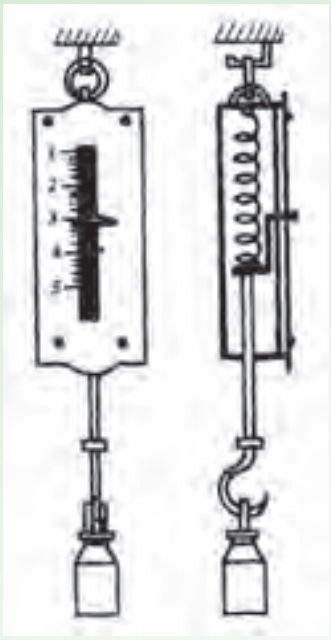
$$\frac{W_2}{۹۸۰}=\frac{۵۰}{۱۰}\qquad W_2=\frac{۹۸۰\times ۵۰}{۱۰}=۴۹۰۰(N)$$

تفاوت جرم با وزن

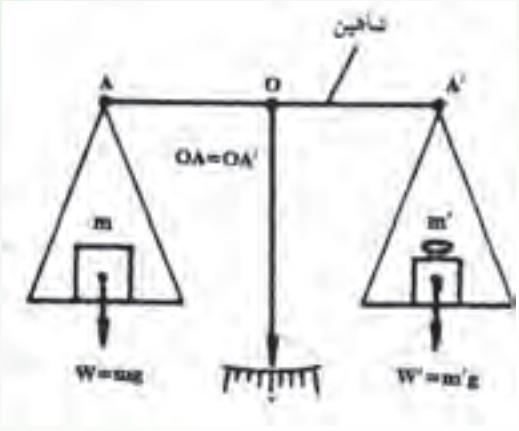
۱ـ جرم مقدار ماده موجود در جسم است، ولی وزن نیرویی است که از طرف زمین بر جرم جسم وارد می‌شود.

۲ـ واحد جرم کیلوگرم است و واحد وزن نیوتن می‌باشد.

۳ـ جرم را با ترازو اندازه می‌گیرند، وزن را با نیروسنج



اندازه‌گیری وزن اجسام توسط نیروسنج



تعیین جرم اجسام توسط ترازوی شاهین‌دار

۴ـ جرم کمیتی است عددی (اسکالر) و وزن کمیتی است برداری.

جرم یک جسم در تمام نقاط مقداری است ثابت، اما وزن به علت تغییرات شتاب جاذبه در تمام نقاط یکسان نمی‌باشد.

رابطه وزن مخصوص و جرم مخصوص

وزن واحد حجم یک جسم را وزن مخصوص یا وزن حجمی می‌گویند؛ در صورتی که جرم مخصوص یا چگالی عبارت است از جرم واحد حجم یک جسم و رابطه آن‌ها به قرار زیر است:

$$\begin{cases} \text{وزن مخصوص } D=\dfrac{W}{V} \\ \text{چگالی یا جرم مخصوص یا جرم حجمی } \rho=\dfrac{m}{V} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V=\dfrac{W}{D} \\ V=\dfrac{m}{\rho} \end{cases} \Rightarrow \frac{W}{D}=\frac{m}{\rho}$$

$$D=\frac{W.\rho}{m}=\frac{m.g.\rho}{m}$$

$$\boxed{D=\rho.g}$$

وزن مخصوص — جرم مخصوص

در این رابطه

D: وزن مخصوص N/m^3

ρ: جرم مخصوص kg/m^3

g: شتاب جاذبه m/s^2

مثال ۴ـ۱۹: جسمی به حجم ۰/۲ متر مکعب دارای وزن ۵۰۰۰ نیوتن می‌باشد وزن مخصوص و جرم مخصوص آن را به‌دست آورید. $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$

داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$D = ? \frac{N}{m^۳}$	$V = ۰/۲ m^۳$
$\rho = ?$	$W = ۵۰۰۰ N$
	$g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$

۲ــ نوشتن رابطه وزن مخصوص

$$D = \frac{W}{V}$$

$$D = \frac{۵۰۰۰}{۰/۲} = ۲۵۰۰۰ \frac{N}{m^۳}$$

۳ــ نوشتن رابطه بین وزن مخصوص و جرم مخصوص

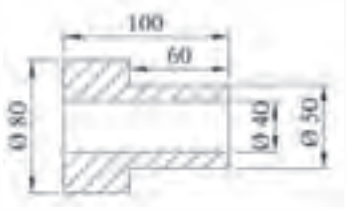
$$D = \rho . g$$

$$۲۵۰۰۰ = \rho \times ۱۰$$

$$\rho = \frac{۲۵۰۰۰}{۱۰} = ۲۵۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

مثال ۵ـ۱۹: وزن شکل زیر را به دست آورید.

$\pi = ۳$ $g = ۱۰$ $\rho = ۸ \frac{kg}{m^۳}$

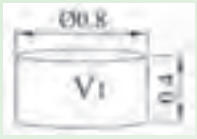
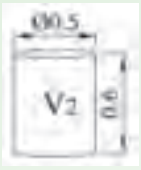


الف) داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$W = ?$	$g = ۱۰$
	$\pi = ۳$
	$\rho = ۸ \frac{kg}{m^۳}$

۲ــ محاسبه حجم بر حسب $dm^۳$

$$V = V_۱ + V_۲ - V_۳$$

$V =$  $+$  $+$

$$V = \frac{\pi D_1^2}{4} \times h_1 + \frac{\pi D_2^2}{4} \times h_2 - \frac{\pi D_3^2}{4} \times h_3$$

$$V = \frac{3(0/8)^2}{4} \times 0/4 + \frac{3(0/5)^2}{4} \times 0/6 - \frac{3(0/4)^2}{4} \times 1$$

$$V = 0/192 + 0/1125 - 0/12$$

$$V = 0/1845 dm^3$$

$$m = \rho.V$$

$$m = 8 \times 0/1845$$

$$m = 1/4780 kg$$

$$W = mg$$

$$W = 1/478 \times 10$$

$$\boxed{W = 14/78(N)}$$

پیشنهاد می‌شود توسط هنرآموز چند تمرین دیگر مطرح گردد و در کلاس توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

۱ــ وزن عبارت است از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب جاذبه زمین $W = mg$

۲ــ نیرویی که زمین در هر نقطه بر واحد جرم وارد می‌کند شدت میدان جاذبه در آن نقطه را مشخص می‌کند.

۳ــ شتاب ثقل در نقاط مختلف یکسان نمی‌باشد و با مجذور فاصله جسم از سطح زمین نسبت عکس دارد.

۴ــ وزن کمیتی است برداری و آن را با نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنند.

۵ــ وزن در تمام نقاط یکسان نیست چون شتاب جاذبه یکسان نمی‌باشد.

۶ــ واحد وزن نیوتن است و یک نیوتن نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتاب یک متر بر مجذور ثانیه می‌دهد.

تمرین

تمرین‌های صفحه ۷۱ و ۷۲ و ۷۳ کتاب محاسبات فنی عمومی از شماره ۱ تا ۷ جهت تکلیف هنرجویان مشخص شود و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

فصل هفتم

کار و توان

هدف

۱ــ کار را تعریف کند.

۲ــ واحد کار در سیستم SI را شرح دهد.

۳ــ کار را در راستای افق محاسبه نماید.

۴ــ کار را در استای قائم محاسبه نماید.

۵ــ توان را تعریف کند.

۶ــ واحد توان را شرح دهد.

۷ــ توان را محاسبه نماید.

۸ــ ضریب بهره را محاسبه نماید.

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم کار

۲ــ مفهوم توان

۳ــ مفهوم ضریب بهره

مفاهیم اساسی

۱ــ کار زمانی صورت می‌گیرد که به جسمی نیرو وارد شود و جسم در راستای نیرو جابه‌جا گردد.

۲ــ کار عبارت است از حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی نقطه اثر نیرو، در راستایی که نیرو اثر می‌کند.

۳ــ کار در سه راستا انجام می‌گیرد: ۱ــ راستای افق ۲ــ راستای زاویه‌دار (سطح شیبدار)

۳ــ راستای قائم

۴ــ واحد کار در سیستم SI ژول می‌باشد و آن عبارت است از تغییر مکان نیروی یک نیوتنی به اندازه یک متر.

۵ــ واحد کار الکتریکی وات ثانیه است که با ژول برابر است.

۶ــ اجزا و اضعاف واحد کار ژول عبارتند از میلی‌ژول، کیلوژول.

۷ــ توان عبارت است از کار انجام شده در واحد زمان.

۸ــ واحد توان در سیستم SI وات می‌باشد و آن عبارت است از یک ژول کار در مدت یک ثانیه.

۹ــ اجزا و اضعاف توان عبارتند از میلی‌وات و کیلووات.

۱۰ــ نسبت توان گرفته شده (خروجی) به توان داده شده (ورودی) را ضریب بهره گویند.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد

الف: در سطح دانش

۱ــ کار را تعریف کند

۲ــ واحد کار در سیستم SI را تعریف کند.

۳ــ انواع کار را نام ببرد.

۴ــ واحدهای کار را نام ببرد.

۵ــ توان را تعریف کند.

۶ــ واحد توان را در سیستم SI را تعریف کند.

۷ــ اجزا و اضعاف واحد توان را نام ببرد.

۸ــ ضریب بهره را تعریف کند.

۹ــ عوامل مؤثر در ضریب بهره را نام ببرد.

ب: در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ کار را تشریح کند.

۲ــ انواع کار را تشریح نماید.

۳ــ رابطه‌های کار را توضیح دهد.

۴ــ واحد کار و تبدیل واحدهای آن را توضیح دهد.

۵ــ توان را تشریح نماید.

۶ــ رابطه‌های توان را توضیح دهد.

۷ــ واحد توان و تبدیل واحدهای آن را توضیح دهد.

۸ــ ضریب بهره را تشریح نماید.

۹ــ رابطه ضریب بهره را توضیح دهد.

ج: در سطح کاربرد معلومات

۱ــ تبدیل واحدهای کار را در حل مسائل به‌کار برد.

۲ــ رابطهٔ کار در حل مسائل را به‌کار برد.

۳ــ تبدیل واحدهای توان را در حل مسائل به‌کار برد.

۴ــ رابطه‌های توان را در حل مسائل به‌کار برد.

۵ــ رابطه ضریب بهره را در حل مسائل به‌کار برد.

د: تجزیه و تحلیل

۱ــ کار و انرژی را با یکدیگر مقایسه کند.

۲ــ کار در راستای افق را با کار در راستای قائم مقایسه کند.

۳ــ کار در راستای افق با کار در راستای زاویه‌دار را مقایسه کند.

۴ــ واحد کار مکانیکی و الکتریکی را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ توان در راستای افق را با توان در راستای قائم مقایسه کند.

۶ــ توان داده شده (ورودی) را با توان گرفته شده (خروجی) مقایسه کند.

هـ: در سطح ترکیب و نوآوری

۱ــ نقش سطح شیبدار در فرایند انجام کار را مورد بررسی قرار دهید.

۲ــ تأثیر طول مسیر حرکت در کار در راستای قائم را مورد بررسی قرار دهد.

۳ــ نقش نیروی آب در تولید برق را مورد بررسی قرار دهد.

۴ــ وزنه‌بردار وزنه‌ای را در راستای قائم بلند کرده و بالای سر خود نگه می‌دارد دو حالت را مورد بررسی قرار دهد.

زمان پیش‌بینی شده : برای این فصل دو جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حل مسائل و تمرینات و برای تکالیف در نظر گرفته شده است.

جلسه بیستم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: کار

برای ورود به بحث درس این جلسه، بهتر است ابتدا چند سؤال برای ایجاد تمرکز ذهن هنرجویان به شرح زیر مطرح شود.

۱ــ اگر بر جسمی نیرو وارد کنیم و جسم حرکت نکند، کاری صورت گرفته است؟
۲ــ کار چه وقت صورت می‌گیرد؟
۳ــ تفاوت کار با انرژی چیست؟
۴ــ آیا مدت زمان انجام کار نقشی در میزان کار دارد؟
۵ــ تفاوت کار در راستای افق با راستای قائم چیست؟
۶ــ نیروی وزن چه موقع در میزان انجام کار مؤثر است؟
۷ــ آیا کار در راستای قائم به مسافت پیموده شده بستگی دارد؟

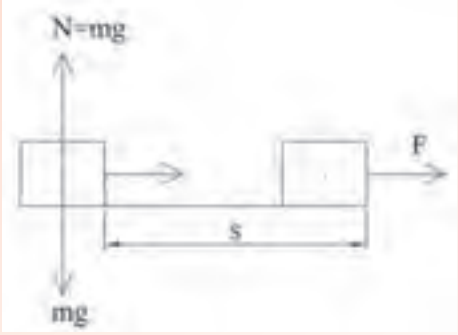
پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان نمود که:

۱ــ کار زمانی صورت می‌گیرد که بر جسمی نیرو وارد شود و جسم جابه‌جا شود. در نتیجه اگر نیرو به اندازه ای باشد که نتواند جسم را جابه‌جا کند. در این صورت کاری انجام نگرفته است. مانند هُل دادن دیوار.

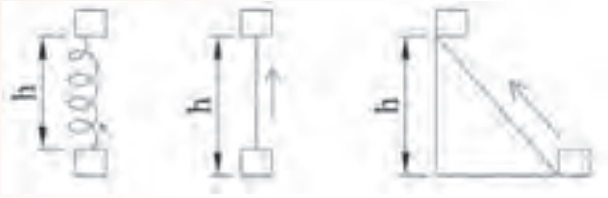
۲ــ کار از حاصل‌ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی به‌دست می‌آید. هم‌چنین از قبل می‌دانیم که انرژی، قابلیت یا توانایی انجام کار است.

۳ــ با توجه به مطالب گفته شده چون کار به نیرو و مسافت جابه‌جا شده بستگی دارد، پس مدت زمان انجام کار هیچ نقشی در میزان انجام کار ندارد. مثل جابه‌جا کردن یک جسم تا مسافت یک متر، خواه یک ثانیه طول بکشد خواه یک ساعت، میزان کار یکسان است.

۴ــ در راستای افق نیروی وزن جسم در جهت عمود بر زمین است با عکس‌العمل سطح خنثی می‌شود و فقط برآیند نیروهای افقی وارد بر جسم است که باعث حرکت جسم می‌شود و کار صورت می‌گیرد.



در صورتی که در جهت قائم، فقط نیروی وزن جسم در کار مؤثر است. مانند بالا بردن یخچال از طبقه هم کف به طبقات بالاتر ساختمان، که باید وزن یخچال را به ارتفاعی منتقل نمود و این کار می‌تواند با جرثقیل یا آسانسور یا شخص باربر از پله‌ها صورت گیرد؛ در نتیجه میزان کار در راستای قائم به مسافت پیموده شده بستگی ندارد، بلکه فقط به ارتفاع مسیر بستگی دارد.



تعریف کار: کار عبارت است از حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی نقطه اثر نیرو و در راستایی که نیرو اثر می‌کند و آن را با W نشان می‌دهد.

واحد کار: واحد کار در سیستم SI ژول است و آن عبارت است از کار حاصل از نیروی یک نیوتن وقتی که در راستای نیرو یک متر جابه‌جا شود.

۱ ژول (J) = ۱ نیوتن (N) × ۱ متر (m)

۱ــ رابطه کار در راستای افق: در راستای افق کار برابر است با حاصل‌ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی

کار = نیرو × مقدار جابه‌جایی

$$W = F \times S$$

در این رابطه

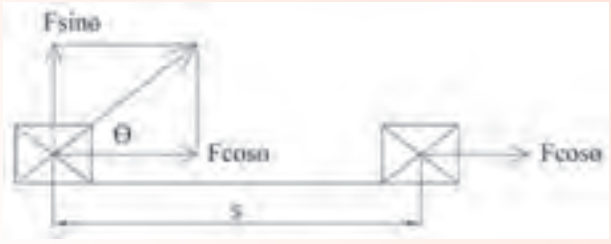
W: کار برحسب ژول (J)

F: نیرو برحسب نیوتن (N)

S: مقدار جابه‌جایی یا مسافت پیموده شده (برحسب متر (m)

۲ــ رابطه کار در راستای زاویه‌دار: چنان‌چه نیروی وارد بر جسم با زاویه θ به جسم اثر کند این نیرو به دو مؤلفه عمودی $(F\sin\theta)$و مؤلفه افقی $(F\cos\theta)$تبدیل می‌شود که مؤلفه افقی آن باعث حرکت جسم می‌گردد؛ طبق رابطه:

$$W = F\cos\theta \,.\, s$$



در این رابطه:

W: کار برحسب ژول (J)

F: نیرو برحسب نیوتن (N)

S: مقدار جابه‌جایی برحسب متر (m)

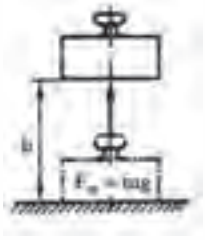
θ : زاویه نیرو با سطح افق برحسب درجه

۳ــ رابطه کار در راستای قائم: هنگامی که جسمی را می‌خواهیم از زمین بلند کنیم و به ارتفاعی انتقال دهیم، در این حالت نیروی حرکت، معادل نیروی وزن جسم می‌باشد و از حاصل‌ضرب نیروی وزن در ارتفاع پیموده شده، میزان کار در راستای قائم به‌دست می‌آید.

کار در راستای قائم = نیروی وزن × ارتفاع

$$W_{mg} = F_w \times h$$

$$W_{mg} = mgh$$



در این رابطه:

W_{mg}: کار در راستای قائم برحسب ژول (J)

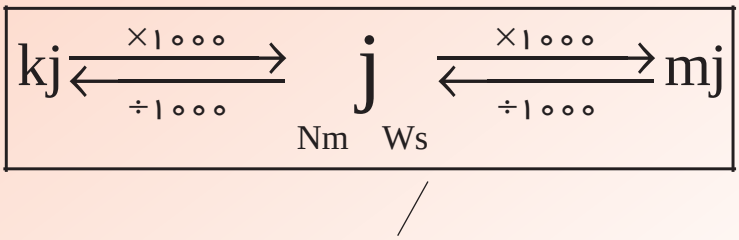
m: جرم جسم برحسب کیلوگرم (kg)

g: شتاب ثقل زمین برحسب متر بر مجذور ثانیه (m/s^2)

h: ارتفاع برحسب متر (m)

اجزا و اضعاف واحد کار: واحد کار در سیستم SI ژول می‌باشد که اضعاف آن کیلوژول (kj) و اجزای آن

میلی‌ژول (mj) می‌باشد.



مثال ۱ـ۲۰: برای جابه‌جایی جعبه‌ای به جرم ۱۰۰ کیلوگرم روی زمین نیروی افقی ۵۰ نیوتن بر آن وارد کرده و جعبه را ۳۰ متر جابه‌جا می‌کنیم مقدار کار انجام شده را برحسب ژول و کیلوژول به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$F = ۵۰N$ $S = ۳۰m$ $m = ۱۰۰kg$	$W = ?J$ $W = ?kJ$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوط به کار در راستای افق: چون کار در راستای افق است جرم جعبه بی‌اثر است.

$$W = F.S$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$W = ۵۰ \times ۳۰ \qquad W = ۱۵۰۰J$$

مرحلهٔ چهارم: تبدیل J به kj

$$۱J = \frac{۱}{۱۰۰۰}kJ$$

$$۱۵۰۰J = ۱۵۰۰ \times \frac{۱}{۱۰۰۰}kJ = ۱/۵kJ$$

مثال ۲ـ۲۰: برای کشیدن چهار چرخه روی زمین، نیروی به اندازهٔ ۵۰ نیوتن برآن وارد می‌کنیم اگر نیرو با سطح افق زاویه ۶۰° بسازد برای انجام ۱۰۰ ژول کار، جسم چه مقدار باید جابه‌جا شود؟

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته

خواسته ها	داده ها

$\theta = ۶۰^\circ$ $W = ۱۰۰J$ $F = ۵۰N$	$S = ?m$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوطه به کار در راستای زاویه‌دار

$$W = F\cos\theta.S$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$۱۰۰ = ۵۰ \times \cos ۶۰ \times S$$

$$\cos ۶۰^\circ = \frac{۱}{۲}$$

$$۱۰۰ = ۵۰ \times \frac{۱}{۲} \times S$$

$$۱۰۰ = ۲۵S$$

$$S = \frac{۱۰۰}{۲۵} = ۴m$$

مثال ۳ـ۲۰: برای بلند کردن یک بوته ریخته‌گری ۶۰ کیلوگرمی و قرار دادن آن روی میزی به ارتفاع ۱/۵ متر چه مقدار کار مکانیکی برحسب ژول مورد نیاز است $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$m = ۶۰kg$ $h = ۱/۵m$ $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$	$W_{mg} = ?j$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوط به کار در راستای قائم

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$W_{mg} = mgh$$

$$W_{mg} = ۶۰ \times ۱۰ \times ۱/۵$$

$$W_{mg} = ۹۰۰J$$

مثال ۴ـ۲۰: جرم پاتیل ریخته‌گری شکل زیر ۱/۲ تن است اگر قطر بزرگ داخلی آن ۱۰۰۰ میلی‌متر و قطر کوچک داخلی آن ۸۰۰ میلی‌متر وارتفاع آن ۹۰۰ میلی‌متر باشد و $\frac{۵}{۶}$ حجم آن با مذاب چدن به جرم حجمی $۶۵۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ پرشده باشد، برای بلند کردن پاتیل گاهی و بردن به ارتفاع ۴متری چه مقدار کار مکانیکی برحسب kj مورد نیاز است؟ $(۱۰ \frac{m}{s^۲} =)$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$W_{mg} = ?kJ$	$D = ۱۰۰۰m$ $H = ۹۰۰mm$ $h = ۴$ $\rho = ۶۵۰۰$ $d = ۸۰۰mm$ $m_۱ = ۱/۲ton$ $\pi = ۳$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحدها

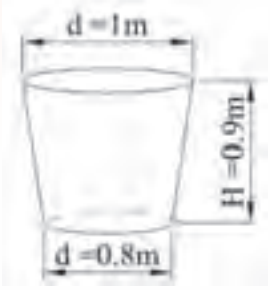
جرم پاتیل $m_۱ = ۱/۲ton \times ۱۰۰۰ = ۱۲۰۰kg$

$D = ۱۰۰۰mm \div ۱۰۰۰ = ۱m$

$d = ۸۰۰mm \div ۱۰۰۰ = ۰/۸m$

$H = ۹۰۰mm \div ۱۰۰۰ = ۰/۹m$

مرحله سوم: نوشتن رابطه و محاسبه حجم مخروط ناقص



$$A_۱ = \frac{\pi D^۲}{۴} = \frac{۳(۱)^۲}{۴} = ۰/۷۵m^۲$$

$$V = \frac{A_۱ + A_۲}{۲} \times H$$

$$A_۲ = \frac{\pi D^۲}{۴} = \frac{۳(۰/۸)^۲}{۴} = ۰/۴۸m^۲$$

حجم پاتیل $V = \frac{۰/۷۵ + ۰/۴۸}{۲} \times ۰/۹ \Rightarrow V = ۰/۵۵۳۵m^۳$

مرحله چهارم: محاسبه حجم مذاب

حجم مذاب $V' = \frac{۵}{۶}V$

حجم مذاب $V' = \frac{۵}{۶} \times ۰/۵۵۳۵ = ۰/۴۶۱۲۵m^۳$

مرحله پنجم: محاسبه جرم مذاب

جرم مذاب $m_۲ = \rho V' = ۶۵۰۰ \times ۰/۴۶۱۲۵ = ۲۹۹۸/۱۲۵kg$

مرحله ششم: محاسبه جرم کل

جرم مذاب + جرم پاتیل = جرم کل

$m = ۱۲۰۰ + ۲۹۹۸/۱۲۵$

$m = ۴۱۹۸/۱۲۵ kg$

مرحله هفتم: نوشتن رابطه کار در راستای قائم

$W_{mg} = m.g.h$

مرحله هشتم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$W_{mg} = ۴۱۹۸/۱۲۵ \times ۱۰ \times ۴$

$W_{mg} = ۱۶۷۹۲۵ J$

مرحله نهم: تبدیل J به kJ

$۱j = \frac{۱}{۱۰۰۰} kj$

$۱۶۷۹۲۵j = ۱۶۷۹۲۵ \times \frac{۱}{۱۰۰۰} kj = ۱۶۷/۹۲۵ kj$

پیشنهاد می شود هنرآموز چند تمرین دیگر به شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم درکلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ــ کار زمانی صورت می‌گیرد که بر جسمی نیرو وارد شود و جسم جابه‌جا گردد.

۲ــ انرژی: قابلیت یا توانایی انجام کار را انرژی گویند.

۳ــ کار به‌طور کلی از حاصل ضرب نیرو در جابه‌جایی ایجاد می‌شود.

۴ــ رابطهٔ کار وقتی نیرو افقی وارد می‌شود $W = F.S$

۵ــ رابطه کار وقتی نیرو با سطح افق زاویه می سازد $W = F\cos\theta.S$

۶ــ رابطه کار در راستای قائم $W_{mg} = mgh$

تمرین

تمرین‌های ۱ و ۱۲ از صفحه ۷۷ کتاب محاسبات فنی عمومی همراه با چند نمونه از مسائل دیگر که توسط هنرآموز مطرح می‌شود برای تکالیف در خانه مشخص گردد و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه بیست و یکم

ـ حضور و غیاب هنرجویان
ـ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ـ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ـ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ـ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: توان و ضریب بهره

قبل از ورود به بحث ابتدا چند سؤال برای ایجاد تمرکز هنرجویان به شرح زیر مطرح شود:

۱ـ منظور از توان چیست؟

۲ـ آیا توان با قدرت فرقی دارد؟

۳ـ فرق توان با کار چیست؟

۴ـ توان با زمان چه نسبتی دارد؟

۵ـ آیا توانی که روی وسایل الکتریکی نوشته شده توان واقعی است؟

۶ـ آیا توان ورودی و خروجی در وسایل انتقال حرکت و مبدل‌ها و ... یکسان است.

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

ـ توان یا قدرت هردو به یک مفهوم است و عبارت است از کار انجام شده در واحد زمان

ـ هرچه کار بیشتری در زمان کم‌تری صورت گیرد، یعنی توان آن بیشتر است و بالعکس، یعنی توان با زمان نسبت عکس دارد.

ـ در وسایل انتقال حرکت و یا ماشین‌های مبدل انرژی مقداری از توان گرفته شده صرف برطرف کردن عواملی مانند اصطکاک، مقاومت الکتریکی شده بخشی از آن به حرارت تبدیل می شود و بقیهٔ آن به صورت توان مفید ظاهر می‌شود. در نتیجه توان ورودی و خروجی هیچ‌گاه با هم برابر نبوده که از نسبت توان خروجی به توان ورودی راندمان یا بازده دستگاه به‌دست می‌آید.

توان: نسبت کار انجام شده به زمان انجام کار را توان گویند و آن را با (P) نشان می‌دهند.

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}}$$

واحد توان: واحد توان در سیستم SI وات می‌باشد و آن عبارت است از یک ژول کار که در مدت یک ثانیه انجام می‌شود.

کار / زمان = ژول / ثانیه = وات

رابطه توان

۱ـ اگر کار در راستای افق صورت گیرد رابطه توان به قرار زیر است:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.S}{t}$$

در این رابطه:

P: توان برحسب وات (W)

F: نیرو برحسب نیوتن (N)

s: جابه‌جایی برحسب متر (m)

t : زمان برحسب (s) ثانیه

چون در انجام کار، سرعت ثابت است، لذا از رابطه $V = \frac{S}{t}$ می‌توان در رابطه توان استفاده کرد:

$$P = \frac{F.S}{t} \overset{V}{\Rightarrow} P = F.V$$

در این رابطه:

P: توان W

F: نیرو برحسب N

V : سرعت m/s

۲ـ اگر کار در راستای قائم صورت گیرد رابطه توان به قرار زیر است:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$$

در این رابطه:

P: توان برحسب وات W

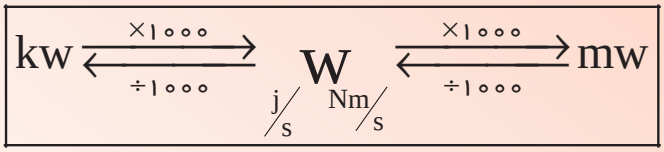
m: جرم برحسب kg

g: شتاب جاذبه m/s^2

h: ارتفاع برحسب m متر

t: زمان برحسب (s)

اجزا و اضعاف واحد توان: واحد توان در سیستم SI وات یا ژول بر ثانیه می‌باشد و اجزای آن میلی‌وات و اضعاف آن KW است



لازم به ذکر است که در کشتی‌رانی، قطار و غیره از واحد اسب بخار استفاده می شود که $1kW = 1/36 h.p$

ضریب بهره η:

روی وسایل انتقال حرکت و یا ماشین‌های مبدل انرژی، توان نوشته می‌شود که به آن توان ورودی گویند و در هنگام به‌کارگیری به علت عواملی همچون اصطکاک بخشی از توان کاسته می‌شود و بقیه آن به عنوان توان خروجی یا توان مفید ظاهر می‌شود.

نسبت توان گرفته شده (خروجی) به توان داده شده (ورودی) را ضریب بهره، بازده راندمان گویند.

$$\text{ضریب بهره (راندمان یا بازده)} = \frac{\text{توان خروجی (مفید)}}{\text{توان ورودی (داده شده)}}$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_e}{P_i} = \frac{P_۲}{P_۱}$$

در این رابطه:

η : ضریب بهره که واحد ندارد

P_{ab}: توان گرفته شده

P_{zu}: توان داده شده

P_e: توان مفید

P_i: توان اولیه

$P_۲$: توان خروجی

$P_۱$: توان ورودی

مثال ۱ـ۲۱: جرثقیل سقفی جسمی به جرم ۵ تن را در مدت ۳۰ ثانیه تا ارتفاع ۶متر بالا می‌برد در صورتی

که ضریب بهره ۰/۸ درصد باشد توان موتور جرثقیل را برحسب kW به‌دست آورید. $(g=10\,m/s^2)$

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته

داده‌ها	خواسته ها
$m=5\,ton$ $t=30\,(s)$ $h=6\,m$ $\eta=0/8$ $g=10\,m/s^2$	$P_1=?\,kW$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$$1\,ton=1000\,kg$$
$$5\,ton=5\times1000\,kg=5000\,kg$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطه توان گرفته شده یا خروجی

$$P_2=\frac{mgh}{t}$$

مرحلهٔ چهارم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$P_2=\frac{5000\times10\times6}{30}=10000\,W$$

مرحلهٔ پنجم: نوشتن رابطه ضریب بهره

$$\eta=\frac{P_2}{P_1}$$

مرحلهٔ ششم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$0/8=\frac{10000}{P_1}$$
$$0/8P_1=\frac{10000}{1}$$
$$P_1=\frac{10000}{0/8}=12500\,W$$

مرحلهٔ هفتم: تبدیل واحد W به kW

$$1\,W=\frac{1}{1000}\,kW$$

$$12500\,W=12500\times\frac{1}{1000}\,kW=12/5\,kW$$

مثال ۲ـ۲۱: الکتروموتوری با قدرت ۵ کیلووات باری به جرم m را در مدت ۲ دقیقه به ارتفاع ۸ متری می‌رساند در صورتی که ضریب بهره ۰/۸ باشد مقدار جرم (m) را برحسب کیلوگرم به‌دست آورید. $\left(g=10\,m/s^2\right)$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده‌ها
$m = ?kg$	$P_1 = ۵kW$ $t = ۲min$ $h = ۸m$ $\eta = ۰/۸$ $g = ۱۰ m/s^۲$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحدها:

$$P_1 = ۵kW \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰۰W$$

$$t = ۲min \times ۶۰ = ۱۲۰(s)$$

مرحله سوم: نوشتن رابطه ضریب بهره و پیدا کردن توان خروجی یا مفید

$$\eta = \frac{P_۲}{P_۱}$$

$$۰/۸ = \frac{P_۲}{۵۰۰۰}$$

$$P_۲ = ۰/۸ \times ۵۰۰۰$$

$$P_۲ = ۴۰۰۰W$$

مرحله چهارم: نوشتن رابطه توان خروجی یا توان مفید یا توان گرفته شده

$$P_۲ = \frac{mgh}{t}$$

مرحله پنجم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$۴۰۰۰ = \frac{m \times ۱۰ \times ۸}{۱۲۰}$$

$$۸۰m = ۴۸۰۰۰۰$$

$$m = \frac{۴۸۰۰۰۰}{۸۰}$$

$$m = ۶۰۰۰kg$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ــ کار انجام شده نسبت به زمان انجام کار را توان گویند.

۲ــ واحد توان در SI وات می‌باشد.

۳ــ رابطه‌های محاسبه توان عبارتند از: $P = \frac{mgh}{t}$ ، $P = F \cdot V$ ، $P = \frac{W}{t}$

۴ــ نسبت توان گرفته شده (مفید) به توان داده شده به دستگاه را ضریب بهره گویند.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

تمرین

تمرین‌های صفحه ۷۷ و ۷۸ از کتاب محاسبات فنی عمومی از شماره ۳ تا ۷ برای تکلیف در منزل مشخص شود. و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

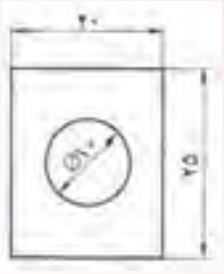
جلسه بیست و دوم

ارزشیابی (۳)

هنرآموز محترم در این جلسه از فصل اول و دوم و سوم و چهارم ۳۰٪ و از فصل‌های پنجم و ششم و هفتم و هشتم ۷۰٪ سؤال جهت ارزشیابی طرح نماید.

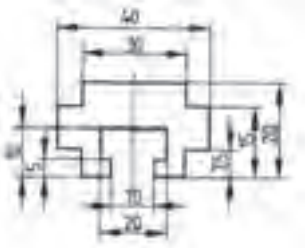
نمونه سؤالات پیشنهادی

۱ــ مطلوب است جرم فلانش نشان داده شده درصورتی که جنس آن از چدن خاکستری و ضخامت آن ۱۲mm باشد. $\left(\rho = ۷/۲۵ \frac{kg}{dm^۳}\right)$

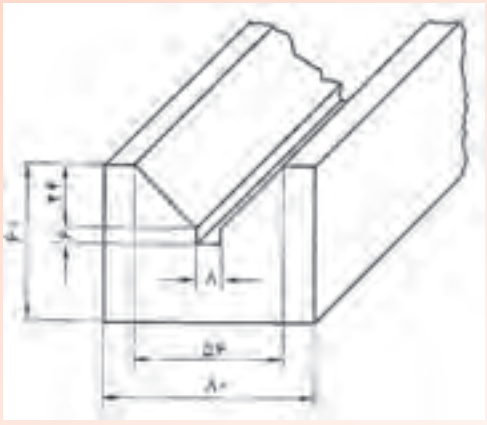


۲ــ جرم قطعه مطابق شکل را برحسب کیلوگرم به دست آورید. (جنس قطعه St۳۷ $\left(\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}\right)$

۳ــ جرم قطعه برنجی مطابق شکل را به‌دست آورید. $\rho = ۸/۵ \frac{kg}{dm^۳}$. طول قطعه ۱۸۰ میلی‌متر است.



۴ــ جرم منشوری فولادی به طول ۱۲۰ میلی‌متر با سطح مقطعی مطابق شکل را برحسب کیلوگرم حساب کنید. $\left(\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}\right)$

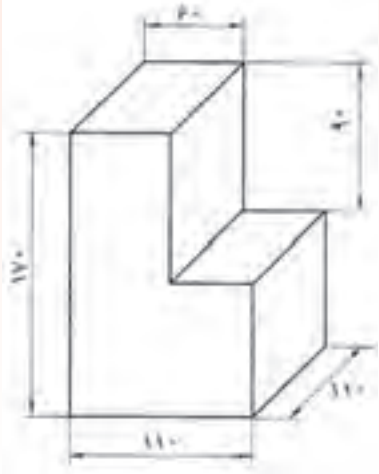


۵ــ یک قطعه آلومینیمی در شکل نشان داده شده است. حساب کنید:

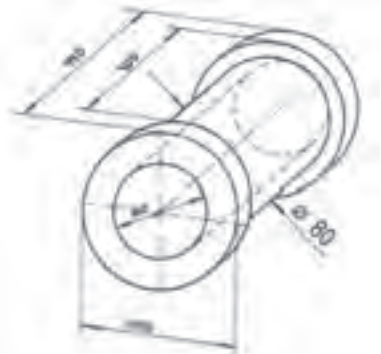
الف) جرم آن را برحسب کیلوگرم.

ب) چند قطعه از آن را می توان به وسیله کامیونی با ظرفیت ۳ تن حمل نمود.

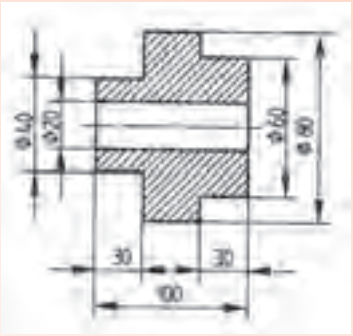
$\left(\rho = ۲/۷ \, {kg}/{dm^۳}\right)$



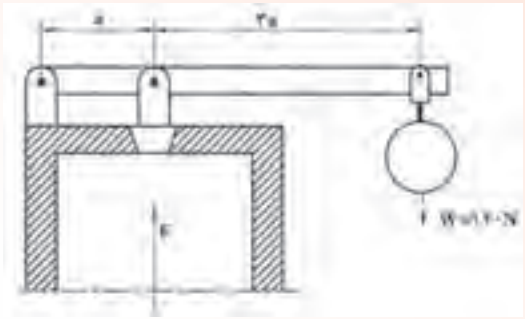
۶ــ جرم بوش برنجی مطابق شکل را محاسبه نمایید. «جرم حجمی $\rho = ۸/۳ \, {kg}/{dm^۳}$»



۷ــ وزن قرقره مطابق شکل را تعیین کنید. جنس آن از آلیاژ مس و قلع بوده و جرم حجمی آن ۶/۸ کیلوگرم بر دسی‌متر مکعب می‌باشد.



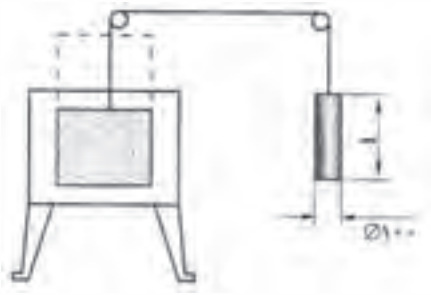
۸ ــ وزن وزنه سوپاپ اطمینانی بایستی ۱۲۰ نیوتن باشد. در صورتی که وزنه کروی و جنس آن از چدن باشد، قطر آن را به‌دست آورید $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



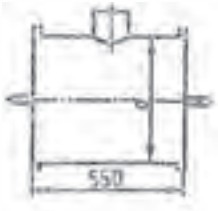
۹ــ در یک کوره آبکاری به کمک وزنه استوانه‌ای شکلی باز و بسته می‌شود. اگر جرم وزنه مربوطه $m = ۱۸kg$ و جنس آن از فولاد باشد حساب کنید (از اصطکاک قرقره‌ها صرف‌نظر شود).

الف) نیروی کشش سیم متصل به وزنه را برحسب نیوتن اگر $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ منظور شود.

ب) طول وزنه را برحسب میلی‌متر. $(\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳})$



۱۰ــ اگر ظرفیت بوته گردان مطابق شکل ۴۰۰ کیلوگرم مذاب G-AlSi باشد، قطر آن چقدر باید باشد؟ $(\rho = ۷/۲ \frac{kg}{dm^۳})$



۱۱ــ برای ساخت ۳۰ عدد ماهیچه‌تر مطابق شکل چند کیلوگرم ماسه ماهیچه موردنیاز است؟

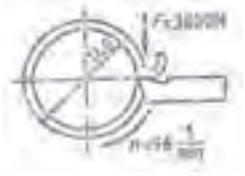
$(\rho = ۱/۲ \frac{kg}{dm^۳})$

۱۲ــ اندازه‌های داخلی بوته گردان مطابق شکل $l = ۱۵۰۰mm$ و $d = ۱۲۰۰mm$ است. بوته با $\frac{۳}{۵}$ ظرفیت حجمی خود از مذاب GS پرشده است. چرخ‌های واگن چه نیرویی را تحمل می‌کنند اگر وزن ملحقات واگن ۶۵۰۰ نیوتن و بوته خالی ۸۵۰۰ نیوتن باشد. $(\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳})$

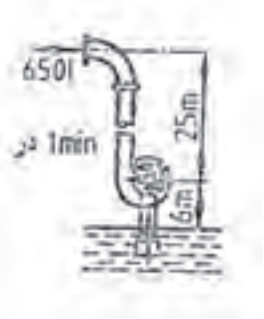
۱۳ــ یک بالابر چنگال‌دار مجهز به محرک الکتروهیدرولیکی است. حداکثر بار قابل حمل به وسیله آن ۱۵۰۰ کیلوگرم در سرعت ۰/۱ متر بر ثانیه است. توان گرفته شده به وسیله موتور آن را به‌دست آورید. اگر ضریب بهره ۰/۸۲ باشد.

۱۴ــ حداکثر بار قابل حمل به‌وسیله جرثقیلی ۱۲ تن در سرعت ۶/۲ متر در دقیقه و راندمان کلی ۰/۵۲ است. توان گرفته شده آن چند کیلووات است؟

۱۵ــ برای تراشکاری قطعه مطابق شکل نیروی برشی N ۳۸۰۰ اعمال می‌شود. توان براده برداری چند کیلووات است؟



۱۶ــ توان موتور پمپ مطابق شکل چند کیلووات است؟ اگر ضریب بهره پمپ ۰/۸ باشد؟



فصل هشتم

انتقال حرکت

هدف

۱ــ سرعت درحرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را تعریف کند.

۲ــ رابطه سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را بنویسید.

۳ــ سرعت در حرکت دورانی یکنواخت را تعریف کند.

۴ــ رابطه سرعت دورانی یکنواخت را بنویسید.

۵ــ مسایل مربوط به سرعت خطی را محاسبه کنید.

۶ــ مسایل مربوط به سرعت دورانی (محیطی) را محاسبه کنید.

۷ــ محاسبات مربوط به انتقال حرکت با چرخ تسمه‌ها را انجام دهد.

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم حرکت

۲ــ مفهوم حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت

۳ــ مفهوم سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت

۴ــ مفهوم حرکت دورانی

۵ــ مفهوم سرعت در حرکت دورانی

۶ــ مفهوم انتقال حرکت

مفاهیم اساسی

۱ــ هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند جسم حرکت می‌کند.

۲ــ حرکت می‌تواند مستقیم‌الخط یا دایره‌ای (محیطی) باشد.

۳ــ هرگاه متحرک در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی را طی کند، حرکت را یکنواخت گویند.

۴ــ هرگاه متحرک در زمان‌های مساوی مسافت‌های مختلف را طی کند. حرکت را غیریکنواخت یا شتابدار گویند.

۵ــ مسافت پیموده شده نسبت به زمان حرکت را سرعت متحرک گویند.

۶ــ سرعت عامل مهمی برای سنجش حرکت است.

۷ــ در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت، سرعت ثابت و شتاب صفر است.

۸ــ در حرکت شتابدار، سرعت ثابت نیست.

۹ــ واحد سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه $\frac{m}{s}$ می‌باشد و آن سرعت متحرکی است که در یک ثانیه، مسافتی برابر یک متر را طی می‌کند.

۱۰ــ واحدهای دیگر سرعت برحسب موارد کاربرد می‌توان $\frac{mm}{s}$ ، $\frac{cm}{s}$ ، $\frac{m}{min}$ و $\frac{km}{h}$ باشد.

۱۱ــ حرکت در مسیر دایره‌ای با سرعت ثابت را حرکت دورانی یکنواخت گویند.

۱۲ــ در حرکت دورانی یکنواخت با این که سرعت ثابت است ولی شتاب وجود دارد؛ زیرا جهت سرعت در هر لحظه تغییر می‌کند.

۱۳ــ سرعت در حرکت یکنواخت دورانی، از حاصل‌ضرب طول مسیر (محیط حرکت) در تعداد دوران به‌دست می‌آید.

۱۴ــ سرعت حرکت اجسام دوّار مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، سنگ سنباده و غیره را سرعت محیطی می‌گویند.

۱۵ــ تعداد دوران نشان می‌دهد که یک جسم در واحد زمان چند دفعه حول محور خود می گردد.

۱۶ــ به کمک تسمه و چرخ تسمه، انتقال و تغییر تعداد دوران و گشتاور در وسایلی که فاصله محوری زیاد نسبت به هم دارند امکان‌پذیر می‌شود.

۱۷ــ نسبت دورها و یا نسبت قطرها را نسبت انتقال حرکت گویند. نسبت دورها رابطه معکوس با نسبت قطرها دارد.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد.

الف) در سطح دانش

۱ــ حرکت را تعریف کند.

۲ــ انواع حرکت را نام ببرد.

۳ــ حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را تعریف کند.

۴ــ حرکت مستقیم‌الخط شتابدار را تعریف کند.

۵ــ سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را تعریف کند.

۶ــ واحدهای سرعت را نام ببرد.

۷ــ حرکت یکنواخت دورانی را تعریف کند.

۸ــ سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را تعریف کند.

۹ــ نسبت انتقال را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ انتقال حرکت را شرح دهد.

۲ــ حرکت را توضیح دهد.

۳ــ انواع حرکت را شرح دهد.

۴ــ سرعت را شرح دهد.

۵ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را توضیح دهد.

۶ــ تبدیل واحدهای سرعت را توضیح دهد.

۷ــ حرکت یکنواخت دورانی را شرح دهد.

۸ــ سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را شرح دهد.

۹ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را توضیح دهد.

۱۰ــ رابطه انتقال حرکت در تسمه و چرخ تسمه را توضیح دهد.

۱۱ــ نسبت انتقال را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات

۱ــ رابطه تبدیل واحدهای سرعت را در حل مسایل به‌کار برد.

۲ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را در حل مسایل به‌کار برد.

۳ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را در حل مسایل به‌کار برد.

۴ــ رابطه انتقال حرکت در تسمه چرخ و تسمه را در حل مسایل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ حرکت مستقیم الخط یکنواخت و حرکت مستقیم الخط شتابدار را باهم مقایسه کند.

۲ــ حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و حرکت یکنواخت دورانی را باهم مقایسه کند.

۳ــ سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم الخط با سرعت در حرکت یکنواخت دورانی مقایسه کند.

۴ــ واحدهای سرعت را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ انتقال حرکت به وسیله تسمه و چرخ تسمه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل، دو جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حل مسائل و تمرینات و بررسی تکالیف درنظر گرفته شده است.

جلسه بیست و سوم

ـ حضور و غیاب هنرجویان
ـ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ـ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ـ یادآوری مطالب جلسه قبل
ـ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: محاسبه سرعت در حرکت مستقیم الخط یکنواخت و دورانی یکنواخت

قبل از ورود به این بحث ابتدا برای تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح شود:

۱ـ مفهوم حرکت چیست؟

۲ـ چند نوع حرکت داریم؟

۳ـ عامل مهم سنجش حرکت چیست؟

۴ـ فرق سرعت خطی با سرعت محیطی چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد:

تغییر نقاط مادی را حرکت گویند حرکت امری نسبی است؛ یعنی از دید شخصی که در اتوبوسِ در حال حرکت، نشسته است، چنان‌چه خود را ساکن فرض کند، خیابان را در حال حرکت می‌بیند و در حالی که شخص در حرکت و خیابان ساکن است!

ـ به‌طور کلی دو نوع حرکت داریم

۱ـ حرکت مستقیم‌الخط که خود دو نوع است حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت حرکت مستقیم‌الخط شتاب دار

۲ـ حرکت بر مسیر دایره (حرکت دورانی)

ـ عامل مهم در سنجش حرکت، سرعت می‌باشد که سرعت خود بر دو نوع است.

۱ـ سرعت خطی که یکنواخت و غیریکنواخت می‌باشد. اگر سرعت در تمام طول مسیر ثابت باشد به آن سرعت خطی یکنواخت گویند، مانند نوار نقاله‌ها ماشین زنده و ... و اگر سرعت در طول مسیر تغییر کند، به آن سرعت خطی غیریکنواخت گویند.

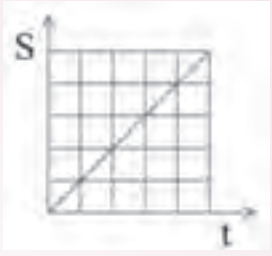
۲ـ سرعت محیطی (دورانی): سرعت حرکت اجسام دوار، مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، سنگ سنباده ها را سرعت محیطی گویند.

ـ تعریف حرکت:

هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند، گوییم آن جسم حرکت کرده است انواع حرکت را می‌توان با مقایسه

جهت و سرعت آن‌ها از هم تمیز داد. جهت حرکت می‌تواند مستقیم (خطی) یا دایره‌ای (محیطی) باشد.

حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت: حرکتی است که زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی طی کند یا به عبارت دیگر حرکت با سرعت ثابت را حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت گویند.



ـ **حرکت مستقیم‌الخط غیریکنواخت (شتابدار):** هرگاه در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی پیموده نشود، حرکت را حرکت مستقیم‌الخط غیریکنواخت گویند یا به عبارت دیگر حرکت با سرعت متغیر را حرکت غیریکنواخت گویند. لازم به ذکر است که در محاسبات حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ـ **سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت:** سرعت عبارت است از نسبت مسافت پیموده شده به زمان حرکت، در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و سرعت متحرک در مسیر مستقیم، در زمان‌های مساوی ثابت می‌ماند.

$$V = \frac{s}{t}$$

علائم اختصاری :

v= سرعت

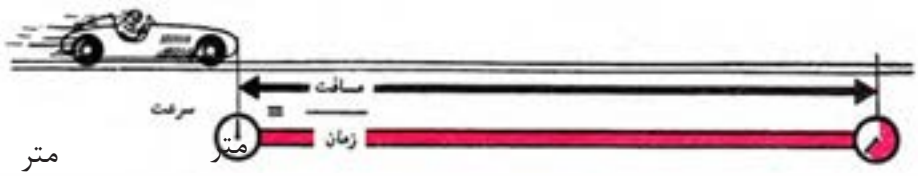
s= مسافت

t= زمان

$$\text{سرعت} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}} \qquad V = \frac{s}{t}$$

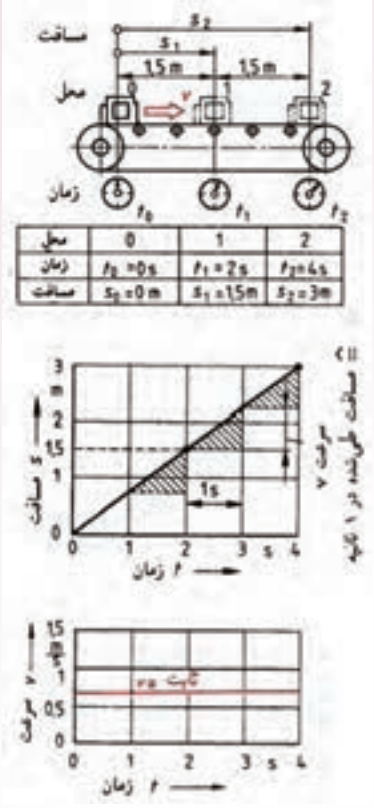
واحد سرعت: واحد سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه است و آن سرعت متحرکی است که در هر ثانیه مسافتی برابر یک متر را طی نماید.

$$\text{واحد سرعت} = \frac{\text{واحد مسافت (m)}}{\text{واحد زمان (s)}} \qquad 1\frac{m}{s}$$



متر / ثانیه

متر / ثانیه



ـ سرعت می‌تواند برحسب مورد و محل کاربرد واحدهای دیگری نیز داشته باشد $\frac{km}{h}$، $\frac{mm}{min}$، $\frac{cm}{s}$، $\frac{mm}{min}$، $\frac{m}{s}$،

واحد سرعت V	واحد مسافت (s)	واحد زمان t	مورد استفاده
$\frac{km}{h}$	کیلومتر Km	ساعت h	وسایل نقلیه

$\frac{mm}{min}$	میلی‌متر mm	دقیقه Min	سرعت پیشروی در فرزکاری و سنگ‌زنی
$\frac{cm}{s}$	سانتی‌متر cm	ثانیه s	سرعت نوار در نوارهای صدا و مغناطیسی
$\frac{m}{min}$	متر m	دقیقه Min	سرعت برش در تراشکاری، صفحه تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری، سرعت در جرثقیل‌ها)
$\frac{m}{s}$	متر m	ثانیه (s)	سرعت محیطی، سرعت صوت، سرعت برش در سنگ زنی

تبدیل واحد سرعت:

$$۱=\frac{m}{s}=۶۰\frac{m}{min}=۳۶۰۰\frac{m}{h}=۳/۶\frac{km}{h}$$

مثال ۱ـ۲۳: جرثقیل سقفی کارگاهی، دارای سرعت ۸/۲ متر بر دقیقه می‌باشد. برای طی مسافت ۳/۲ متر چه زمانی مورد نیاز می‌باشد؟

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته‌ها	داده‌ها
$t=?\,min$	$V=۸/۲\frac{m}{min}$ $S=۳/۲m$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه سرعت

$$V=\frac{s}{t}\Rightarrow$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$t=\frac{s}{V}$$

$$t=\frac{۳/۲}{۸/۲\frac{m}{min}}=۰/۳۹min$$

مثال ۲ـ۲۳: سرعت آسانسوری ۲۰۴ متر بر دقیقه می‌باشد. در زمان ۱۸ ثانیه چه ارتفاعی بالا می‌رود.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته‌ها

خواسته‌ها	داده‌ها
$s = ?\,m$	$V = ۲۰۴\frac{m}{min}$ $t = ۱۸(s)$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد: چون سرعت $\frac{m}{min}$ است باید زمان را به دقیقه تبدیل نمود.

$$t = \frac{۱۸}{۶۰} = \frac{۳}{۱۰} = ۰/۳\,min$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطه سرعت:

$$V = \frac{s}{t}$$

$$s = V.t$$

مرحلهٔ چهارم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$s = ۲۰۴ \times ۰/۳$$

$$s = ۶۱/۲m$$

مثال ۳ـ۲۳: ۷۲ کیلومتر بر ساعت چند متر بر ثانیه است.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده
$V = ?\frac{m}{s}$	$V = ۷۲\frac{km}{h}$

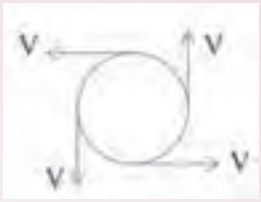
مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$$V = ۷۲\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰}{۳۶۰۰} = ۲۰\frac{m}{s}$$

ـ حرکت دورانی یکنواخت:

حرکت بر مسیر دایره با سرعت ثابت را حرکت دورانی یکنواخت گویند.

در حرکت دورانی یکنواخت با اینکه سرعت ثابت است ولی شتاب وجود دارد؛ چون در هر لحظه جهت سرعت تغییر می‌کند.



تعریف سرعت محیطی:

به سرعت حرکت اجسام دوار مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ‌دنده‌ها، سنگ سنباده و غیره، سرعت محیطی گویند.

اگر نقطه‌ای مانند P روی دایره‌ای به قطر d حرکت یکنواختی را انجام دهد، سرعت محیطی آن مقدار مسافتی است که نقطه P در واحد زمان طی می‌کند.

$\pi \times d$ = مسافت پیموده شده نقطه P در یک دور

$\pi \times d \times ۲$ = مسافت پیموده شده نقطه P در دو دور

$\pi \times d \times n$ = مسافت پیموده شده نقطه P در n دور

یعنی سرعت محیطی حاصل ضرب طول مسیر (محیط دایره پیموده شده) در تعداد دوران آن به‌دست می‌آید.

سرعت برش: سرعتی است که با آن عمل براده‌برداری انجام می‌شود. مانند اره مجموعه، تیغه فرز، مته و غیره که ابزار با سرعت یکنواخت روی دایره‌ای حرکت می‌کند و سرعت برش از حاصل‌ضرب طول مسیر برش $(S = \pi d)$ در تعداد دوران (n) به‌دست می‌آید.

$V = \pi.d.n$ سرعت محیطی

سرعت برش

علائم اختصاری:

V= سرعت برش یا سرعت محیطی

d = قطر چرخ یا قطر دایره

n = تعداد دوران

π = عدد پی (۳/۱۴)

رابطه محاسبه سرعت برش یا سرعت محیطی

در حرکت اجسام دوار مانند چرخ تسمه، مته، سنگ سنباده و غیره، عموماً قطر به میلی‌متر داده می‌شود و تعداد دوران برحسب دور بردقیقه می‌باشد. لذا بهتر است با توجه به واحد سرعت برش یا سرعت محیطی از سه رابطه زیر برای آسان حل‌کردن مسائل استفاده شود.

$$V^{m}/_{min} = \pi \times d \times n$$

$$V^{m}/_{min} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰}$$

واحد n را به‌صورت‌های زیر نمایش می‌دهند.

$$\frac{\text{دور}}{\text{min}} = \frac{\text{دور}}{\text{min}}$$

$$V^{m}/_{s} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

روابط فوق نشان می‌دهند که سرعت محیطی یا سرعت برش نقاط مختلف یک جسم دوّار به شعاع گردش $(d = ۲r)$ و تعداد دوران آن (n) بستگی دارد؛ به‌طوری که با ثابت‌ماندن تعداد دوران، نقطه‌ای که به محور چرخ نزدیکتر است سرعت محیطی کمتر و نقطه‌ای که از محور چرخ دورتر است سرعت محیطی بیشتری دارد.

مثال ۴ـ۲۳: چرخ تسمه‌ای به قطر $d = ۴۲۰mm$ در هر دقیقه ۵۴۰ دور می‌زند سرعت تسمه را برحسب متر بر ثانیه به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده‌ها
$V = ?\frac{m}{s}$	$d = ۴۲۰mm$ $n = ۵۴۰\frac{۱}{min}$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: با توجه به واحد سرعت رابطه را می‌نویسیم.

$$V^{m}/_{s} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه

$$V = \frac{۳/۱۴ \times ۴۲ \times ۵۴۰}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

$$V = ۱۱/۸۸ \, {}^{m}/_{s}$$

مثال ۵ـ۲۲: سوراخی به قطر ۱۵ میلی‌متر با تعداد دوران ۶۰۰ دور بر دقیقه باشد ایجاد می‌شود سرعت برش را برحسب متر بر دقیقه به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده‌ها

$d = ۱۵mm$ $n = ۶۰۰\frac{۱}{min}$ $\pi = ۳/۱۴$	$V = ?\frac{m}{min}$

مرحلهٔ دوم: با توجه به واحد سرعت رابطه را می‌نویسیم

$$V_{m/min} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰}$$

$$V = \frac{۳/۱۴ \times ۱۵ \times ۶۰۰}{۱۰۰۰} = ۲۸/۲۶\frac{m}{min}$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجو با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ـ حرکت عبارت است از تعیین نقاط مادی که امری است نسبی.

۲ـ در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت سرعت ثابت است، یعنی در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی طی می‌شود.

۳ـ در حرکت دورانی یکنواخت سرعت ثابت است ولی چون جهت سرعت در هر لحظه تغییر می‌کند. حرکت شتابدار است.

۴ـ سرعت خطی عبارت است از مسافت پیموده نسبت به زمان حرکت.

۵ـ سرعت محیطی یا سرعت برش عبارت از مسافت طی شده (محیط دایره) در تعداد دوران (n)

تمرین

تمرین‌های صفحه ۸۱ و ۸۲ و ۸۳ و ۸۴ از کتاب محاسبات فنی عمومی جهت تکلیف در منزل مشخص گردد و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسهٔ بیست و چهارم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه، و .....)
ــ نظارت بر انجام تکلیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسات قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: انتقال حرکت به وسیله تسمه و چرخ تسمه

قبل از شروع بحث ابتدا چند سوال مانند زیر مطرح شود تا ذهن هنرجویان آماده درس شوند.

۱ــ منظور از انتقال حرکت چیست؟
۲ــ نقش تسمه پروانه در کولر چیست؟
۳ــ زنجیر دوچرخه به چه منظور استفاده می‌شود؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

انتقال حرکت یعنی حرکت محرکی را به متحرک انتقال دادن برای این منظور از وسایل انتقال حرکت مختلفی مانند چرخ‌تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، چرخ‌لنگ‌ها، حلزون و چرخ حلزون استفاده می‌شود. به‌طور مثال می‌توان به نقش تسمه پروانه در کولر اشاره کرد، تسمه پروانه حرکت موتور کولر را به متحرک که پروانه کولر است منتقل می‌کند. هم‌چنین هنگامی که شخص با پا پنجه رکاب دوچرخه را به حرکت درمی‌آورد، این حرکت به وسیله زنجیر دوچرخه به چرخ اصلی انتقال می یابد و باعث حرکت دوچرخه می‌شود.

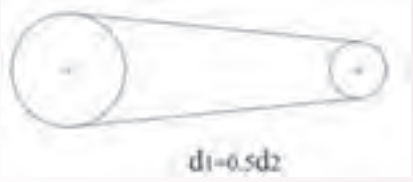
همان‌طور که بیان شد برای انتقال حرکت، روش‌های مختلفی وجود دارد که دراین کتاب فقط انتقال حرکت به وسیله تسمه و چرخ تسمه (نسبت ساده) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

انتقال حرکت ساده به وسیله تسمه و چرخ تسمه:

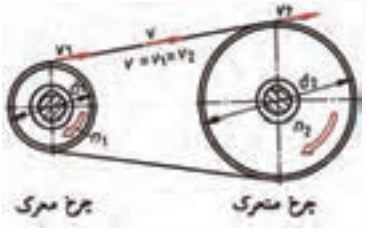
در این روش اغلب از دو چرخ تسمه با قطرهای مختلف، یک چرخ به‌عنوان محرک و دیگری به عنوان متحرک (متحرک یعنی چرخی که توسط محرک به حرکت درمی‌آید) استفاده می‌شود و حرکت گردشی از چرخ محرک به‌وسیله تسمه به چرخ متحرک منتقل می‌شود. با توجه به شکل زیر، اگر قطر چرخ محرک با قطر چرخ متحرک مساوی باشد، یعنی $(d_1 = d_2)$، آن‌گاه وقتی چرخ محرک یک دور کامل بزند چرخ متحرک نیز یک

دور کامل می‌زند.

چنانچه قطر چرخ محرک نصف قطر چرخ متحرک باشد، یعنی $d_1 = \frac{1}{2} d_2$، در این حالت برای این که چرخ متحرک یک دور کامل بزند باید چرخ محرک دو دور کامل بزند.



یعنی تعداد دوران چرخ‌های محرک و متحرک به قطر آن‌ها بستگی دارد، ولی چون هر دو چرخ به وسیله تسمه به هم متصل می‌باشند سرعت محیطی چرخ محرک (مسیر پیموده شده در واحد زمان)، تسمه و چرخ متحرک با هم برابر می‌باشند. لذا می‌توان نوشت:



علائم اختصاری:

V = سرعت تسمه

V_1 = سرعت محیطی چرخ محرک

V_2 = سرعت محیطی چرخ متحرک

d_1 = قطر چرخ محرک

d_2 = قطر چرخ متحرک

n_1 = تعداد دوران چرخ محرک

n_2 = تعداد دوران چرخ متحرک

سرعت محیطی چرخ محرک $V_1 = \pi \times d_1 \times n_1$

سرعت محیطی چرخ متحرک $V_2 = \pi \times d_2 \times n_2$

$V_1 = V_2$

$\pi \times d_1 \times n_1 = \pi \times d_2 \times n_2$

$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$

تعداد دوران چرخ متحرک × قطر چرخ متحرک = تعداد دوران چرخ محرک × قطر چرخ محرک

به عبارت ساده‌تر می‌توان نوشت:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

پس می‌توان نتیجه گرفت که نسبت دورها با عکس نسبت قطرها رابطه مستقیم دارد.

نسبت انتقال حرکت:

در چرخ و تسمه نسبت تعداد دوران چرخ محرک به تعداد دوران چرخ متحرک را نسبت انتقال حرکت گویند و آن را با حرف i نشان می‌دهند و واحد ندارد

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{تعداد دوران چرخ محرک}}{\text{تعداد دوران چرخ متحرک}}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

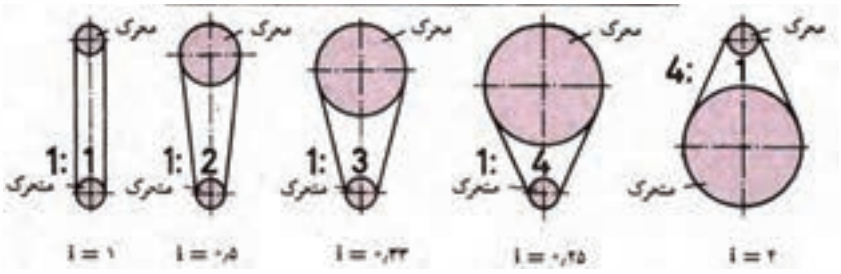
به عبارت دیگر، نسبت قطر چرخ متحرک به قطر چرخ محرک را نسبت انتقال حرکت گویند.

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}}$$

$$i = \frac{d_2}{d_1}$$

مقدار نسبت انتقالِ بین محور محرک و متحرک نشان می‌دهد که تعداد دوران محور متحرک کم و یا زیاد خواهد شد؛ اگر عدد حاصل از نسبت انتقال برابر یک باشد، تغییری در تعداد دوران انتقالی حاصل نمی‌شود. اگر نسبت انتقال بزرگ‌تر از یک باشد، تعداد دوران متحرک کمتر و اگر این نسبت کوچک‌تر از یک باشد تعداد دوران متحرک بیشتر خواهد بود.

	$i > 1$	$i < 1$	نسبت انتقال حرکت
تغییر نمی‌کند	کم می‌شود	زیاد می‌شود	وضعیت تعداد دوران



نتیجه: در یک زوج چرخ تسمه، چرخ کوچکتر دارای تعداد دوران بیشتر می‌باشد.

مثال ۱ـ۲۴: تعداد دوران چرخ تسمه محرک دستگاه انتقال حرکتی ۳۶۰ دور بر دقیقه و قطر چرخ متحرک آن ۱۰۰میلی‌متر است اگر برای چرخ متحرک تعداد دوران ۱۸۰۰ دور بر دقیقه مورد نیاز باشد مطلوبست محاسبه:

الف) قطر چرخ محرک

ب) نسبت انتقال حرکت

الف)

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$d_1 = ?$ $i = ?$	$n_1 = 360 \frac{1}{min}$ $d_2 = 100 mm$ $n_2 = 1800 \frac{1}{min}$

محرک $\begin{cases} n_1 \\ d_1 \end{cases}$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوطه

متحرک $\begin{cases} n_2 \\ d_2 \end{cases}$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

الف
$$\begin{cases} \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \\ d_1 = \frac{n_2 \times d_2}{n_1} \\ d_1 = \frac{1800 \frac{1}{min} \times 100 mm}{360 \frac{1}{min}} = 500 mm \end{cases}$$

مرحلهٔ چهارم: نوشتن رابطه نسبت انتقال حرکت و محاسبه آن

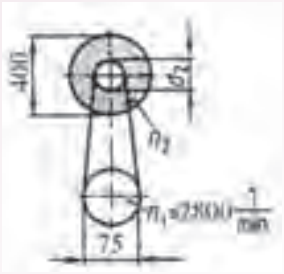
نسبت انتقال از دو راه حل می‌شود

ب
$$\begin{cases} \text{راه اول} \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{360 \frac{1}{min}}{1800 \frac{1}{min}} = 0/2 \\ \text{راه دوم} \quad i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{100 \cancel{mm}}{500 \cancel{mm}} = 0/2 \end{cases}$$

مثال ۲ـ۲۴: سنگ سنباده‌ای به قطر ۴۰۰ میلی‌متر توسط دستگاه چرخ تسمه‌ای به گردش درمی‌آید این سنگ لازم است دارای سرعت محیطی ۳۵ متر بر ثانیه باشد قطر چرخ تسمه الکتروموتور ۷۵ میلی‌متر و تعداد دوران آن ۲۸۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد. قطر چرخ تسمه سوار شده روی محور سنگ را بدست آورید. $(\pi = ۳)$

مرحله اوّل: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده ها
$d_۲ = ?$	قطر سنگ سنباده $D = ۴۰۰mm$ $V = ۳۵\frac{m}{s}$ $d_۱ = ۷۵mm$ $n_۱ = ۲۸۰۰\frac{۱}{min}$ $\pi = ۳$



مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه سرعت محیطی سنگ سنباده:

رابطه سرعت محیطی سنگ سنباده براساس واحد سرعت محیطی $(\frac{m}{s})$ می‌نویسیم

$$V = \frac{\pi D n_۲}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

مرحلهٔ سوم: با جایگذاری مقدار V و قطر سنگ سنباده (D) تعداد دوران سنگ سنباده (n) را محاسبه می‌کنیم.

$$۳۵ = \frac{۳ \times ۴۰۰ \times n_۲}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

$$۱۲۰۰ n_۲ = ۲۱۰۰۰۰۰$$

$$n_۲ = \frac{۲۱۰۰۰۰۰}{۱۲۰۰} = ۱۷۵۰\frac{۱}{min}$$

مرحله چهارم: چون تعداد دوران سنگ سنباده با تعداد دوران چرخ تسمه سوار شده روی محور سنگ برابر است لذا می‌توان نوشت:

$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{d_۲}{d_۱}$$

$$d_۲ = \frac{n_۱ \times d_۱}{n_۲} = \frac{۲۸۰۰ \times ۷۵}{۱۷۵۰} = ۱۲۰mm$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ــ در تسمه و چرخ تسمه سرعت محیطی چرخ محرک و چرخ متحرک با هم برابر است. $V_1 = V_2$

۲ــ نسبت دورهای محرک به متحرک را نسبت انتقال حرکت گویند. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$

۳ــ نسبت قطر متحرک به قطر محرک را نسبت انتقال حرکت گویند. $i = \frac{n_1}{n_2}$

۴ــ در یک زوج چرخ تسمه، چرخ کوچک‌تر دارای تعداد دوران بیشتر می‌باشد. $i = \frac{d_2}{d_1}$

تمرین

تمرین‌های صفحه ۸۵ و ۸۶ از شماره ۱ تا ۵ جهت تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

فصل نهم

حرارت

هدف

۱ــ دما (درجه حرارت) را تعریف کند.

۲ــ تبدیلات مربوط به واحدها را انجام دهد.

۳ــ مقدار گرما (حرارت) را تعریف کند.

۴ــ گرمای ویژه، گرمای نهان‌گداز، گرمای نهان تبخیر را تعریف کند.

۵ــ رابطهٔ مقدار گرما را بنویسد.

۶ــ مقدار گرمای لازم برای ذوب فلزات و احتراق سوخت‌ها را محاسبه کند.

۷ــ راندمان حرارتی کوره را محاسبه کند.

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم ماهیت حرارت (گرما)

۲ــ مفهوم دما

۳ــ مفهوم گرما

۴ــمفهوم ظرفیت حرارتی

۵ــ مفهوم گرمای ویژه

۶ــ مفهوم نقطهٔ ذوب

۷ــ مفهوم گرمای نهان‌گداز

۸ــ مفهوم گرمای نهان تبخیر

۹ــ مفهوم قدرت حرارتی

۱۰ــ مفهوم راندمان حرارتی کوره

مفاهیم اساسی

۱ــ حرارت یا گرما شکل خاصی از انرژی است که به لرزش و جنبش اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ جسم مربوط است.

۲ــ حرارت یا گرما بر اثر حرکت و جنبش نامنظم مولکول‌های جسم به وجود می‌آید.

۳ــ دما یا درجه حرارت کمیتی است که میزان سردی و گرمی یک جسم را مشخص می‌کند.

۴ــ دمای یک جسم مربوط است به انرژی متوسط حرکت گرمایی مولکول‌های آن.

۵ــ واحدهای دما عبارتند از سلسیوس (سانتی‌گراد)، فارنهایت و کلوین.

۶ــ در درجه‌بندی سلسیوس، نقطهٔ ذوب یخ صفر و نقطهٔ جوش آب ۱۰۰ تعیین شده است.

۷ــ در درجه‌بندی فارنهایت نقطهٔ ذوب یخ ۳۲ درجهٔ فارنهایت و نقطه جوش آب ۲۱۲ درجهٔ فارنهایت تعیین شده است.

۸ــ واحد اندازه‌گیری دما در سیستم SI کلوین است. صفر این درجه‌بندی معادل ۲۷۳/۱۵- درجهٔ سلسیوس است.

۹ــ صفر درجهٔ کلوین را صفر مطلق گویند و دمایی است که در آن انرژی درونی ماده به حداقل مقدار ممکن خود می‌رسد.

۱۰ــ مقدار حرارت اندازه‌ای است از انرژی مکانیکی که می‌تواند باعث تغییرات دمایی یا حالت‌های فیزیکی مختلف در اجسام شده و انرژی داخلی آن‌ها را تغییر دهد.

۱۱ــ واحدهای گرما کالری، کیلوکالری، بی‌تی‌یو، و در سیستم SI، ژول است.

۱۲ــ یک کالری مقدار گرمایی است که می‌تواند دمای یک گرم آب خالص را از $۱۴/۵^{\circ}C$ به $۱۵/۵^{\circ}C$ افزایش دهد.

۱۳ــ یک کیلوکالری مقدار گرمایی است که می‌تواند دمای یک کیلوگرم آب خالص را از $۱۴/۵^{\circ}C$ به $۱۵/۵^{\circ}C$ افزایش دهد.

۱۴ــ بی‌تی‌یو مقدار گرمایی است که می‌تواند دمای یک پوند آب خالص را از $۶۳^{\circ}F$ به $۶۴^{\circ}F$ برساند.

۱۵ــ مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای هر جسمی به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس را ظرفیت گرمایی آن جسم گویند.

۱۶ــ مقدار حرارت لازم برای افزایش دمای هرگرم یا کیلوگرم از جسم به میزان یک درجهٔ سلسیوس گرمای ویژه گویند.

۱۷ــ واحد ظرفیت حرارتی کالری بر سانتیگراد، کیلوکالری بر سانتیگراد ژول بر کلوین است.

۱۸ــ واحد گرمای ویژه $\frac{cal}{g.^{\circ}C}$، $\frac{kcal}{kg.^{\circ}C}$، $\frac{J}{kg.K}$، $\frac{J}{kg.^{\circ}C}$ است.

۱۹ــ دمایی که در آن جسم تغییر شکل ساختمانی از حالت جامد به مایع می‌دهد را نقطهٔ ذوب گویند.

۲۰ــ مقدار گرمایی را که در نقطهٔ ذوب و در فشار یک آتمسفر داده می‌شود تا به حالت مایع

تبدیل شود گرمای نهان گداز گویند.

۲۱ــ واحدهای گرمای نهان گداز عبارتند از: $\frac{cal}{g}$، $\frac{kcal}{kg}$، $\frac{J}{kg}$، $\frac{kJ}{kg}$، $\frac{B.T.U}{lb}$

۲۲ــ مقدار گرمایی را که واحد جرم جسم مذاب در نقطهٔ جوش و در فشار یک آتمسفر می‌گیرد تا به حالت بخار درآید گرمای نهان تبخیر می‌گویند.

۲۳ــ واحدهای گرمای نهان تبخیر عبارتند از: $\frac{cal}{g}$، $\frac{kcal}{kg}$، $\frac{J}{kg}$، $\frac{kJ}{kg}$، $\frac{B.T.U}{lb}$

۲۴ــ در ریخته‌گری برای ایجاد سیالیت و روانی مذاب و جلوگیری از انجماد بی‌موقع فلز مذاب در محفظهٔ قالب و راهگاه‌ها باید دمای مذاب را به فوق ذوب رساند.

۲۵ــ قدرت حرارتی مقدار گرمایی است که واحد جرم یا واحد حجم یک سوخت هنگام احتراق کامل ایجاد می‌کند.

۲۶ــ راندمان حرارتی کوره عبارت است از نسبت گرمای گرفته‌شده از کوره (گرمای مفید) به گرمای داده شده به کوره که با درصد بیان می‌شود.

۲۷ــ بیشترین ارزش حرارتی را سوخت‌هایی دارند که فقط از C (کربن) و H (هیدروژن) تشکیل شده باشند.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید قادر باشد:

الف: در سطح دانش:

۱ــ دما یا درجه حرارت را تعریف کند.

۲ــ واحدهای دما را نام ببرد.

۳ــ صفر مطلق را تعریف کند.

۴ــ حرارت را تعریف کند.

۵ــ واحدهای گرما را نام ببرد.

۶ــ کالری را تعریف کند.

۷ــ کیلوکالری را تعریف کند.

۸ــ بی‌تی‌یو (BTU) را تعریف کند.

۹ــ ظرفیت گرمایی را تعریف کند.

۱۰ــ واحدهای ظرفیت گرمایی را نام ببرد.

۱۱ــ گرمای ویژه را تعریف کند.

۱۲ــ واحدهای گرمای ویژه را نام ببرد.

۱۳ــ نقطهٔ ذوب را تعریف کند.

۱۴ــ گرمای نهان‌گداز را تعریف کند.

۱۵ــ واحدهای گرمای نهان‌گداز را نام ببرد.

۱۶ــ گرمای نهان تبخیر را تعریف کند.

۱۷ــ واحدهای گرمای نهان تبخیر را نام ببرد.

۱۸ــ قدرت حرارتی یا ارزش حرارتی را تعریف کند.

۱۹ــ راندمان حرارتی کوره را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ ماهیت گرما را توضیح دهد.

۲ــ نحوهٔ اندازه‌گیری دما را توضیح دهد.

۳ــ درجه‌بندی سلسیوس را توضیح دهد.

۴ــ درجه‌بندی فارنهایت را توضیح دهد.

۵ــ درجه‌بندی کلوین را توضیح دهد.

۶ــ رابطهٔ تبدیل واحدهای دما را توضیح دهد.

۷ــ رابطهٔ کالری و ژول را توضیح دهد.

۸ــ رابطهٔ ظرفیت گرمایی را توضیح دهد.

۹ــ رابطهٔ گرمای ویژه را توضیح دهد.

۱۰ــ رابطهٔ مقدار گرما را توضیح دهد.

۱۱ــ منحنی تغییرات دما برحسب گرمای داده شده را شرح دهد.

۱۲ــ رابطهٔ قدرت حرارتی سوخت را توضیح دهد.

۱۳ــ رابطهٔ راندمان حرارتی کوره را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات:

۱ــ رابطهٔ تبدیل واحدهای دما را در حل مسایل به‌کار برد.

۲ــ رابطهٔ تبدیل واحدهای گرما را در حل مسایل به‌کار برد.

۳ــ رابطهٔ ظرفیت حرارتی را در حل مسایل به‌کار برد.

۴ــ رابطهٔ گرمای ویژه را در حل مسایل به کار برد.

۵ــ رابطهٔ مقدار گرما را در حل مسایل به‌کار برد.

۶ــ رابطهٔ قدرت حرارتی سوخت را در حل مسایل به‌کار برد.

۷ــ رابطهٔ راندمان حرارتی کوره را در حل مسایل به‌کار برد.

۸ــ نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده را رسم کند.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ تفاوت دما با گرما را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

۲ــ واحد سلسیوس را با درجهٔ فارنهایت مقایسه کند.

۳ــ واحد سلسیوس را با درجهٔ کلوین مقایسه کند.

۴ــ ارتباط بین درجهٔ سلسیوس، فارنهایت و کلوین را مورد بررسی قرار دهد.

۵ــ ظرفیت حرارتی و ظرفیت حرارتی ویژه را با یکدیگر مقایسه کند.

۶ــ نقطهٔ ذوب و نقطهٔ جوش را با یکدیگر مقایسه کند.

۷ــ گرمای نهان‌گداز را با گرمای نهان‌تبخیر مقایسه کند.

۸ــ نمودار تغییرات دما برحسب گرمای داده شده را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل ۵ جلسهٔ ۱۰۰ دقیقه‌ای برای تدریس مطالب، حل مسائل و تمرین‌ها و بررسی تکالیف در نظر گرفته شده است.

جلسهٔ بیست و پنجم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه، .....)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ شروع بحث با موضوع این جلسه

موضوع: ماهیت گرما، دما

پیش‌ورود به بحث ابتدا برای تمرکز بیشتر هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح شود.

۱ــ ماهیت گرما چیست؟
۲ــ دما چیست؟
۳ــ فرق دما با گرما چیست؟
۴ــ دما را با چه وسیله‌ای اندازه‌گیری می‌کنند؟
۵ــ واحد اندازه‌گیری دما چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

ماهیت گرما (حرارت)

حرارت یا گرما شکل خاصی از انرژی است که در حقیقت این انرژی به لرزش و جنبش اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل‌دهندهٔ جسم مربوط است. در یک جسم، برهر اتم یا ذره از طرف مجموعهٔ اتم‌ها و ذرات دیگر، نیروهای جاذبه و دافعهٔ زیادی وارد می‌شود که ارتباط و استقرار آن‌ها، شکل و مجموعهٔ اتمی جسم را مشخص و تعیین می‌کند. چنانچه براثر نیرویی خارجی مانند حرارت، فشار، اصطکاک، ضربه و غیره، دامنهٔ نوسان‌ها و ارتعاشات درونی بین اتمی، افزایش یابد نیروهای جاذبه و دافعه کاهش یافته، اتم‌ها یا مجموعه‌ای از آن روی هم می‌لغزند. در این حالت، فاصلهٔ اتمی افزایش یافته و جسم از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود (جسم ذوب می‌شود). درصورتی که تأثیر عوامل خارجی مذکور باز هم بیشتر شود، انرژی جنبشی و ارتعاشات ذرات افزایش یافته و جسم از حالت مایع به گاز تبدیل می‌شود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که: (حرارت یا گرما براثر حرکت و جنبش

نامنظم مولکول‌های جسم به وجود می‌آید.)

ـ دما یا درجه حرارت:

وقتی تحرک و شدت ارتعاش اتم‌ها یا مولکول‌های یک جسم زیاد می‌شود گفته می‌شود که جسم گرمتر شده است. این حرکت گرمایی در حقیقت مشخص‌کنندهٔ کمیتی است که به آن درجه حرارت یا دما می‌گویند.

دمای یک جسم به انرژی متوسط حرکت گرمایی مولکول‌های آن مربوط است.چنانچه دو جسم را که با دماهای مختلف گرم شده‌اند، با هم تماس دهیم، نوعی انتقال انرژی یا مبادلهٔ‌گرما انجام می‌گیرد و آنکه گرمتر است سرد شده و دمای جسم دیگر را بالا می‌برد.

اندازه‌گیری دامنهٔ ارتعاشات مولکول‌ها به‌آسانی و در شرایط غیرآزمایشگاهی ممکن نیست. از این رو، اندازه‌گیری حرارت درونی یا بیرونی یک جسم با مقایسهٔ آن با حرارت یک جسم مشخص و در شرایط معینی به‌عمل می‌آید. در حقیقت، نسبت گرمایی آن دو جسم تعیین می‌شود. به عبارت دیگر، تعیین دما بر پایهٔ مقایسه و تاثیرپذیری و یا بی‌اثر بودن ارتعاش مولکولی یک جسم به جسم دیگر بیان می‌شود. بر این اساس گرمی و سردی، یک امری نسبی است که با دما مشخص می‌شود. درنتیجه،

دما (درجه حرارت) عبارت است از کمیتی که میزان سردی و گرمی یک جسم رامشخص می‌کند.

نحوهٔ اندازه‌گیری دما (درجه حرارت): برای اندازه‌گیری دما از ابزار و وسایلی استفاده می‌شود که حرارت بر حساس‌ترین خاصیت فیزیکی آن‌ها تاثیرگذار است. مانند انبساط حجمی مایعات (جیوه و الکل) انبساط طول فلزات و آلیاژها تغییر حالت اجسام (نقطهٔ جوش،نقطهٔ ذوب، نقطهٔ زنیرشدن)، ازدیاد فشار گازهای نزدیک به گاز ایده‌آل، تغییرات مقاومت و جریان الکتریکی در فلزات، تغییر ولتاژ و نیروی محرکهٔ الکتریکی و تغییرات رنگ و تشعشع اجسام گداخته.

برای اندازه‌گیری دما بسته به نوع کاربرد از دماسنج ترمومتر، ترموکوپل، پیرومتر و غیره استفاده می‌شود.

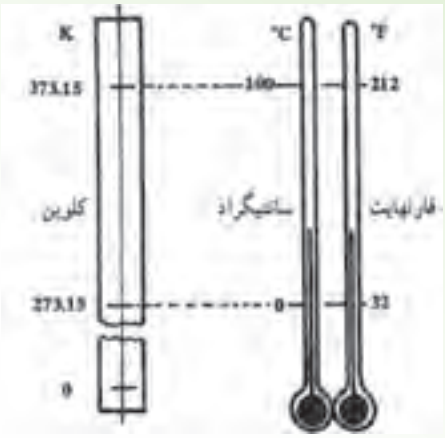
واحدهای دما:

۱ـ درجه‌بندی سلسیوس سانتیگراد (°C): این درجه‌بندی صد قسمتی است. در این مقیاس نقطهٔذوب یخ برابر صفر و نقطهٔ جوش آب در شرایط یک اتمسفر فشار، برابر ۱۰۰ تعیین شده است. هنگام درجه‌بندی دماسنج برای مشخص‌کردن نقطهٔ صفر دماسنج را در داخل ظرف یخ در حال ذوب قرار می‌دهند. جایی که سطح جیوه قرار می‌گیرد نقطهٔ صفر می‌نامند. سیلس دماسنج را در دستگاه بخار آب به نام هیپومتر قرار می‌دهند. جیوه در دماسنج بالا می‌رود تا در سطح خاصی متوقف شود. این نقطه را نقطهٔ ۱۰۰ می‌نامند و بین ۰ تا ۱۰۰ را به صد قسمت مساوی تقسیم نموده و هر قسمت را یک درجهٔ سانتیگراد گویند. علامت اختصاری درجهٔ سلسیوس یا سانتیگراد (°C) است این واحد در اکثر کشورهای جهان استفاده می‌شود.

۲ـ درجه‌بندی فارنهایت (°F): در این حالت نیز نحوهٔ درجه‌بندی دماسنج مانند روش درجه‌بندی سلسیوس است، با این تفاوت که نقطهٔ ذوب یخ ۳۲ درجهٔ فارنهایت و نقطهٔ جوش آب ۲۱۲ درجهٔ فارنهایت در نظر گرفته می‌شود و بین ۳۲ تا ۲۱۲ به ۱۸۰ قسمت مساوی تقسیم می‌شود. هریک را یک درجهٔ فارنهایت گویند.

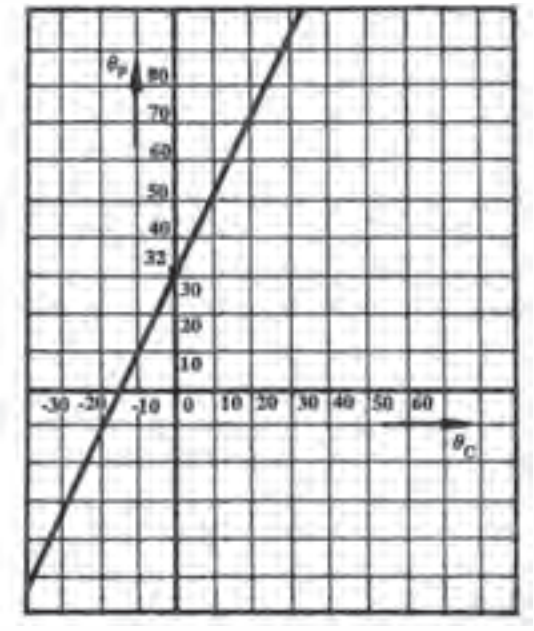
این واحد در کشورهای انگلیسی زبان متداول است و با علامت °F نشان داده می‌شود.

۳ـ درجهٔ کلوین (°K): درجه‌بندی کلوین واحد اندازه‌گیری دما در سیستم SI است و آن را با K نشان می‌دهند. صفر این درجه‌بندی معادل ۲۷۳/۱۵- درجه سلسیوس است که آن را صفر مطلق می‌گویند. این دما پایین‌ترین حد دمای ممکن است که در آن انرژی داخلی ماده به حداقل مقدار ممکن خود می‌رسد.



رابطهٔ تبدیل واحدهای دما:

۱ـ رابطهٔ بین درجه سلسیوس و فارنهایت: بین درجهٔ سلسیوس و درجهٔ فارنهایت رابطهٔ زیر برقرار است.



نمودار تغییرات درجه حرارت فارنهایت نسبت به درجه حرارت سلسیوس

$$\frac{(\theta_F - ۳۲)}{۱۸۰} = \frac{\theta_C}{۱۰۰}$$

$$\theta_F - ۳۲ = \frac{۱۸۰\theta_C}{۱۰۰}$$

$$\theta_F - ۳۲ = ۱/۸\theta_C$$

$$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲$$

علایم اختصاری:

θ_F: درجهٔ فارنهایت

θ_C: درجهٔ سلسیوس یا سانتیگراد

مثال ۱ـ۲۵: صفر درجه سلسیوس چند درجهٔ فارنهایت است؟

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده
$\theta_F = ?^\circ F$	$\theta_C = ۰^\circ C$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه

$$\theta_F = ۱/۸(۰) + ۳۲$$

$$\theta_F = ۳۲^\circ F$$

مثال ۲ـ۲۵: ۲۱۲ درجهٔ فارنهایت چند درجهٔ سلسیوس است؟

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده
$\theta_C = ?^\circ C$	$\theta_F = ۲۱۲^\circ F$

مرحله دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲$$

مرحله سوم: جایگذاری

$$۲۱۲ = ۱/۸\theta_C + ۳۲$$

مرحله چهارم: معلوم و مجهول می‌کنیم

$$۲۱۲ - ۳۲ = ۱/۸\theta_C$$

مرحله پنجم: طرفین را به ضریب مجهول تقسیم می‌کنیم

$$\frac{۱۸۰}{۱/۸} = \frac{۱/۸\theta_C}{۱/۸}$$

$$\theta_C = \frac{۱۸۰}{۱/۸} = ۱۰۰^\circ C$$

۲ـ رابطهٔ بین درجه‌بندی کلوین و درجه‌بندی سلسیوس

بین درجه‌بندی کلوین و درجه‌بندی سلسیوس رابطهٔ زیر برقرار است:

$$T_K = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$$

علایم اختصاری:

T_K: درجهٔ کلوین

θ_C: درجهٔ سلسیوس

مثال ۳ـ۲۵: صفر درجهٔ سلسیوس چند درجهٔ کلوین است؟

مرحله اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده
$T_K = ?^\circ K$	$\theta_C = ۰^\circ C$

مرحله دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$T_K = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$$

مرحله سوم: جایگذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$T_K = ۰ + ۲۷۳/۱۵$$
$$T_K = ۲۷۳/۱۵^\circ K$$

مثال ۴ـ۲۵: صفر درجهٔ کلوین چند درجهٔ سلسیوس است؟

مرحله اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده
$\theta_C = ?^\circ C$	$T_K = ۰^\circ K$

مرحله دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$$T_K = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$$

مرحله سوم: جایگذاری

$$۰ = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$$

مرحله چهارم: معلوم و مجهول می‌کنیم

$$-۲۷۳/۱۵ = \theta_C$$
$$\theta_C = -۲۷۳/۱۵^\circ C$$

تذکر: برای تبدیل درجهٔ فارنهایت به کلوین یا کلوین به فارنهایت می‌توان رابطه‌ای به‌دست آورد. ولی برای ساده‌شدن کار و حذف رابطه‌های اضافی بهتر است اوّل فارنهایت به سلسیوس و سپس سلسیوس به کلوین تبدیل

شود و بالعکس.

$$\theta_F \rightleftarrows \theta_C \rightleftarrows T_K$$

مثال ۵ـ۲۵: ۳۷۳/۱۵ درجهٔ کلوین چند درجهٔ فارنهایت است؟

مرحله اول: داده و خواسته

خواسته	داده
$\theta_F = ?^\circ F$	$T_K = ۳۷۳/۱۵^\circ K$

مرحله دوم: نوشتن رابطهٔ بین کلوین و سلسیوس به‌دست‌آوردن درجهٔ سلسیوس. $T_K = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$

مرحله سوم: جایگذاری $۳۷۳/۱۵ = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$

مرحله چهارم: معلوم و مجهول می‌کنیم تا θ_C به‌دست آید.

$۳۷۳/۱۵ - ۲۷۳/۱۵ = \theta_C$

$۱۰۰ = \theta_C$ $\theta_C = ۱۰۰^\circ C$

مرحله پنجم: نوشته رابطه‌ای بین درجهٔ فارنهایت و سلسیوس

$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲$

مرحله ششم: جایگذاری و محاسبهٔ ریاضی

$\theta_F = ۱/۸(۱۰۰) + ۳۲$

$\theta_F = ۱۸۰ + ۳۲$

$\theta_F = ۲۱۲^\circ F$

یعنی $۳۷۳/۱۵^\circ K = ۲۱۲^\circ F$ است.

مثال ۶ـ۲۵: ۳۹۲ درجهٔ فارنهایت چند درجهٔ کلوین است؟

مرحله اول: داده و خواسته

خواسته	داده
$T_K = ?^\circ K$	$\theta_F = ۳۹۲^\circ F$

مرحله دوم: نوشتن رابطهٔ بین درجهٔ فارنهایت و سلسیوس

$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲$

مرحله سوم: جایگذاری و محاسبهٔ ریاضی تا θ_C به‌دست آید.

$۳۹۲ = ۱/۸\theta_C + ۳۲$

مرحله چهارم: طرفین را به ضریب مجهول تقسیم می‌کنیم.

$$۳۹۲-۳۲=۱/۸\theta_C \qquad \frac{۳۶۰}{۱/۸}=\frac{۱/۸\theta_C}{۱/۸} \qquad \theta_C=\frac{۳۶۰}{۱/۸}=۲۰۰$$

$$\theta_C=۲۰۰^\circ C$$

مرحله چهارم: نوشتن رابطهٔ بین درجه‌بندی کلوین و سلسیوس

$$T_K=\theta_C+۲۷۳/۱۵$$

مرحله پنجم: جایگذاری و محاسبه

$$T_K=۲۰۰+۲۷۳/۱۵$$

$$T_K=۴۷۳/۱۵^\circ K$$

یعنی $۳۹۲^\circ F=۴۷۳/۱۵^\circ K$ است.

نکته ۱: بین اختلاف درجهٔ سلسیوس $(\Delta\theta_C)$ با اختلاف درجهٔ فارنهایت $(\Delta\theta_F)$ رابطهٔ زیر برقرار است.

اثبات:

مرحله اول: نوشتن رابطهٔ $\Delta\theta_F$

$$\Delta\theta_F=۱/۸\Delta\theta_C$$

مرحله دوم: به جای $\theta_{F_۲}$ و $\theta_{F_۱}$ مساوی آن‌ها برحسب θ_C را می‌نویسیم.

$$\Delta\theta_F=\theta_{F_۲}-\theta_{F_۱}$$

$$\theta_{F_۱}=(۱/۸\theta_{C_۲}+۳۲)-(۱/۸\theta_{C_۱}+۳۲)$$

مرحله سوم: ساده کردن رابطه

$$\Delta\theta_F=۱/۸\theta_{C_۲}+۳۲-۱/۸\theta_{C_۱}-۳۲$$

$$\Delta\theta_F=۱/۸\theta_{C_۲}-۱/۸\theta_{C_۱}$$

$$\Delta\theta_F=۱/۸(\theta_{C_۲}-\theta_{C_۱})$$

$$\Delta\theta_F=۱/۸\Delta\theta_C$$

نکته ۲: بین اختلاف درجهٔ کلوین با اختلاف درجهٔ سلسیوس رابطهٔ زیر برقرار است: $\Delta T_K=\Delta\theta_C$

یعنی اختلاف دماهای اولیه و ثانویهٔ جسم برحسب تقسیم‌بندی سلسیوس و تقسیم‌بندی کلوین تفاوتی ندارد:

اثبات:

مرحله اول: نوشتن رابطه

$$\Delta T_K=T_{K_۲}-T_{K_۱}$$

مرحله دوم: به جای $T_{K_۱}$ و $T_{K_۲}$ مساوی آن‌ها برحسب θ_C را می‌نویسیم.

$$\Delta T_K=(\theta_{C_۲}+۲۷۳/۱۵)-(\theta_{C_۱}+۲۷۳/۱۵)$$

مرحله سوم: ساده‌کردن رابطه

$$\Delta T_K=\theta_{C_۲}+۲۷۳/۱۵-\theta_{C_۱}-۲۷۳/۱۵$$

$$\Delta T_K = \theta_{C_2} - \theta_{C_1}$$
$$\Delta T_K = \Delta\theta_C$$

مثال ۷ـ۲۵: درصورتی که دمای اولیه و ثانویهٔ جسمی برحسب درجهٔ سلسیوس به ترتیب $\theta_{C_1} = ۴۰۰^\circ C$ و $\theta_{C_2} = ۷۲۰^\circ C$ باشد مطلوبست محاسبه:

الف) اختلاف این دو دما برحسب درجه سلسیوس.

ب) اختلاف این دو دما برحسب کلوین.

ج)اختلاف این دو دما برحسب فارنهایت.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته‌ها	داده‌ها
$\Delta\theta_C = ?^\circ C$ $\Delta\theta_F = ?^\circ F$ $\Delta T_K = ?^\circ K$	$\theta_{C_1} = ۴۰۰^\circ C$ $\theta_{C_2} = ۷۲۰^\circ C$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ قسمت الف جایگذاری و محاسبه

$$\Delta\theta_C = \theta_{C_2} - \theta_{C_1}$$
$$\Delta\theta_C = ۷۲۰ - ۴۰۰ = ۳۲۰^\circ C$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطهٔ قسمت ب و جایگذاری و محاسبه

$$\Delta T_K = \Delta\theta_C$$
$$\Delta T_K = ۳۲۰^\circ C$$

مرحلهٔ چهارم: نوشتن رابطهٔ قسمت ج و جایگذاری و محاسبه

$$\Delta\theta_F = ۱/۸\Delta\theta_C$$
$$\Delta\theta_F = ۱/۸ \times ۳۲۰$$
$$\Delta\theta_F = ۵۷۶^\circ F$$

مثال ۸ـ۲۵: نقطهٔ ذوب سرب ۶۰۰/۵ درجه کلوین و نقطه ذوب قلع ۴۴۹/۶ درجه فارنهایت است. کدام یک از آن‌ها دیرذوب‌تر هستند؟ اختلاف آن چقدر است؟

حل: مرحلهٔ اوّل: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده‌ها
$\Delta\theta_C = ?$	$\theta_{Fsn} = ۴۴۹/۶^\circ F$ $T_{Kpb} = ۶۰۰/۵^\circ K$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ درجه‌بندی کلوین و محاسبهٔ نقطهٔ ذوب سرب برحسب درجه سلسیوس

$$T_K = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$$

$$۶۰۰/۵ = \theta_C + ۲۷۳/۱۵$$

$$۶۰۰/۵ - ۲۷۳/۱۵ = \theta_C$$

$$۳۲۷/۳۵^\circ C = \theta_{C(pb)}$$ نقطه ذوب سرب

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطهٔ درجه‌بندی فارنهایت و محاسبهٔ نقطه ذوب قلع

$$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲$$

$$۴۴۹/۶ = ۱/۸\theta_C + ۳۲$$

$$۴۴۹/۶ + ۳۲ = ۱/۸\theta_C$$

طرفین را به ضریب θ_C تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{۴۱۷/۶}{۱/۸} = \frac{۱/۸\theta_C}{۱/۸}$$

$$\theta_C = \frac{۴۱۷/۶}{۱/۸}$$

$$\theta_C = ۲۳۲^\circ C$$

مرحلهٔ چهارم: نوشتن رابطهٔ اختلاف دما

یعنی نقطهٔ ذوب سرب از قلع بیشتر است.

$$\theta_{C(pb)} > \theta_{C(sn)}$$

$$۳۲۷/۱۵ > ۲۳۲$$

مرحلهٔ پنجم: نوشتن رابطهٔ اختلاف دما

$$\Delta\theta_C = \theta_{C(pb)} - \theta_{C(sn)}$$

$$\Delta\theta_C = ۳۲۷/۳۵ - ۲۳۲$$

$$\Delta\theta_C = ۹۵/۳۵^\circ C$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز محترم چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و هنرجویان آن‌ها را در کلاس با نظارت هنرآموز محترم حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ دما کمیتی است که مقدار سردی و گرمی یک جسم را مشخص می‌کند.

۲ــ واحدهای دما سلسیوس، فارنهایت، کلوین است.

۳ــ صفر مطلق کمترین دمای ممکن یعنی ۲۷۳/۱۵- درجه سلسیوس است. در این دما انرژی درونی ماده به حداقل مقدار ممکن خود می‌رسد.

۴ــ رابطهٔ تبدیل واحدها به قرار زیر است:

$$\theta_F = ۱/۸\theta_C + ۳۲ \qquad \Delta T_K = \Delta\theta_C$$

$$T_K = \theta_C + ۲۷۳/۱۵ \qquad \Delta\theta_F = ۱/۸\Delta\theta_C$$

تمرین

۱ـ تمرین‌های صفحهٔ ۱۰۶ از شماره ۱ تا ۶ برای تکلیف در منزل مشخص می‌شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه بیست و ششم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و ...)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: حرارت (گرما)

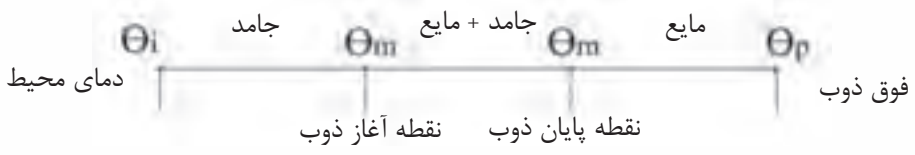
قبل از ورود به بحث ابتدا جهت تمرکز هنرجویان سؤال‌هایی به شرح زیر مطرح شود.
۱ــ حرارت یا گرما چیست؟
۲ــ گرما با دما چه رابطه‌ای دارد؟
۳ــ واحدهای گرما چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این گونه بیان کرد که:

مفهوم حرارت (گرما):

گرما: انرژی است که به علت اختلاف دما از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود.

هرگاه جسمی گرم شود سرعت و شدت حرکت مولکول‌های آن زیاد شده و موجب تغییری در جسم می‌شود. این تغییر ممکن است به شکل افزایش دما و یا تغییر حالت‌های فیزیکی جسم ظاهر شود. مثلاً وقتی به یک قطعهٔ فلز، مقداری گرما داده می‌شود، دمایش بالا می‌رود تا به نقطهٔ ذوب برسد. و اگر گرما دادن ادامه یابد، از نقطهٔ ذوب تا پایان ذوب کامل دما ثابت می‌ماند و در عوض تغییر حالت (تغییر فاز) از جامد به مایع صورت می‌گیرد. در این حالت نیز قطعهٔ فلز مقداری گرما گرفته و انرژی داخلی یا درونی آن بالا رفته است.



به عبارت دیگر، جنبش اتم‌های فلز بیشتر شده است. بنابراین، هرچه سرعت اتم‌ها یا مولکول‌ها و یا تعداد

آن‌ها بیشتر باشد، این انرژی نیز بیشتر خواهد بود. یعنی مقدار گرما با جرم جسم و ازدیاد دمای آن متناسب است و می‌توان نتیجه گرفت که:

مقدار گرما اندازه‌ای است از انرژی مکانیکی که می‌تواند باعث تغییرات دمایی یا حالت‌های فیزیکی مختلف در جسم شده و انرژی داخلی آن را تغییر دهد.

مقدار گرما یا حرارت را با حرف Q نمایش می‌دهند.

واحدهای مقدار گرما

۱ــ کالری (Cal): یک کالری مقدار گرمایی است که می‌تواند دمای یک گرم آب خالص را یک درجهٔ سلسیوس افزایش دهد. این تعریف فقط در فاصلهٔ دمایی ($۱۴/۵^{\circ}C$ تا $۱۵/۵^{\circ}C$) قابل قبول است اگر محدودهٔ دمایی بالاتری انتخاب شود، کالری لازم کمی بیشتر خواهد بود.

۲ــ کیلو کالری (KCal): یک کیلوکالری مقدار گرمایی است که می‌تواند دمای یک کیلوگرم آب خالص را یک درجهٔ سلسیوس افزایش دهد (از $۱۴/۵^{\circ}C$تا $۱۵/۵^{\circ}C$).

یک کیلوکالری برای ۱۰۰۰ کالری است. $1kcal = 1000cal$

۳ــ بی تی یو B.T.U: مقدار گرمایی است که می‌تواند دمای یک پوند (۴۵۳/۵۹ گرم) آب خالص را یک درجهٔ فارنهایت افزایش دهد. این تعریف در فاصلهٔ دمایی $۶۳^{\circ}F$ تا $۶۴^{\circ}F$قابل قبول است.

هر بی‌تی‌یو معادل ۲۵۲ کالری است لذا می‌توان نوشت:

$$1B.T.U = 252cal$$

$$1cal = \frac{1}{252}B.T.U$$

$$1kcal = 1000cal = 1000 \times \frac{1}{252}B.T.U = 3/97B.T.U$$

$$1B.T.U = \frac{252}{1000}kcal$$

$$1B.T.U \approx \frac{1}{4}kcal$$

رابطهٔ کالری با ژول:

گرما نوعی انرژی است، بنابراین واحد آن نیز مانند واحد انرژی و کار در سیستم SI ژول است. یک ژول برابر است با کار نیروی یک نیوتن که بتواند یک متر جابجایی ایجاد کند. ژول دانشمند انگلیسی با آزمایش‌های متعدد نشان داد که اگر انرژی یک کالری توسط دستگاهی به کار تبدیل شود این کار قادر خواهد بود که یک وزنهٔ ۴/۱۸۶۸ نیوتنی را به اندازهٔ یک متر در راستای عمود بر زمین بالا ببرد.سپس با توجه به تعریف ژول می‌توان نوشت:

$$۱ \text{ کالری} = ۴/۱۸۶۸ \text{ ژول}$$

$$1kcal = 1000cal$$

$$1kcal = 1000 \times 4/1868 j = 4186/8 j$$

$$1B.T.U \simeq \frac{1}{4} kcal$$

$$1B.T.U \simeq \frac{1}{4} \times 4186/8 j = 1046/7 j$$

مثال ۱ـ۲۶: ۲۰ کالری گرما (حرارت) چند ژول است؟

حل: مرحلهٔ اوّل: داده و خواسته

خواسته	داده
$Q = ?\, j$	$Q = 20 cal$

مرحلهٔ دوم: محاسبهٔ ریاضی

$$20 cal = 20 \times 1 cal = 20 \times 4/19 j = 8/38 j$$

مثال ۲ـ۲۶: ۱۲۵۷ ژول چند کالری است؟

خواسته	داده
$Q = ?\, cal$	$Q = 1257 j$

cal	j
۱	۴/۱۹
x	۱۲۵۷

$$x = \frac{1 \times 1257}{4/19} = 300 cal$$

مثال ۳ـ۲۶: ۳۰۰۰ کالری را برحسب کیلوکالری، کیلوژول و B.T.U بی تی یو به‌دست آورید.

$$\begin{cases} 1cal = \frac{1}{1000} kcal \\ 3000 cal = 3000 \times 1 cal = 3000 (\frac{1}{1000} kcal) = 3 kcal \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1kcal = 4/19 kj \\ 3kcal = 3 \times 1kcal = 3 \times 4/19 kj \\ kj = 4/19 \times 3 = 12/5 kj \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۱B.T.U = \frac{۱}{۴}kcal \\ ۱kcal = ۴B.T.U \\ ۳kcal = ۳\times ۱kcal = ۳(۴B.T.U) = ۱۲B.T.U \end{cases}$$

تعریف ظرفیت حرارتی:

مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک جسم به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس را ظرفیت حرارتی آن جسم گویند و آن را با حرف A نشان می‌دهند. ظرفیت حرارتی نشانگر این است که مقدار گرمای لازم برای آن که دمای دو جسم با جنس‌های متفاوت جرم‌های مساوی به یک اندازه افزوده شود، یکسان نیست. مثلاً برای آن‌که دمای ۳۰ کیلوگرم آلومینیم از ۲۰° به ۲۱° برسد حدود ۶/۵kcal گرما لازم است. در صورتی که برای همین میزان افزایش دمای ۳۰ کیلوگرم آهن و حدود ۳/۴kcal گرما نیاز است.

$$\text{ظرفیت حرارتی} = \frac{\text{مقدار گرما}}{\text{تغییر دما}}$$

$$A = \frac{Q}{\theta_۲ - \theta_۱}$$

$$A = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

علایم اختصاری:

A: ظرفیت حرارتی

Q: مقدار گرما

$\Delta\theta$: اختلاف دما

واحد ظرفیت حرارتی: واحد ظرفیت حرارتی براساس واحد گرما و دما مشخص می‌شود و به کمک رابطهٔ ظرفیت حرارتی می‌توان نوشت:

$$A = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$A = \frac{cal}{^\circ C}, \frac{cal}{^\circ K}, \frac{j}{^\circ C}, \frac{kcal}{^\circ C}, \frac{j}{^\circ K}$$

واحدهای

چون مقدار $\Delta\theta$ با ΔT_K مساوی است، واحد اختلاف دما در واحد ظرفیت حرارتی $^\circ C$ یا $^\circ K$ مطرح می‌شود. و به‌کاربردن $\frac{j}{^\circ K}$ به جای $\frac{j}{^\circ C}$ معمول و صحیح است.

مثال ۴ـ۲۶: گرمای لازم برای بالابردن دمای یک قطعه مس از $۲۵^\circ C$ تا $۴۲۵^\circ C$ مقدار ۱۴KCal است. ظرفیت حرارتی آن را برحسب کالری به سلسیوس و ژول بر درجه کلوین تعیین کنید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$A=\frac{j}{^\circ k}$ $A=\frac{cal}{^\circ C}$	$\theta_2=425^\circ$ $Q=14kcal$ $\theta_1=25^\circ C$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$Q=14kcal\times1000=14000cal$

$Q=14000\times4/19=58660j$

مرحلهٔ سوم: نوشته رابطهٔ مربوطه و محاسبهٔ $\frac{cal}{^\circ C}$

$$\begin{cases} A=\frac{Q}{\Delta\theta}=\frac{Q}{\theta_2-\theta_1} \\ A=\frac{14000}{425-25}=\frac{14000}{400}=35\frac{cal}{^\circ C} \end{cases}$$

مرحلهٔ چهارم: نوشتن رابطهٔ مربوطه و محاسبهٔ A برحسب $\frac{j}{^\circ k}$

$\Delta T_K=\Delta\theta_C=400$

$$\begin{cases} A=\frac{Q}{\Delta T_K} \\ A=\frac{58660}{400}=146/65\frac{j}{k} \end{cases}$$

مثال ۵ــ۲۶: ظرفیت حرارتی یک قطعه آلومینیم برای افزایش دما از $20^\circ C$ تا $420^\circ C$ برابر ۶۵۰۰ کالری بر درجه سلسیوس است.برای این افزایش دما چه مقدار گرما برحسب Kcal مورد نیاز است؟

مرحلهٔ اوّل: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته‌ها	داده‌ها
$Q=?kcal$	$A=6500\frac{kcal}{^\circ C}$ $\theta_1=20^\circ c$ $\theta_2=420^\circ C$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه

$A=\frac{Q}{\Delta\theta}=\frac{Q}{\theta_2-\theta_1}$

۶۵۰۰ | ۴۲۰ ۲۰

$$۶۵۰۰ = \frac{Q}{۴۰۰}$$

$$Q = ۲۶۰۰۰۰۰$$

مرحلهٔ سوم: تبدیل واحد

$$Q = ۲۶۰۰۰۰۰ cal \div ۱۰۰۰ = ۲۶۰۰ kcal$$

تعریف گرمای ویژه:

گرمای ویژه عبارت است از مقدار گرمایی که دمای واحد جرم جسم را یک درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد و آن را با حرف C نشان می‌دهند

علایم اختصاری

C: گرمای ویژه

Q: گرما

m: جرم جسم

$\Delta\theta$: اختلاف دما

$$C = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

رابطه گرما $Q = mC\Delta\theta$

گرمای ویژهٔ اجسام در دماهای مختلف برابر نیست؛ بنابراین، در محاسبات و حل مسایل مقدار متوسط یا میانگین آن را منظور می‌کنند. گرمای ویژهٔ متوسط را با $\bar{C}$ نشان می‌دهند.

واحدهای گرمای ویژه:

واحدهای گرمای ویژه با توجه به واحدهای Q و m و $\Delta\theta$ تعیین می‌شود و به قرار زیر است:

$$\frac{cal}{g.^\circ C} = \frac{kcal}{kg^\circ C}$$

در سیستم SI:

$$\frac{j}{kg.^\circ k} = \frac{j}{kg^\circ C}$$

در سیستم انگلیسی:

$$\frac{\text{بی تی یو}}{\text{پوند، درجه سانتی‌گراد}} = \frac{B.T.U}{lb.^\circ C}$$

جدول ۱ـ۲۶ گرمای ویژهٔ برخی از فلزات و آلیاژها را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۲۶: گرمای ویژه پاره‌ای از مواد

فلز	گرمای ویژه $\frac{cal}{g^{\circ}C}$	گرمای ویژه $\frac{kj}{kg.K}$	آلیاژ[1]	گرمای ویژه $\frac{cal}{g^{\circ}C}$	گرمای ویژه $\frac{kj}{kg.K}$
آلومینیم	۰/۲۱۷	۰/۹۰۸	چدن	۰/۱۱۶	۰/۴۸۵
آهن	۰/۱۱۳	۰/۴۷۲	فولاد	۰/۱۱۵	۰/۴۸۱
مس	۰/۰۹۳	۰/۳۹۰	برنج	۰/۰۹۴	۰/۳۹۳
منیزیم	۰/۲۳۴	۰/۹۸۰	برنز	۰/۰۸۲	۰/۳۴۳
سرب	۰/۰۳۱	۰/۱۳۰	سرب خشک	۰/۰۳۵	۰/۱۴۶
روی	۰/۰۹۱	۰/۳۸۱	دور آلومین	۰/۲۱۱	۰/۸۸۳
قلع	۰/۰۵۴	۰/۲۲۶	آب	۱	۴/۱۸۶

۱ـ در مورد آلیاژها ترکیب آن‌ها حائز اهمیت است و در هر مورد با نسبت‌های ترکیبی، گرمای ویژه تغییر می‌کند.

رابطهٔ ظرفیت حرارتی با گرمای ویژه

اگر در رابطهٔ ظرفیت حرارتی به جای Q مقدار آن را از رابطه $Q = m.\overline{C}.\Delta\theta$ قرار دهیم خواهیم داشت:

$$A = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$A = \frac{m\overline{C}\Delta\theta}{\Delta\theta} = m\overline{C}$$

$$A = m\overline{C}$$

در این رابطه علایم اختصاری عبارتند از:

A: ظرفیت حرارتی

m: جرم جسم

$\overline{C}$: گرمای ویژهٔ متوسط

مثال ۶ـ۲۶: در یک کورهٔ عملیات حرارتی دمای یک میلهٔ فولادی به جرم ۴۸۰ گرم از ۴۵۰ به ۸۵۰

سلسیوس افزایش می‌یابد. درصورتی که گرمای ویژهٔ متوسط میله در این فاصلهٔ زمانی ۰/۱۲ کالری بر گرم درجه سلسیوس باشد، مطلوبست محاسبه:

الف) مقدار گرمای جذب شده توسط میله برحسب Kj

ب) ظرفیت حرارتی آن برحسب $\frac{kj}{^\circ C}$

حل:

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$A=\frac{kJ}{^\circ C}$ $Q=?kj$	$m=۴۸۰g$ $\overline{C}=۰/۱۲\frac{cal}{g.^\circ C}$ $\theta_۲=۸۵۰^\circ C$ $\theta_۱=۴۵۰^\circ C$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ گرما

$$Q=m.\overline{C}.\Delta\theta$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$Q=۴۸۰\times۰/۱۲\times(۸۵۰-۴۵۰)$$

$$Q=۴۸۰\times۰/۱۲\times۴۰۰$$

$$Q=۲۳۰۴۰cal$$

مرحلهٔ چهارم: تبدیل واحد کالری به ژول

$$Q=۲۳۰۴۰\times۴/۱۹$$

$$Q=۹۶۵۳۷/۶j$$

مرحلهٔ پنجم: تبدیل j به Kj

$$Q=\frac{۹۶۵۳۷/۶}{۱۰۰۰}=۹۶/۵۳۷۶kj$$

مرحلهٔ ششم: نوشتن رابطهٔ ظرفیت حرارتی

راه اول

$$A=\frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$A=\frac{۹۶/۵۳۷۶}{۸۵۰-۴۵۰}=\frac{۹۶/۵۳۷۶}{۴۰۰}=۰/۲۴۱۳۴۴\frac{kj}{^\circ C}$$

راه دوم
$$A = m.\bar{C}$$
$$A = ۴۸۰ \times ۰/۱۲$$
$$A = ۵۷/۶ \frac{cal}{^\circ C}$$
$$A = ۵۷/۶ \times ۴/۱۹$$
$$A = ۲۴۱/۳۴۴ \frac{j}{^\circ C}$$
$$A = \frac{۲۴۱/۳۴۴}{۱۰۰۰} = ۰/۲۴۱۳۴۴ \frac{kj}{^\circ C}$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر به شکل‌های مختلف مطرح کند و هنرجویان آن‌ها را با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ حرارت یا گرما مقداری از انرژی مکانیکی است که می‌تواند باعث تغییرات دمایی یا حالت‌های فیزیکی مختلف در اجسام شده و انرژی داخلی آن‌ها را تغییر دهد.

۲ــ واحدهای گرما عبارتند از ژول، کالری، کیلوکالری و بی تی یو (B.T.U).

۳ــ برای تبدیل ژول به کالری یا بالعکس از رابطهٔ $cal = ۴/۱۹j$ استفاده می‌شود.

۴ــ ظرفیت حرارتی: مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای جسمی به اندازهٔ یک درجه سلسیوس

۵ــ گرمای ویژه: مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای واحد جسم به اندازهٔ یک درجه سلسیوس

۶ــ رابطهٔ ظرفیت حرارتی و گرمای ویژه و گرما عبارتند از:

$$Q = m.\bar{C}\Delta\theta$$
$$A = \frac{Q}{\Delta\theta} = m\bar{C}$$
$$C = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۱۰۷ شماره‌های ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ برای تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه بیست وهفتم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و ...)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: نقطهٔ ذوب، گرمای نهان گداز و نهان تبخیر

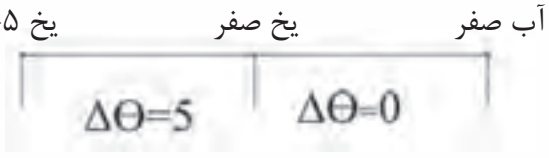
قبل از ورود به بحث بهتر است برای تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح شود:

۱ــ منظور از نقطهٔ ذوب چیست؟
۲ــ فرق نقطهٔ ذوب با نقطهٔ انجماد چیست؟
۳ــ منظور از گرمای نهان گداز چیست؟
۴ــ منظور از گرمای نهان تبخیر چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این گونه بیان کرد که:

تعریف نقطهٔ ذوب:

چنان‌چه مقداری یخ در دمای زیر صفر درجه سلسیوس مثلاً ($-5^{\circ}C$)را در ظرف قیفی شکل ریخته و دماسنج را در آن قرار دهیم دماسنج دمای($-5^{\circ}C$)را نشان می‌دهد. حال اگر ظرف را حرارت دهیم دماسنج افزایش دما را نشان می‌دهد. هنگامی که اولین قطره‌های آب از یخ تشکیل می‌شود، دماسنج عدد صفر را نشان می‌دهد و دمای یخ به صفر درجه سلسیوس رسیده است. اگر عمل گرمادادن ادامه یابد، درجهٔ دماسنج هم‌چنان روی عدد صفر ثابت می‌ماند تا زمانی که تمام یخ صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل شود. نقطهٔ صفر درجهٔ سلسیوس را نقطهٔ ذوب یخ گویند. این مطلب در مورد تمام اجسام صادق است.



نقطهٔ ذوب یک جسم دمای ثابتی است که در این دما در فشار یک اتمسفر جسم از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود.

نقطهٔ انجماد: نقطهٔ انجماد با نقطهٔ ذوب برابر بوده و آن دمای ثابتی است که در این دما در فشار یک اتمسفر، جسم از حالت مایع به جامد تبدیل می‌شود.

ـ تعریف گرمای نهان گداز:

هنگامی که یخ به نقطهٔ ذوب خود یعنی صفر درجهٔ سلسیوس می‌رسد دما روی صفر ثابت می‌ماند و در این لحظه عمل گرمادادن ادامه می‌یابد؛ مقدار گرما به جای افزایش دمای آب جذب یخ شده و باعث ذوب یخ می‌شود و این عمل تا ذوب کامل یخ ادامه خواهد یافت، مقدار گرمای مصرف‌شده در فاصلهٔ یخ صفر درجه سلسیوس، آب صفر درجهٔ سلسیوس را گرمای نهان گداز گویند. یعنی:

گرمای نهان گداز عبارت است از مقدار گرمایی که واحد جرم جسم جامد در نقطهٔ ذوب خود و در فشار یک اتمسفر می‌گیرد تا به حالت مایع درآید.

گرمای نهان گداز را با حرف لاندا (λ)نشان می‌دهند. مقدار گرمای لازم برای ذوب جسمی به جرم m و گرمای نهان گداز λ از شروع ذوب تا پایان ذوب از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

$$Q_\lambda = m.\lambda$$

علایم اختصاری:

Q_λ: گرمای لازم در دامنهٔ ذوب

m: جرم جسم

λ: گرمای نهان گداز جسم

واحد گرمای نهان‌گداز: با توجه به رابطه $Q_\lambda = m.\lambda$ اگر مقدار λ را از رابطه به‌دست آوریم خواهیم داشت:

$$Q_\lambda = m.\lambda$$

$$\lambda = \frac{Q\lambda}{m}$$

طبق این رابطه، واحدهای گرمای نهان‌گداز (λ) به واحد Q_λ و m بستگی دارد.

$$\text{واحد}\lambda = \underset{\text{گرم}}{\frac{\text{cal}}{\text{g}}} = \underset{\text{کیلوگرم}}{\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}, \frac{\text{j}}{\text{kg}}, \frac{\text{kj}}{\text{kg}}, \frac{\text{B.T.U}}{\text{lb}}$$
(کالری، کیلوکالری، ژول)

برای تبدیل واحد $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$ به واحد $(\frac{\text{j}}{\text{kg}})$ در سیستم SI می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد.

$$1\frac{\text{cal}}{\text{g}} = \frac{1\times 4/1868\text{j}}{\text{g}\div 1000} = 4/1868\times 10^{3}\,\frac{\text{j}}{\text{kg}} \approx 4/19\frac{\text{kj}}{\text{kg}}$$

جدول ۱ـ۲۷ـ گرمای نهان گداز و نقطه ذوب پاره‌ای از مواد

جسم	نقطهٔ ذوب $T_m[K]$	گرمای نهان گداز $\lambda[\frac{j}{kg}]$	جسم	نقطهٔ ذوب $T_m[K]$	گرمای نهان گداز $\lambda[\frac{j}{kg}]$
آلومینیم	۹۳۲	$3/8\times10^{5}$	نقره	۱۲۳۳	$8/8\times10^{4}$
مس	۱۳۵۶	$1/8\times10^{5}$	فولاد	۱۶۷۳	$2/1\times10^{5}$
طلا	۱۳۳۷	$6/6\times10^{4}$	گوگرد	۳۸۵/۸	$5/5\times10^{4}$
آهن	۱۸۰۳	$2/7\times10^{5}$	قلع	۵۰۵	$5/8\times10^{4}$
چدن سفید	۱۴۷۳	$1/3\times10^{5}$	تنگستن	۳۶۸۳	$2/6\times10^{4}$
چدن خاکستری	۱۴۲۳	$9/7\times10^{4}$	یخ	۲۷۳	$3/35\times10^{5}$
سرب	۶۰۰	$2/5\times10^{4}$	روی	۶۹۲	$1/18\times10^{5}$
جیوه	۱۳۴	$1/25\times10^{4}$			

مثال ۱ـ۲۷: برای ذوب کامل ۲۰Kg سرب در نقطهٔ ذوب ۵۰۰ کیلوژول انرژی گرمایی لازم است. گرمای نهان گداز سرب را برحسب $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$ و $\frac{\text{j}}{\text{kg}}$ به‌دست آورید.

$1\text{cal} = 4/19\text{j}$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته‌ها	داده ها
$\lambda = ?\frac{cal}{g}$ $\lambda = ?\frac{j}{kg}$	$m_{pb} = ۲۰kg$ $Q_\lambda = ۵۰۰kj$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$Q_\lambda = ۵۰۰kj$

$Q_\lambda = ۵۰۰ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰۰۰۰j$

$Q_\lambda = \frac{۵۰۰۰۰۰}{۴/۱۹} = ۱۱۹۳۳۱/۷۴۲cal$

$m = ۲۴kg$

$m = ۲۴ \times ۱۰۰۰ = ۲۴۰۰۰g$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطهٔ مربوطه و محاسبهٔ ریاضی

$Q_\lambda = m.\lambda$

$\lambda = \frac{Q_\lambda}{m} = \frac{۱۱۹۳۳۱/۷۴۲cal}{۲۴۰۰۰g} = ۴/۹۷\frac{cal}{g}$

$\lambda = \frac{Q_\lambda}{m} = \frac{۵۰۰۰۰۰j}{۲۴kg} = ۲۰۸۳۳/۳۳\frac{j}{kg}$

مثال ۲ـ۲۷: برای ذوب کامل ۳۰Kg مس (در دمای ذوب) چه مقدار گرما برحسب Kj لازم است؟ گرمای نهان گداز مس ۱۸۰۰۰۰ ژول بر کیلوگرم است.

حل:

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده ها
$Q = ?kj$	$m = ۳۰kg$ $\lambda = ۱۸۰۰۰\frac{j}{kg}$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه و حل مسأله

$Q_\lambda = m.\lambda$

$Q = ۳۰kg \times ۱۸۰۰۰\frac{}{kg}$

$Q_\lambda = ۵۴۰۰۰۰j$

مرحلهٔ سوم: تبدیل واحد از j به Kj

$$Q_{\lambda} = ۵۴۰۰۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۵۴۰ kj$$

نقطهٔ جوش: اگر آب با دمای صفر درجه سلسیوس را گرما دهیم دمای آن رفته رفته افزایش یافته و هنگامی که دماسنج عدد ۱۱۰۰ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد، ثابت می‌ماند و با ادامهٔ گرما دادن مایع به بخار تبدیل می‌شود. نقطه ۱۰۰ درجه سلسیوس را نقطهٔ جوش آب گویند.

نقطهٔ جوش یک جسم دمای ثابتی است که در این دما در فشار یک اتمسفر جسم از حالت مایع به بخار تبدیل می‌شود.

تعریف گرمای نهان تبخیر

هنگامی که آب به نقطهٔ جوش خود یعنی ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس می‌رسد دما روی ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس ثابت می‌ماند. درصورتی که گرما دادن ادامه داشته باشد گرما صرف افزایش دما نشده بلکه این گرما باعث می‌شود که آب ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس به بخار آب ۱۰۰ درجه سلسیوس تبدیل شود. این مقدار گرما را گرمای نهان تبخیر گویند.

گرمای نهان تبخیر عبارت است از مقدار گرمایی که واحد جرم مایع (مذاب) در نقطهٔ جوش و در فشار یک اتمسفر می‌گیرد تا از حالت مایع به بخار تبدیل شود.

گرمای نهان تبخیر را با حرف L نشان می‌دهند. مقدار گرمای لازم برای تبدیل مذاب به جرم m و گرمای نهان تبخیر L، به حالت بخار از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید. $Q_L = m.L$

علایم اختصاری:

Q_L: مقدار گرمای لازم برای تبدیل مایع به بخار در نقطهٔ جوش

m: جرم مایع یا مذاب

L: گرمای نهان تبخیر

واحد گرمای نهان تبخیر: با توجه به رابطه $Q_L = m.L$ مقدار L برابر است با:

$$L = \frac{Q_L}{m}$$

واحدهای گرمای نهان تبخیر همانند واحدهای نهان گداز خواهد بود.

مثال ۳ـ۲۷: برای تبخیر کامل ۳۰ کیلوگرم آب در نقطهٔ جوش چه مقدار گرما برحسب کیلوکالری نیاز است؟ گرمای نهان تبخیر آب ۵۳۹/۷ کالری بر گرم است.

حل:

مرحلهٔ اول: داده ها و خواسته‌ها

خواسته	داده ها
$Q = ?\,kcal$	$L = ۵۳۹/۷\frac{cal}{g}$ $m = ۳۰kg$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$$m = ۳۰kg$$

$$m = ۳۰\times۱۰۰۰ = ۳۰۰۰۰g$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطه و جایگذاری

$$Q_L = mL$$

$$Q_L = ۳۰۰۰۰\times۵۳۹/۷$$

$$Q_L = ۱۶۱۹۱۰۰۰cal$$

$$Q_L = \frac{۱۶۱۹۱۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۱۶۱۹۱kcal$$

مثال ۴ـ۲۷: برای تبخیر کامل ۱۰ کیلوگرم روی (در دمای جوش) چه مقدر گرما برحسب کیلوکالری نیاز است؟ گرمای نهان تبخیر روی ۴۱۵ کالری برگرم است.

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده ها
$Q = ?\,kcal$	$L = ۴۱۵\frac{cal}{g} = \frac{kcal}{kg}$ $m = ۳۰kg$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه و جایگذاری

$$Q_L = m.L$$

$$Q_L = ۱۰\times۴۱۸$$

$$Q_L = ۴۱۵۰kcal$$

چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح شود و هنرجویان آن‌ها را با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ نقطهٔ ذوب: دمای ثابتی است که در این دما و در فشار یک اتمسفر جسم تغییر شکل ساختمانی از حالت جامد به مایع می‌دهد.

۲ــ نقطهٔ انجماد: دمای ثابتی است که در این دما و در فشار یک اتمسفر مایع به جامد تبدیل می‌شود.

۳ــ گرمان نهان‌گداز: مقدار گرمایی است که واحد جرم جسم در نقطهٔ ذوب و در فشار یک اتمسفر می‌گیرد تا به حالت مایع درآید.

۴ــ نقطهٔ جوش: دمای ثابتی است که در این دما و در فشار یک اتمسفر مایع به بخار تبدیل می‌شود.

۵ــ گرمای نهان‌تبخیر: مقدار گرمایی است که واحد جرم جسم مذاب در نقطهٔ جوش و در فشار یک آتمسفر می‌گیرد تا به حالت بخار درآید.

۶ــ رابطهٔ گرمای نهان‌گداز $\lambda = \frac{Q_\lambda}{m}$

۷ــ رابطهٔ گرمای نهان‌تبخیر $L = \frac{Q_\lambda}{m}$

تمرین

۱ــ تمرین‌های ۱۱ و ۱۲ از صفحهٔ ۱۰۷ برای تکالیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ‌آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

۲ــ چه مقدار گرما برای تبخیر کامل ۲۰ کیلوگرم جیوه (در دمای جوش) برحسب Kcal و Kj نیاز است؟ گرمای نهان تبخیر جیوه ۵۵۵ کیلوکالری بر کیلوگرم است.

۳ــ برای تبخیر کامل ۲۰ کیلوگرم مس در نقطهٔ جوش ۲۴۲۰۰ کیلوکالری انرژی گرمایی لازم است. گرمای نهان تبخیر مس را برحسب $\frac{cal}{g}$ و $\frac{j}{kg}$ به‌دست آورید.

$1cal = 4/19j$

جلسه بیست وهشتم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره ...)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: محاسبهٔ مقدار گرمای لازم برای ذوب و ریخته‌گری

قبل از ورود بحث ابتدا برای تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح می‌شود:

۱ــ ریخته‌گری چیست؟
۲ــ منظور از سیالیت چیست؟
۳ــ آیا می‌توان فلز مذاب را پس از پایان ذوب ریخته‌گری کرد؟
۴ــ آیا مقداری گرما برای ذوب‌کردن فلز از ابتدای ذوب تا هنگامی که مذاب ریخته‌گری شود ثابت است؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این گونه بیان کرد که:

مقدار گرما

ریخته‌گری یعنی ذوب فلز و ریختن آن داخل محفظه‌ای بنام قالب تا شکل مورد نظر به‌دست آید. در ریخته‌گری فقط ذوب‌کردن فلز (جسم) کافی نیست، بلکه برای ایجاد سیالیت و قابلیت پرکردن قالب و جلوگیری از انجماد زودهنگام فلز مذاب در راهگاه‌ها و محفظهٔ قالب باید دمای مذاب را به بالاتر از نقطهٔ ذوب فلز رساند که به آن دمای فوق ذوب گویند.

در ریخته‌گری از ابتدای حرارت دادن فلز تا هنگامی که مذاب آمادهٔ بارریزی می‌شود سه مقدار گرما (حرارت) لازم است و از مجموع آن‌ها مقدار گرمای کل برای ذوب در ریخته‌گری تعیین می‌شود. این سه مقدار گرما عبارتند از:

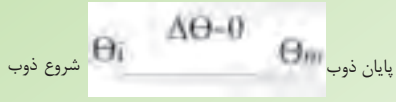
Q_1: مقدار گرمایی که لازم است تا دمای فلز را از دمای محیط (θ_i) به دمای نقطهٔ ذوب فلز (θ_m) برساند.

چون اختلاف دما وجود دارد، گرما از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

$$\Delta\theta = \theta_m - \theta_i$$

$$Q_1 = m\bar{C}\Delta\theta$$

Q_2: مقدار گرمایی که لازم است تا در دمای ثابت از شروع ذوب تا پایان ذوب با توجه به گرمای نهان گداز، فلز جامد را به مذاب تبدیل کند:



در این فاصلهٔ زمانی اختلاف دما وجود ندارد و گرما از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید.

$$Q_2 = m\lambda$$

Q_3: مقدار گرمایی که لازم است تا دمای مذاب را از نقطهٔ پایان ذوب (θ_m) به دمای فوق ذوب (θ_p) برساند

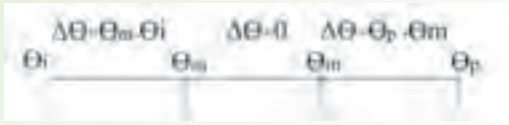
در این مرحله چون مجدداً اختلاف دما وجود دارد، گرما

از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

$$Q_3 = m\bar{C}\Delta\theta$$

Q مقدار گرمای لازم برای ذوب فلز به جرم m از مجموع Q_1 و Q_2 و Q_3 حاصل می‌شود.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$



علایم اختصاری:

Q: کل گرما از ابتدای ذوب تا فوق ذوب

m: جرم فلز مذاب

$\bar{C}$: گرمای ویژهٔ متوسط فلز جامد

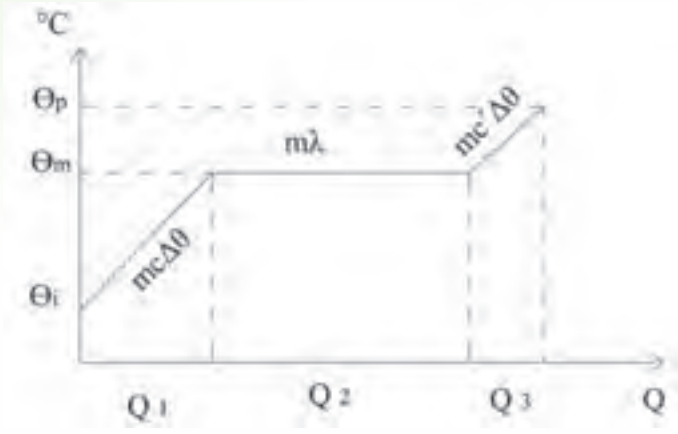
$\bar{C}'$: گرمای ویژهٔ متوسط مذاب

λ: گرمای نهان گداز

θ_i: دمای محیط

θ_m: دمای ذوب

θ_p: دمای فوق ذوب



تذکر: مقدار دمای فوق ذوب (دمای مناسب ریختن مذاب) برای فلزات و آلیاژهای مختلف متفاوت است و معمولاً ۸۰ درجه سلسیوس و در بعضی موارد تا ۲۰۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شود چنان‌چه دمای فوق از حد معمول بیشتر باشد، باعث اکسیدشدن یا تبخیرمی‌شود و اگر فوق ذوب از حد معمول کمتر باشد، باعث می شود که مذاب سیالیت خود را از دست داده درنتیجه انجماد بی‌موقع صورت گیرد و نتواند محفظهٔ قالب را

پر کند.

مثال ۱ـ۲۸: می‌خواهیم دمای ۱۰ کیلوگرم آلومینیوم را از دمای محیط $\theta_i = ۲۵^\circ C$ تا دمای ذوب $\theta_m = ۶۶۰^\circ C$ برسانیم. چه مقدار گرما برحسب کیلوکالری لازم است؟ درصورتی که دمای ویژهٔ متوسط آلومینیم در این فاصلهٔ دمایی $\bar{C} = ۰/۲۴ \frac{cal}{g^\circ C}$ باشد.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده ها
$Q = ?kcal$	$\bar{C} = ۰/۲۴ \frac{cal}{g^\circ C}$ $\theta_m = ۶۶۰^\circ C$ $\theta_i = ۲۵^\circ C$ $m = ۱۰kg$

راه اوّل: با توجه به واحد $\bar{C}$ باید ابتدا واحد جرم را به گرم تبدیل کنیم تا گرما برحسب کالری به دست آید و سپس گرما را به کیلوکالری تبدیل می‌کنیم.

$$m = ۱۰ \times ۱۰۰۰ = ۱۰۰۰۰g$$

چون فلز از دمای محیط تا نقطهٔ ذوب گرم می‌شود، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$Q = m \times \bar{C}(\theta_m - \theta_i)$$

$$Q = ۱۰۰۰ \times ۰/۲۴(۶۶۰ - ۲۵)$$

$$Q = ۱۵۲۴۰۰۰$$

$$Q = ۱۵۲۴۰۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۱۵۲۴kcal$$

راه دوم: چون واحد $\bar{C} = \frac{cal}{g^\circ C}$ همان $\bar{C} = \frac{kcal}{kg^\circ C}$ ست نیازی به تبدیل واحد نیست و مقدار Q مستقیماً برحسب Kcal محاسبه می‌شود.

$$\bar{C} = ۰/۲۴ \frac{cal}{g^\circ C} = ۰/۲۴ \frac{cal \div ۱۰۰۰}{g \div ۱۰۰۰ \times ^\circ C} = ۰/۲۴ \frac{kcal}{kg^\circ C}$$

$$Q = m \times \bar{C}(\theta_m - \theta_i)$$

$$A = ۱۰ \times ۰/۲۴(۶۶۰ - ۲۵)$$

$$Q = ۱۵۲۴kcal$$

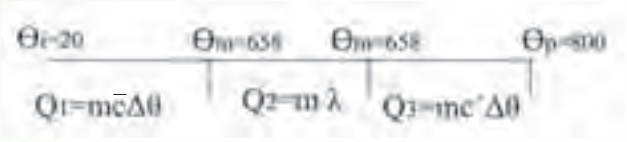
مثال ۲ـ۲۸: حساب کنید مقدار گرمایی را که لازم است تا ۲/۵ کیلوگرم آلومینیم را از $۲۰^\circ C$ به نقطهٔ بارریزی $۸۰۰^\circ C$ برساند. درصورتی که نقطهٔ ذوب آلومینیم $۶۵۸^\circ C$، گرمای ویژه متوسط جامد $C = ۰/۲۴ \frac{cal}{g^\circ C}$

گرمای ویژهٔ متوسط حالت مذاب $\frac{cal}{g^{\circ}C}$ ۰/۲۶ و گرمای نهان‌گداز آلومینیم $\lambda = ۹۱\frac{cal}{g}$ باشد. منفی تغییرات دما برحسب گرما را نیز رسم کنید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده ها
$Q = ?kcal$	$\theta_i = ۲۰^{\circ}C$ $\overline{C} = ۰/۲۴\frac{Cal}{g^{\circ}C} = \frac{kCal}{kg.^{\circ}C}$ $\overline{C} = ۰/۲۶\frac{cal}{g.^{\circ}C} = \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$ $\lambda = ۹۱\frac{cal}{g} = \frac{kcal}{kg}$ $\theta_p = ۸۰۰^{\circ}C$ $\theta_m = ۶۵۸^{\circ}C$ $m = ۲/۵kg$

مرحلهٔ دوم: چون فلز از دمای محیط تا فوق ذوب گرم می‌شود، رابطهٔ کلی ذوب را می‌نویسیم.



$$Q = m\overline{C}(\theta_m - \theta_i) + m\lambda + m\overline{C'}(\theta_p - \theta_m)$$

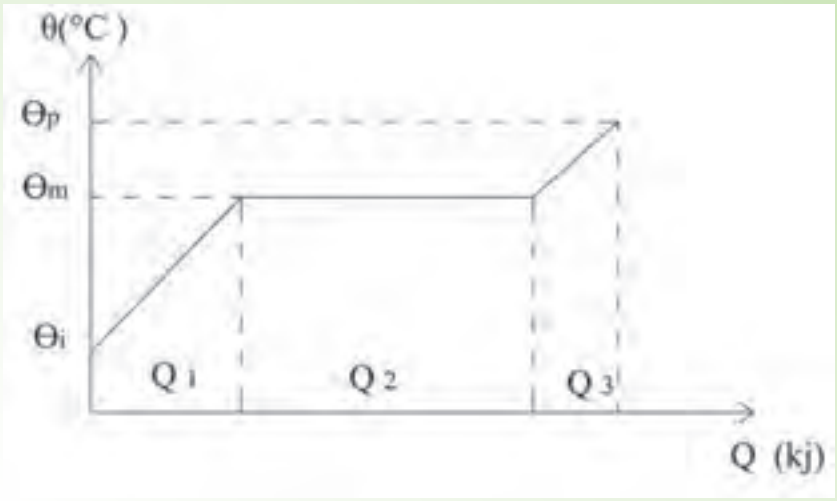
مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه

$$Q = ۲/۵ \times ۰/۲۴(۶۵۸ - ۲۰) + ۲/۵ \times ۹۱ + ۲/۵ \times ۰/۲۶(۸۰۰ - ۶۵۸)$$

$$Q = ۳۸۲/۸ + ۲۲۷/۵ + ۹۲/۳$$

$$Q = ۷۰۲/۶kcal$$

برای رسم نمودار تغییرات دما برحسب گرما، محور عمودی را محور دما و محور افقی را محور گرما انتخاب نموده و به‌صورت زیر منحنی را رسم می‌کنیم.



چند تمرین دیگر به شکل‌های مختلف مطرح شود و هنرجویان آن‌ها را با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ ریخته‌گری عبارت است از تهیهٔ مذاب و ریختن آن در محفظه‌ای به نام قالب تا شکل محفظهٔ مورد نظر به‌دست آید.

۲ــ سیالیت: قابلیت یا توانایی مذاب برای پرکردن قابل را سیالیت گویند.

۳ــ برای ذوب فلز و ریختن در قالب نیاز به دمای فوق ذوب می‌باشد.

۴ــ رابطهٔ محاسبهٔ گرما برای تهیهٔ مذاب آماده بارریزی به قرار زیر است:

$$Q = m\overline{C}(\theta_m - \theta_i) + m\lambda + m\overline{C'}(\theta_p - \theta_m)$$

۵ــ دمای فوق ذوب باید به اندازه‌ای باشد که ۱. از انجماد زود هنگام جلوگیری کند، ۲. از اکسیدشدن و تبخیر مذاب ممانعت به‌عمل آورد.

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۱۰۸ کتاب محاسبات فنی عمومی شماره ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ برای تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه بیست ونهم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسهٔ قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره ...)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکال‌های آن‌ها
ــ یادآوری مباحث جلسهٔ قبل
ــ شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: قدرت حرارتی سوخت، راندمان حرارتی کوره

پیشنهاد می‌شود که پیش از شروع بحث برای تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح شود.
۱ــ منظور از قدرت حرارتی سوخت چیست؟
۲ــ آیا تمام سوخت ها در شرایط یکسان به یک اندازه گرما تولید می‌کنند؟
۳ــ منظور از راندمان حرارتی کوره چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این گونه بیان کرد که:

قدرت حرارتی (ارزش گرمایی):

برای تأمین مقدار گرمای لازم برای ذوب فلزات باید از احتراق سوخت‌ها استفاده شود. هر سوخت قدرت حرارتی یا ارزش گرمایی مخصوص به خود را دارد، یعنی قدرت حرارتی سوخت‌های مختلف در شرایط مساوی با هم یکسان نیست. بیشترین ارزش گرمایی را سوخت‌هایی دارا هستند که فقط از C و H تشکیل شده‌اند. به‌طورکلی:

> قدرت حرارتی سوخت عبارت است از مقدار گرمایی که واحد جرم یا واحد حجم یک سوخت هنگام احتراق کامل ایجاد می‌کند.

قدرت حرارتی سوخت‌ها در محاسبات مربوط به راندمان کوره‌ها و مقدار مصرف سوخت اهمیت زیادی دارد.

برای سوخت‌های جامد و مایع قدرت حرارتی برحسب واحد جرم محاسبه می‌شود و آن را با q_m نشان می‌دهند.

مقدار گرمایی M کیلوگرم سوخت با ارزش گرمایی q_m هنگام احتراق کامل آزاد می‌کند، از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$Q' = M.q_m$$

علایم اختصاری:

Q': مقدار گرمای آزادشده توسط سوخت

M: جرم سوخت

q_m: قدرت حرارتی سوخت

برای سوخت‌های گازی قدرت حرارتی برحسب واحد حجم محاسبه می‌شود و آن را با q_v نشان می‌دهند.

مقدار گرمایی که سوخت با حجم V مترمکعب و ارزش حرارتی q_v هنگام احتراق کامل آزاد می‌کند، از رابطهٔزیر به‌دست می‌آید:

$$Q' = V.q_v$$

علایم اختصاری:

Q': مقدار گرمای آزاد شده توسط سوخت

V: حجم سوخت

q_v: قدرت حرارتی سوخت

واحدهای ارزش حرارتی سوخت

ـ سوخت‌های جامد و مایع، براساس تعریف مقدار گرمایی که واحد جرم یک سوخت هنگام احتراق کامل ایجاد می‌کند، واحد ارزش حرارتی در سیستم SI به قرار زیر است:

$$q_M = \frac{Q'}{M}$$

واحد گرمای Q' ژول و جرم کیلوگرم است درنتیجه:

$$\text{واحد } q_M = \frac{j}{kg}$$

واحدهای دیگری نیز برای ارزش حرارتی سوخت به‌کار می‌رود که عبارتند از:

$$\frac{kcal}{kg} \text{ یا } \frac{cal}{g}$$

در سوخت‌های گازی، براساس تعریف مقدار گرمایی که واحد حجم یک سوخت هنگام احتراق کامل ایجاد می‌کند، واحد انرژی حرارتی در سیستم SI به قرار زیر است:

$$q_V = \frac{Q'}{V}$$

واحد مقدار گرمای Q' ژول و حجم مترمکعب است در نتیجه:

$$\text{واحد } q_V = \frac{j}{m^3}$$

واحدهای دیگر عبارتند از . $\frac{\text{کالری}}{\text{لیتر}}$ $\frac{cal}{lit}$ یا $\frac{kcal}{m^3}$

توجه: چنان‌چه جرم سوخت را داده باشند با داشتن چگالی سوخت می‌توان از رابطهٔ زیر حجم سوخت را محاسبه کرد و بالعکس، چنان‌چه حجم سوخت را داده باشند می‌توان جرم سوخت را حساب کرد.

علایم اختصاری :

$M = \rho.V$

M: جرم سوخت

ρ: چگالی سوخت

V: حجم سوخت

مثال ۱ـ۲۹: اگر احتراق یک کیلوگرم لیتر از یک نوع سوخت ۹۰۰۰ کیلوکالری گرما تولید کند، ۸ کیلوگرم سوخت چه مقدار گرما تولید می‌کند؟

حل: مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده‌ها
$Q' = ?\,kcal$	$M = ۸kg$ $q_m = ۹۰۰۰\ \frac{kcal}{kg}$

مرحلهٔ دوم: نوشته رابطه و محاسبهٔ ریاضی

$Q' = M.q_m$

راه اوّل $Q' = ۸ \times ۹۰۰۰$

$Q' = ۷۲۰۰۰kcal$

راه دوم: از طریق تناسب نیز می‌توان این مسأله را حل کرد که البته بهتر است از راه فرمول حل شود.

کیلوگرم	گرمای تولید شده
۱	۹۰۰۰
۸	$x = \frac{۸ \times ۹۰۰۰}{۱} = ۷۲۰۰۰kcal$

مثال ۲ـ۲۹: ۱۶ کیلوگرم از یک نوع سوخت با قدرت حرارتی ۹۹۰۰ کیلوکالری بر لیتر و چگالی سوخت ۰/۸ کیلوگرم بر لیتر چه مقدار گرما تولید می‌کند؟

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده ها
$Q' = ?kcal$	جرم سوخت $M = ۱۶kg$ $\rho = ۰/۸\frac{kcal}{lit}$ $q_V = ۹۹۰۰\frac{kcal}{lit}$

مرحلهٔ دوم: چون جرم سوخت داده شده و قدرت حرارتی برحسب واحد حجم مطرح شده است باید اوّل حجم سوخت را محاسبه کنیم:

$$M = \rho.V$$

$$۱۶ = ۰/۸ \times V$$

$$\frac{۱۶}{۰/۸} = \frac{۰/۸V}{۰/۸}$$

$$۲۰ = V \text{ و } V = ۲۰lit$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطهٔ مقدار گرما:

$$Q' = V.q_v$$

$$Q' = ۲۰ \times ۹۹۰۰$$

$$Q' = ۱۹۸۰۰۰kcal$$

در جدول زیر ارزش گرمایی بعضی از سوخت‌ها درج شده است.

واحد ارزش گرمایی در سیستم انگلیسی برابر است با بی تی یو بر پوند (Btu/lb) که معادل آن برای واحدهای $\frac{kcal}{kg}$ و $\frac{kj}{kg}$ چنین است

$$۱Btu/lb = ۰/۵۵۶ kcal/kg = ۲/۳۲۶ kj/kg$$

جدول ۱ـ۲۹ـ ارزش حرارتی بعضی از سوخت‌ها (تقریبی)

سوخت	$\frac{kcal}{kg}$	$\frac{kj}{kg}$ $(1cal = 4/2j)$
جامد		
چوب با رطوبت کمتر از ۵٪	۱۴۰۰ــ۲۴۰۰	۵۸۸۰ــ۱۰۰۸۰
تورب (زغال سنگ نارس)	۱۶۰۰	۶۷۰۰
لینیت (زغال‌سنگ قهوه‌ای)	۲۰۰۰	۸۴۰۰
زغال‌سنگ قیردار	۷۵۰۰ــ۹۰۰۰	۳۱۵۰۰ــ۳۷۸۰۰
آنتراسیت (زغال‌سنگ درخشان)	۹۰۰۰	۳۷۸۰۰
زغال چوب	۷۰۰۰	۲۹۴۰۰
کک	۷۵۰۰	۳۱۵۰۰
بریکت (خاکه زغال‌سنگ و ۵٪ قطران)	۶۰۰۰	۲۵۲۰۰
مایع		
بنزین	۱۰۶۰۰	۴۴۵۰۰
گازوئیل (نفت گاز)	۹۰۰۰	۳۱۵۰۰
مازوت	۶۴۰۰	۳۹۵۰۰
نفت سفید	۳۲۰۰	۳۸۶۵۰
الکل‌ها	۶۰۰۰ــ۷۰۰۰	۲۵۲۰۰ــ۲۹۴۰۰
گاز	$\frac{kcal}{m^3}$	$\frac{kj}{m^3}$
منوکسید کربن CO	۳۱۰۰	۱۳۰۰۰
ئیدروژن H'	۲۶۰۰	۱۱۰۰۰
متان CH_2	۹۵۰۰	۴۰۰۰۰
اتان C_2H_6	۱۶۸۰۰	۷۰۵۰۰
بوتان C_4H_{10}	۳۲۰۰۰	۱۳۴۵۰۰
بنزن C_6H_6	۳۳۰۰۰	۱۳۸۵۰۰
گاز طبیعی	۸۵۰۰	۳۵۷۰۰
گاز کوره کک‌سازی	۴۰۰۰	۱۶۸۰۰

ـ راندمان حرارتی کوره:

راندمان حرارتی کوره عبارت است از نسبت گرمای گرفته شده از کوره (گرمای مفید) به گرمای داده شده به کوره که با درصد بیان می‌شود و چون یک نسبت است واحد ندارد.

$$\text{راندمان} = \frac{\text{گرمای گرفته شده یا مفید}}{\text{گرمای داده شده}} = R = \frac{Q}{Q'} \times ۱۰۰$$

علایم اختصاری:

R: راندمان کوره

Q: مقدار گرمای گرفته شده یا گرمای مفید

Q': مقدار گرمای داده شده یا تولید شده توسط سوخت

توجه: واحد Q و Q' باید با هم یکسان باشد.

مقدار Q مقدار گرمای مفیدی است که برای ذوب یک فلز تا نقطهٔ فوق ذوب لازم است. Q' مقدار گرمایی است که سوخت تولید می‌کند و مقدار آن از Q بیشتر است، زیرا مقداری از حرارت تولید شده براثر عوامل مختلف مانند احتراق ناقص، نداشتن درب کوره و غیره ... تلف می‌شود. با جایگذاری مقدار Q' در رابطهٔ راندمان خواهیم داشت:

$$R = \frac{Q}{M.q_M} \times ۱۰۰$$

$$R = \frac{Q}{V.q_V} \times ۱۰۰$$

مثال ۳ـ۲۹: برای ذوب مقداری چدن تا نقطه فوق ذوب ۱۸۰۰۰ کیلوکالری گرما لازم است. چنان‌چه این عمل در یک کورهٔ زمینی که با سوخت گازوییل با قدرت حرارتی $۹۰۰۰\frac{kcal}{kg}$ کار می کند، انجام گرفته و سوخت مصرفی ۱۰ کیلوگرم باشد، راندمان کوره را محاسبه کنید.

حل: مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته	داده ها
$R = ?\%$	$q_M = ۹۰۰۰\frac{kcal}{kg}$ $Q = ۱۸۰۰۰kcal$ جرم سوخت $M = ۱۰kg$

مرحلهٔ دوم: نوشته رابطهٔ راندمان

$$R = \frac{Q}{M.q_M} \times ۱۰۰$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبهٔ ریاضی

$$R = \frac{۱۸۰۰۰}{۱۰ \times ۹۰۰۰} \times ۱۰۰$$

$$R = \frac{۱۸۰۰۰۰۰}{۹۰۰۰۰}$$

$$R = \%۲۰$$

مثال ۴ـ۲۹: برای ذوب ۱۰۰کیلوگرم آلومینیم و رساندن آن به ۵۰ درجهٔ سلسیوس فوق ذوب چه مقدار گرما مورد نیاز است؟ درصورتی که برای ذوب از یک نوع سوخت با قدرت حرارتی ۹۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم استفاده شود و راندمان حرارتی کوره ۲۰ درصد منظور شود چه مقدار سوخت برحسب لیتر لازم خواهد بود؟ نقطهٔ ذوب آلومینیم ۶۶۰ درجه سلسیوس گرمای ویژهٔ متوسط آلومینیم جامد ۰/۲۴ کیلوکالری بر کیلوگرم درجهٔ سلسیوس، گرمای ویژهٔ متوسط آلومینیم مذاب ۰/۲۷ کیلوکالری بر کیلوگرم درجه سلسیوس، گرمای نهان‌گداز آلومینیم ۹۲ کیلوکالری بر کیلوگرم، دمای محیط ۲۵ درجهٔ سلسیوس و چگالی سوخت ۰/۸کیلوگرم بر لیتر می‌باشد.

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته‌ها	داده ها
$V = ?\,lit$	$\overline{C'} = ۰/۲۷ \frac{kcal}{kg^{\circ}C}$
$Q = ?\,kcal$	$\overline{C} = ۰/۲۴ \frac{kcal}{kg.^{\circ}C}$
	$\theta_m = ۶۶۰^{\circ}C$
	$R = \%۲۰$
	$q_M = ۹۰۰۰ \frac{kcal}{kg}$
	$(\theta_p - \theta_m) = ۵۰^{\circ}C$
	$m = ۱۰۰kg$
	$\rho = ۰/۸ \frac{kg}{lit}$
	$\theta_i = ۲۵^{\circ}C$
	$\lambda = ۹۲ \frac{kcal}{kg}$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطهٔ مقدار گرمایی ذوب

$$Q = m\overline{C}(\theta_m - \theta_i) + m\lambda + m\overline{C'}(\theta_p - \theta_m)$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه

$$Q = ۱۰۰ \times ۰/۲۴(۶۶۰ - ۲۵) + ۱۰۰ \times ۹۲ + ۱۰۰ \times ۰/۲۷ \times (۵۵)$$

$$Q = ۱۵۲۴۰ + ۹۲۰۰ + ۱۴۸۵$$

$$Q = ۲۵۹۲۵ kcal$$

مرحلهٔ چهارم: این گرما، توسط سوخت تامین شود. با توجه به رابطهٔ راندمان کوره مقدار جرم سوخت را محاسبه می‌کنیم.

$$R = \frac{Q}{M.q_M} \times ۱۰۰$$

$$۲۰ = \frac{۲۵۹۲۵ \times ۱۰۰}{M \times ۹۰۰۰}$$

$$\frac{۱۸۰۰۰۰M}{۱۸۰۰۰۰} = \frac{۲۵۹۲۵۰۰}{۱۸۰۰۰۰}$$

$$M = \frac{۲۵۹۲۵۰۰}{۱۸۰۰۰۰}$$

$M = ۱۴/۴ kg$ جرم سوخت مصرفی

مرحلهٔ پنجم: با توجه به چگالی سوخت می‌توان حجم سوخت را محاسبه کرد.

$$M = \rho.V$$

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

$V = \frac{۱۴/۴}{۰/۸} = ۱۸ lit$ حجم سوخت مصرفی

چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح شود و هنرجویان آن‌ها را با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل کنند.

نتیجه‌گیری

۱ــ برای ذوب کامل و تهیهٔ مذاب آمادهٔ بارریزی باید حرارت لازم توسط احتراق سوخت تأمین شود.

۲ــ قدرت حرارتی سوخت مقدار گرمایی است که واحد جرم یا واحد حجم یک سوخت هنگام احتراق کامل ایجاد می‌کند.

۳ــ قدرت حرارتی سوخت‌های متفاوت با هم برابر نیست و بیشترین ارزش حرارتی را سوخت‌هایی دارند که فقط از C و H تشکیل شده‌اند.

۴ــ راندمان حرارتی کوره عبارت است از نسبت گرمای گرفته شده از کوره (گرمای مفید) به کل گرمای داده شده به کوره توسط سوخت که با درصد بیان می‌شود.

۵ــ رابطه‌های لازم در حل راندمان:

$$R = \frac{Q}{M.q_M} \times ۱۰۰$$

$$R = \frac{Q}{V.q_V} \times ۱۰۰$$

$$M = \rho.V$$

تمرین

تمرین‌های صفحهٔ ۱۰۹ شماره‌های ۱۷ و ۱۸ برای تکلیف در منزل مشخص شود و در جلسهٔ آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه سی‌ام

ارزشیابی نهایی

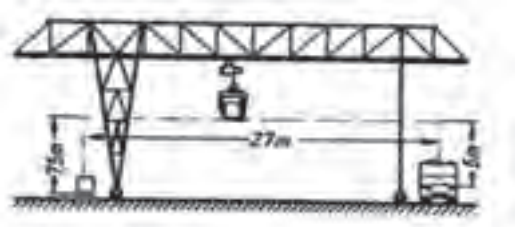
هنرآموز محترم در این جلسه، ارزشیابی نهایی را به‌صورت زیر به عمل آورد:

۵ نمره از ۵۰٪ کتاب مربوط به فصل‌های ۱ و ۲ و۳ و ۴

۱۵ نمره از ۵۰٪ بقیهٔ کتاب مربوط به فصل‌های ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹

نمونه سؤالات پیشنهادی:

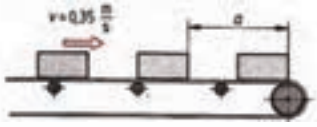
۱ـ سرعت جرثقیل سقفی نشان داده شده در شکل در حالت‌های مختلف بلندکردن بار، حرکت افقی و پایین اوردن بار با هم مساوی و برابر ۳۶ متر بر دقیقه می‌باشد، زمان لازم برای حمل هر جعبه به داخل واگن را حساب کنید.



۲ـ طول دستگاه نوار نقاله مطابق شکل زیر ۹/۴۵ متر است. روی این دستگاه قطعات با فاصلهٔ زمانی ۵ ثانیه قرارداده می‌شود. اگر سرعت نوار ۰/۳۵ متر در ثانیه باشد، حساب کنید:

الف) فاصلهٔ قطعات از یکدیگر (a) را

ب) هر قطعه چه زمانی روی نوار باقی می‌ماند؟



۳ـ توسط لیفت تراکی مطابق شکل، ۲۰ عدد کیسه به ارتفاع ۱/۵ متری حمل خواهد شد. اگر سرعت بالابرنده لیفت تراک ۱۲ متر بر دقیقه بوده و برای سوار و پیاده‌کردن هر کیسه ۲۸ ثانیه وقت لازم باشد، حساب

کنید زمان لازم جهت حمل آن‌ها را.

۴ـ به کمک تسمه نقاله‌ای مطابق شکل موادی به دستگاه مخلوط‌کنی حمل می‌شوند. اگر لازم باشد در هر ۶ ثانیه یک جعبه مواد اولیه به داخل مخلوط‌کن راهنمایی شود، حساب کنید:

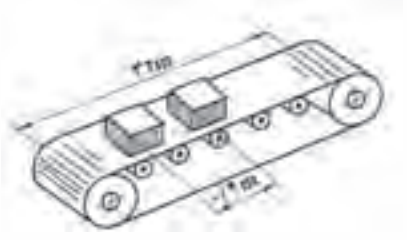
الف) فاصلهٔ جعبه‌ها از هم‌دیگر را در صورتی که سرعت تسمه نقاله $V = ۱۸ \frac{m}{min}$ باشد.

ب) زمان پیمودن یک جعبه را اگر طول تسمه نقاله ۱۲۳ متر باشد.

۵ـ به کمک تسمه نقاله‌ای مطابق شکل می‌خواهیم قطعاتی را حمل و تخلیه کنیم. اگر زمان حرکت هریک از قطعات $\frac{۲}{۳}$ دقیقه باشد حساب کنید.

الف) سرعت تسمه نقاله را برحسب $\frac{m}{s}$.

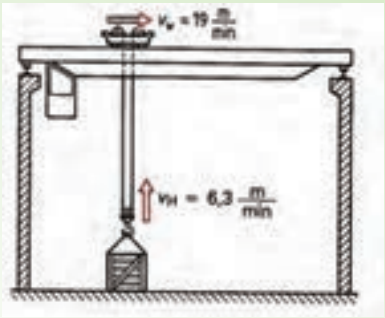
ب) تعداد قطعاتی را که در هر ساعت حمل می‌شوند درصورتی که فاصله دو قطعه از هم ۰/۴ متر باشد.



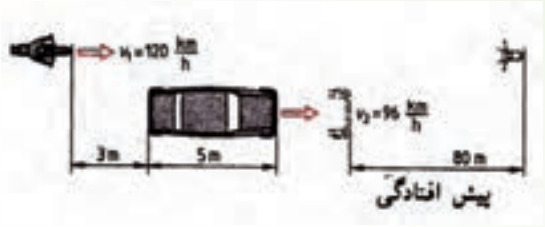
۶ـ جرثقیل سقفی مطابق شکل باری را به طور همزمان به بالا و سمت راست هدایت می‌کند. اگر سرعت عمودی آن ۶/۳ متر بر دقیقه و سرعت حرکت افقی آن ۱۹ متر بر دقیقه باشد، حساب کنید:

الف) سرعت حرکت بار را.

ب) مسافتی را که در ۲۴ ثانیه طی می‌کند.



۷ـ موتورسواری می‌خواهد از ماشین‌سواری مطابق شکل سبقت بگیرد. حساب کنید در چه زمانی موتورسوار ۸۰ متر جلویتر از ماشین‌سوار قرار خواهد گرفت؟



۸ـ یک دستگاه اره مجموعه‌ای دارای سه ارّه به قطرهای ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰میلی‌متر است. اگر قرار باشد تعداد دوران محور ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و سرعت برش تیغه ارّه ۷۰ متر بر ثانیه باشد، کدام ارّه را باید روی آن سوار کرد؟

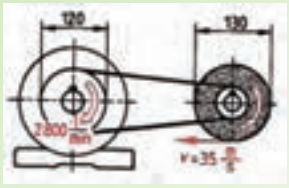
۹ـ قطر تیغه اره‌ای مطابق شکل رابرحسب میلی‌متر به‌دست آورید، درصورتی که سرعت محیطی آن ۱۲ متر بر ثانیه و سرعت دورانی آن ۵۰۰ دور در هر دقیقه باشد.

۱۰ـ حرکت سنگ سنباده‌ای مطابق شکل توسط تسمه و چرخ تسمه تأمین می‌شود. حساب کنید:

الف) تعداد دوران سنگ سنباده را.

ب) قطر چرخ تسمه متحرک را.

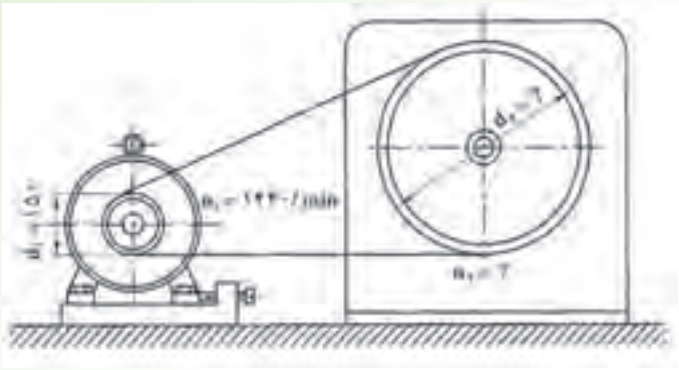
ج) نسبت انتقال حرکت را.



۱۱ـ در دستگاه انتقال حرکت مطابق شکل، اگر نسبت انتقال $i = ۴$ باشد، حساب کنید:

الف) سرعت دورانی چرخ متحرک $(n_۲)$

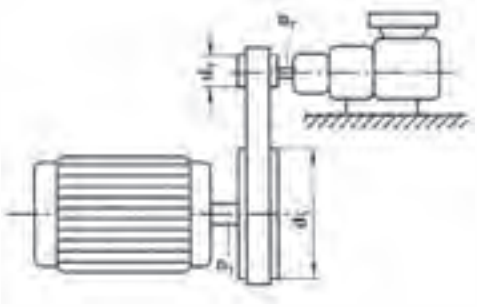
ب) قطر چرخ متحرک $(d_۲)$.



۱۲ـ حرکت الکتروموتوری توسط چرخ تسمه‌ای مطابق شکل به محور پمپی منتقل می‌شود. اگر سرعت دورانی الکتروموتور $n_۱ = ۱۵۰۰RPM$ و قطر چرخ متصل به محور آن $d_۱ = ۱۵۰mm$ باشد، حساب کنید:

الف) سرعت دورانی محور پمپ $(n_۲)$ را در صورتی که قطر چرخ متصل به آن $d_۲ = ۹۰mm$ باشد.

ب) نسبت انتقال (i)



۱۳ـ اگر سرعت مناسب تسمه، در انتقال حرکت توسط چرخ‌تسمه‌ها $۱۵\frac{m}{s}$باشد، تعیین کنید کدام یک از حالات I یا II برای انتقال حرکت مناسب است.

	I	II
n	۱۵۰۰ rpm	۸۰۰ rpm
d	۱۵۰ mm	۳۰۰ mm

۱۴ـ سه قطعه از اتصالات پارالل از جنس فولاد هرکدام به جرم ۱۲/۵ کیلوگرم از ۱۸ درجه سلسیوس تا دمای ذوب گرما داده می‌شود. مقدار گرمای لازم برای این کار چند ژول است؟

گرمای ویژهٔ فولاد $۰/۱۱۵\frac{cal}{g^{\circ}C}$و نقطهٔ ذوب فولاد ۱۵۶۰ درجه سلسیوس است.

۱۵ـ ۲ کیلوگرم فولاد گداخته را از ۹۲۰ درجه سلسیوس تا ۲۵ درجه سلسیوس سرد می‌کنیم. چند ژول گرما به محیط داده می‌شود؟

گرمای ویژهٔ فولاد $۰/۱۱۵\frac{cal}{g^{\circ}C}$است.

۱۶ـ قطعهٔ فولادی به جرم ۵۲ کیلوگرم را بعد از برگشت دادن با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به منظور رهایی از تنش‌های داخلی در یک کورهٔ الکتریکی قرار داده و تا ۵۵۰ درجه سلسیوس گرما می‌دهیم. حساب کنید مقدار گرمایی که برای این منظور لازم داریم.

گرمای ویژهٔ فولاد $۰/۱۱۵\frac{cal}{g^{\circ}C}$

۱۷ـ چند کیلوگرم گازوییل لازم است اگر بخواهیم ۴۵۰ کیلوگرم مس را از حالت جامد به حالت مذاب درآوریم؟

گرمای ویژهٔ مس $۰/۰۹۳\frac{cal}{g^{\circ}C}$، نقطهٔ ذوب آن ۱۰۸۳ درجه سلسیوس، قدرت حرارتی گازوییل $۹۰۰۰\frac{kcal}{kg}$ ، راندمان حرارتی کوره ۲۰ درصد، گرمای نهان گداز $۴۳\frac{cal}{g}$است.

۱۸ـ ۲۵ کیلوگرم روی از ۲۰ درجه سلسیوس به حالت مذاب خواهد رسید. مطلوب است محاسبه:

الف) مقدار گرمای لازم برای رساندن دمای آن به دمای ذوب.

ب) مقدار گرمای لازم برحسب کیلوژول برای رساندن آن به حالت مذاب.

ج) مجموع گرما برحسب کیلوژول.

۱۹ـ حساب کنید مقدار گرمای لازم برای رساندن دمای ۳۲۰ کیلوگرم فولاد ریختگی از $18^{\circ}C$ تا دمای ذوب $1560^{\circ}C$.

۲۰ـ برای رساندن دمای یک تن فولاد ریختگی از $20^{\circ}C$ تا دمای ذوب ($1480^{\circ}C$) ۷۲۰ کیلووات ساعت انرژی مصرف شده است. ضریب بهرهٔ کوره برقی را به‌دست آورید.

۲۱ـ برای ذوب مقداری چدن مالی‌بل ۵/۲۲ میلیون کیلوژول انرژی گرمایی مصرف شده است. اگر راندمان حرارتی ۰/۲۸ باشد، چند کیلوگرم سوخت مورد نیاز است؟

۲۲ـ برای ذوب ۲۴ تن فولاد در یک کورهٔ الکتریکی ۲۰۶۰۰ کیلووات انرژی مورد نیاز است. مطلوب است محاسبه:

الف) مقدار انرژی لازم برای ذوب هر تن

ب) مقدار گرمای لازم برای هر تن، اگر ضریب بهره حرارتی ۰/۶ باشد.

منابع و مراجع:

۱- محاسبات فنی عمومی، شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی، ۱۳۸۹ .