

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

دانش فنی پایه

رشته تأسیسات مکانیکی
گروه مکانیک
شاخه فنی و حرفه‌ای
پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** دانش فنی پایه (رشته تأسیسات مکانیکی) - ۲۱۰۴۴۱
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** حسن میرمنتظری، داود بیطرفان، حسن ضیغمی، محمد قربانی، رضا افشاری‌نژاد، ناصر جمادی، عقیل نوروزی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** ناصر جمادی، عقیل نوروزی، حسن ضیغمی، رضا افشاری‌نژاد (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) - مجتبی احمدی (صفحه‌آرا)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ اول ۱۳۹۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

۷.....	فصل اول: کلیات
۱۹.....	فصل دوم: مواد و کاربرد آنها
۶۳.....	فصل سوم: محاسبات و برآورد
۹۹.....	فصل چهارم: سیستم‌ها و دستگاه‌ها
۱۱۹.....	فصل پنجم: مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل
۱۴۳.....	منابع

سخنی با هنرآموزان گرامی

با توجه به آموزه‌های اسلامی، کار و اشتغال از ارزش تربیتی برخوردار است و انسان از طریق کار، نفس سرکش را رام کرده و شخصیت وجودی خویش را صیقل داده، هویت خویش را تثبیت کرده و زمینه ارتقای وجودی خویش را مهیا و امکان کسب روزی حلال و پاسخگویی به نیازهای جامعه را فراهم می‌آورد. آموزش فناوری، کار و مهارت‌آموزی، باعث پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری، مشارکت در زندگی اجتماعی و اقتصادی، کاهش فقر، افزایش درآمد و توسعه‌یافتگی خواهد شد. برای رسیدن به این مهم، برنامه‌ریزی درسی حوزه دنیای کار و دنیای آموزش بر مبنای نیازسنجی شغلی صورت گرفته است. درس‌های رشته‌های تحصیلی شاخه فنی و حرفه‌ای شامل دروس آموزش عمومی، دروس شایستگی‌های غیرفنی و شایستگی‌های فنی مورد نیاز بازار کار است. دروس دانش فنی از دروس شایستگی‌های فنی است که در هر رشته در دو مرحله طراحی شده است. درس دانش فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم و کسب دانش فنی پایه در گروه و رشته تحصیلی است که هنرجویان در پایه دهم و در آغاز ورود به رشته تحصیلی خود می‌بایست آن را آموزش ببینند و شایستگی‌های لازم را در ارتباط با دروس عملی و ادامه تحصیل در رشته خود کسب نمایند. درس دانش فنی تخصصی که در پایه دوازدهم طراحی شده است، شایستگی‌هایی را شامل می‌شود که موجب ارتقای دانش تخصصی حرفه‌ای شده و زمینه را برای ادامه تحصیل و توسعه حرفه‌ای هنرجویان در مقطع کاردانی پیوسته نیز فراهم می‌کند.

لازم به یادآوری است که کتاب دانش فنی پایه تئوری تفکیک شده در دروس عملی کارگاه‌های ۸ ساعته نیست بلکه در راستای شایستگی‌ها و مشاغل تعریف شده برای هر رشته تدوین شده است. در ضمن، آموزش این کتاب نیاز به پیش‌نیاز خاصی ندارد و براساس آموزش‌های قبلی تا پایه نهم به تحریر درآمده است. محتوای آموزشی کتاب دانش فنی پایه، آموزش‌های کارگاهی را عمق می‌بخشد و نیازهای هنرجویان را در راستای محتوای دانش نظری تأمین می‌کند.

تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

درس دانش فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانش فنی پایه در گروه مکانیک و رشته تحصیلی تأسیسات مکانیکی برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است.

در تدوین درس دانش فنی پایه، مؤلفه‌هایی مانند تاریخچه رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشته‌ای، نقش رشته شما در توسعه کشور، مثال‌هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت، اصول، مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت‌ها، واحدها و یکاها، فرمول‌های فنی، تعریف دستگاه‌ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و مستندسازی، زبان فنی، ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی و برای رشته تحصیلی در نظر گرفته شده است.

می‌توانید در هنگام ارزشیابی این درس، از کتاب همراه هنرجوی خود استفاده نمایید. توصیه می‌شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس‌های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



فصل اول

کلیات



جدول

کمک تکنسین تهویه مطبوع

ردیف	نام گروه کاری/شغل
۱	متصدی نصب تأسیسات
۲	تعمیرکار شوفاژ
۳	شوفاژکار
۴	عایق کار تجهیزات حرارتی، تهویه و تبرید
۵	مکانیک تهویه
۶	نصاب دستگاه‌های خنک کننده و تهویه
۷	نصاب پخش کننده‌های تابشی
۸	متصدی تهویه
۹	نصاب و تعمیرکار کولرهای گازی پنجره‌ای
۱۰	نصاب و تعمیرکار کولرهای گازی اسپلیت
۱۱	تعمیرکار مشعل
۱۲	تعمیرکار پمپ آب
۱۳	سرپرست تأسیسات برودتی و حرارتی
۱۴	متصدی کنترل و تنظیم دستگاه‌های تهویه
۱۵	تعمیرکار دستگاه تهویه
۱۶	متصدی کندانسور و گرمکن‌ها
۱۷	متصدی دستگاه حرارت مرکزی
۱۸	سرکارگر تأسیسات

هدف از این بخش آشنایی هنرجویان با اهمیت رشته تأسیسات و مشاغل مرتبط با آن است که می‌توانند پس از طی دوره سه ساله به آن دست پیدا نمایند، همچنین در پایان این فصل با اختراعات این رشته و ارتباط آن با صنایع مختلف آگاهی پیدا می‌نمایند.

اهمیت و ضرورت رشته تحصیلی تأسیسات

صنعت ساختمان و صنعت تأسیسات مکانیکی ساختمان لازم و ملزوم یکدیگرند. تأمین گرما در زمستان، تأمین سرما در تابستان، تأمین آب آشامیدنی، تأمین آب گرم مصرفی از نیازهای اولیه ساکنین یک ساختمان است که محاسبه و طراحی آن توسط مهندسان و نصب و راه‌اندازی و مجری آنها توسط تکنسین‌ها، کمک تکنسین‌ها و کارگران ماهر تأسیسات مکانیکی ساختمان انجام می‌شود.

پایه‌پای تحول و پیشرفت زیادی که در امر ساختمان سازی به وقوع پیوسته است در فناوری تأسیسات مکانیکی ساختمان نیز دگرگونی و پیشرفت‌های زیادی به وجود آمده است. امروزه مدیریت هوشمند ساختمان (BMS) مطرح است که بدون دخالت انسان‌ها، دستگاه‌ها در زمان لازم روشن و خاموش شوند و در صورت نیاز تغییرات شبانه‌روزی لازم به‌طور خودکار انجام گیرد. اتاق‌ها و ساختمان‌های سالم مطرح می‌شود که شرایط هوا در آنها از نظر دما، رطوبت، جریان طوری باشد که باعث کسالت، خواب آلودگی و بیماری نشود و راندمان و بهره‌وری را بالا ببرد.

مشاغل قابل احراز در رشته تأسیسات

در جدول مقابل مشاغل مرتبط با رشته تأسیسات در دو ستون ارائه شده که هنرجویان می‌توانند پس از طی دوره سه ساله هنرستان و دوره پنج ساله تکنسینی به آن دست یابند.

۱-۱ الهام از طبیعت

تهویه مطبوع طبیعی: لانه موربانه معمولاً ۲/۵ متر ارتفاع دارد و از خاک رس و سنگ‌ریزه‌هایی تشکیل شده که حشرات کارگر با زحمات بسیار آنها را جمع‌آوری کرده‌اند. یک یا دو متر زیر زمین در داخل لانه، شبکه‌ای تو در تو از تونل‌های دراز و ستون‌هایی دیده می‌شود که به‌طور منظم ساخته شده‌اند. درون تپه موربانه‌ها دما و رطوبت بدون توجه به رطوبت، خشکی و یا انجماد بیرونی آن تقریباً ثابت باقی می‌ماند، این چالش پیچیده از طریق منفذهای تپه که توانایی باز و بسته شدن را طی روز دارند بر طرف می‌شود. ستون‌ها نیز نمایانگر یک طراحی مهندسی و در عین حال هوشمندانه هستند که به تثبیت دمای محیط داخلی لانه کمک می‌کند.

تثبیت دمای داخلی یک ساختمان، معضل مشترک همه معماران است. می‌توان در ساختمان‌های واقع در مناطق گرمسیری از طرح موربانه‌ها در ثابت نگه‌داشتن نسبی گرما و رطوبت الگو گرفت که در همین راستا یکی از معماران، با بررسی ساختار سرمایشی و گرمایشی تپه موربانه‌ها، مرکز خریدی ساخته است که نسبت به مراکز خرید مشابه خود ۱۰ درصد انرژی کمتری مصرف می‌کند. این صرفه‌جویی باعث شد تا نرخ اجاره دفاتر و... نیز در این ساختمان کاهش یابد.



ساخت برج‌ها با الهام از لانه موربانه

جدول

کارگر ماهر تأسیسات مکانیکی ساختمان	
ردیف	نام گروه کاری/شغل
۱	تکنسین تأسیسات
۲	تکنسین تأسیسات حرارتی
۳	تکنسین دستگاه‌های تهویه مطبوع
۴	تکنسین دستگاه‌های سردکننده
۵	تکنسین ناظر لوله‌کشی گاز
۶	تکنسین دیگ بخار
۷	اپراتور توربین گاز
۸	متصدی دستگاه نیروی خورشیدی
۹	فورمن پالایشگاه
۱۰	
۱۱	
۱۲	
۱۳	
۱۴	
۱۵	

مرغابی شمالی و سیستم عایق بندی آن: بدن‌های ما از طریق هضم غذایی که در طول روز می‌خوریم، به تولید انرژی گرمایی می‌پردازد. بهترین راه برای جلوگیری از هدر رفتن این گرما، ممانعت از خروج بسیار سریع آن از بدن می‌باشد. به همین دلیل است که بسته به شرایط آب و هوایی، ما از لباس‌هایی با لایه‌های مختلف استفاده می‌کنیم. هوای گرم با جمع شدن در میان این لایه‌ها، نمی‌تواند به بیرون درز پیدا کند. جلوگیری از هدر رفتن انرژی به این روش را عایق‌بندی می‌گویند. مرغابی شمالی دقیقاً از همین شیوه استفاده می‌کند. پرهای این پرنده، مانند بسیاری از پرندگان، امکان پرواز و گرم ماندن را برای آن فراهم می‌کند. این پرنده از پرهای نرم و کرک‌دار سینه خود برای ساختن آشیانه‌اش استفاده می‌کند. این پر نرم، از تخم‌ها و جوجه‌های بدون پر تازه از تخم بیرون آمده در برابر هوای سرد محافظت می‌نماید. از آنجایی که پرهای مرغابی شمالی هوای گرم را در خود نگاه می‌دارند، نشان دهنده بهترین نمونه از عایق‌کاری طبیعی می‌باشند. کوهنوردان امروزی، از طریق پوشیدن لباس‌های مخصوصی که با پرهای دارای ویژگی نگهدارندگی بالای گرما، مشابه ویژگی پرهای مرغابی شمالی پر شده‌اند، بدن‌های خود را گرم نگاه می‌دارند.



فناوری فیبر نوری در موجودات زنده: فیبرهای نوری، کابل‌های شیشه‌ای شفاف هستند که از قابلیت انتقال نور برخوردار می‌باشند. از آنجایی که فیبرهای نوری به آسانی خم می‌شود و پیچ‌وتاب می‌خورد، آنها را می‌توان برای انتقال نور از طریق کابل، حتی به دور دسترس‌ترین مناطق، مورد استفاده قرار داد. همچنین فیبرهای نوری قابلیت انتقال پیام‌های رمزی بارگذاری شده را دارند.

خز خرس قطبی، شباهت زیادی به فیبر نوری دارد که اشعه ضعیف خورشید را مستقیماً به بدن آن منتقل می‌کند. از آنجایی که خز قابلیت فیبر نوری دارد، پرتوهای خورشید به صورت مستقیم با پوست خرس قطبی تماس پیدا می‌کند.

قابلیت انتقال نور خز خرس قطبی به قدری زیاد است که علی‌رغم آب و هوای بسیار سرد و خشن قطب، پوست حیوان تیره می‌شود، انگار که دچار آفتاب‌سوختگی شده است. این نور به گرما تبدیل و جذب می‌شود و به گرم ماندن بدن خرس قطبی کمک می‌کند.

اما خرس قطبی تنها موجود زنده‌ای نیست که به فناوری فیبر نوری مجهز است. گیاه فنستراریا که در بیابان‌های آفریقای جنوبی می‌روید، تقریباً به صورت کامل در شن پنهان است. این امر گیاه را در برابر از دست دادن آب و حیوانات چرخنده محافظت می‌کند. نوک هر برگ این گیاه شفاف است و موجب می‌شود نور از آن وارد شده و به پایین برگ منتقل شود.



تصویر خرس قطبی و گیاه فنستراریا که مجهز به فناوری فیبر نوری است و تصویر فیبر نوری که نور از درون آن بازتاب می‌کند.



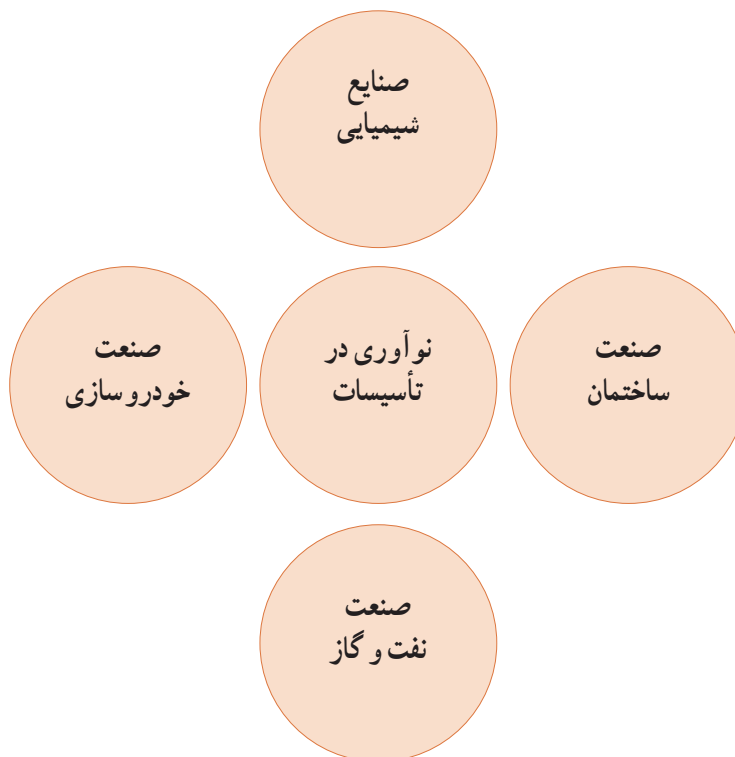


در طبیعت موارد دیگری که به نوعی به تأسیسات مرتبط می‌شود را یافته و نتیجه تحقیق خود را به کلاس ارائه دهید.

۲-۱ نوآوری‌ها و اختراعات در رشته تأسیسات

آب و هوای بیشتر نقاط کره زمین طوری است که انسان برای زندگی توأم با آسایش در تابستان و زمستان نیاز به دستگاه‌های خنک‌کننده هوا، گرم‌کننده و تهویه مطبوع دارد. امروزه دستگاه‌های سردکننده و گرم‌کننده خانگی و تجاری مانند کولرگازی، یخچال، بخاری، آب‌گرم‌کن، پکیج و... جزئی از زندگی بشر است. اختراعات مرتبط با رشته تأسیسات را می‌توان از نظر اهمیت و فراوانی در صنایع مختلف به چهار دسته زیر تقسیم نمود.

در طول تاریخ بشر امکان استفاده سریع از آب سالم در دسترس نبوده است، مدت زیادی طول کشید تا پیشرفت‌های زیادی به تدریج در علم و تکنولوژی انجام گرفت تا سیستم‌های جدید توزیع آب به شکل قابل اطمینان، سریع و ارزان همان‌گونه که امروز هست به وجود آید و در اختیار مردم قرار گیرد و با افزایش جمعیت، کاهش نزولات آسمانی و گرم شدن کره زمین که در نتیجه اثر گلخانه‌ای زمین را تحت تأثیر خود قرار داده است، گرایش به انرژی‌های نو و منابع انرژی تجدیدپذیر در زندگی امروزی اهمیت بسزایی خواهد داشت.



برای هریک از صنایع فوق، مثالی از کاربرد تأسیسات بزنید.





از جمله اختراعات و شاهکارهای معماری ایران که در میان ساختمان‌های سنتی کشور از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد ساخت بادگیرها در مناطق مرکزی و جنوبی کشور می‌باشد. ساکنین این مناطق با ساخت بادگیرها توانستند با گرمای طاقت فرسای کویر مقابله نموده و نسیم خنکی را وارد خانه‌های خود نمایند.

به نظر شما چرا در مناطق کویری از بادگیر برای تهویه مطبوع ساختمان‌ها استفاده می‌کردند؟

کار کلاسی



یخچال سنتی ایران

یکی دیگر از شاهکارهای معماری ایران یخچال‌های سنتی است، از گذشته‌های دور یخ برای خنک کردن نوشیدنی‌ها، میوه‌ها، تهیه شربت و بستنی و نگهداری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گرفت. در گذشته در فصل زمستان یخ در یخچال‌ها انبار می‌شد تا در چله تابستان مصرف شود.

در مورد ساختمان یخچال‌ها و نحوه جمع‌آوری یخ در آن یک بررسی انجام و به کلاس ارائه دهید.

تحقیق



تاریخچه پیدایش سیستم تهویه مطبوع

جدول تاریخچه پیدایش سیستم‌های تهویه مطبوع

سال (میلادی)	کارهای انجام شده
قدمت تاریخی	به‌کارگیری نی در پنجره‌ها و ریختن آب روی آن توسط مصریان باستان - گذر آب درون دیوارها توسط رومی‌های باستان، کاربرد بادگیرها توسط ایرانیان
۱۷۵۸	آزمایش‌های بنجامین فرانکلین و جان هدلی برای کشف اصل تبخیر (به‌عنوان وسیله‌ای برای سرد کردن یک شیء به تندی) - آنها به این نتیجه رسیدند که یک نفر را می‌توان تا سرحد مرگ در تابستان سرد کرد.
۱۸۲۰	کشف مایکل فارادی در مورد سردسازی با فشرده سازی و میعان آمونیاک و اجازه تبخیر به آن

به کارگیری جان گوری از کمپرسور و ماشین یخ ساز برای سرد کردن اتاق بیماران مبتلا به تب زرد و پایین آوردن رطوبت هوای اتاق‌ها	۱۸۴۲
اختراع جعبه داغ (رادیاتور آبی) توسط فرانز سن گالی روسی	۱۸۵۵
اختراع کولرگازی پنجره‌ای که ضمن سرد و گرم کردن می‌توانست هوا را رطوبت‌گیری، رطوبت زدایی و فیلتر کند.	۱۹۴۵

تاریخچه پیدایش مواد سرمازا

جدول خلاصه تاریخچه سردسازی

عملیات	سال (میلادی)
برداشت برف و یخ در فصل سرد و استفاده از آن در فصل‌های گرم در بسیاری از فرهنگ‌های باستانی از جمله چینی، یونانی، رومی و ایرانی مرسوم بوده است. یخ و برف ذخیره شده در غارها یا گودال‌ها با کاه پوشش داده می‌شدند. ایرانیان یخ ذخیره شده در گودال را یخچال می‌نامیدند.	پیش از تاریخ
نزدیک به هزار سال پیش ابن سینا برای تقطیر بخار عطر یک کویل سرد را به کار گرفته است.	قرن ۱۱
نخستین یخچال مصنوعی شناخته شده به دست ویلیام کالن رونمایی شد. کالن توانست با استفاده از یک پمپ خلأ، فشار ظرفی را که حاوی اتر بوده کاهش داده و چون این ماده میل به جوشیدن داشت گرمای هوای اطراف را جذب نماید. با این آزمایش فقط می‌توان مقدار کوچکی از یخ را به دست آورد ولی در آن زمان هیچ کاربرد عملی نداشت.	۱۷۴۸
کاربرد آمونیاک مایع به عنوان مبرد	۱۷۸۰
الیور اوانز طرح اولین دستگاه سردساز را داد که در آن به جای مایع از بخار استفاده می‌شد.	۱۸۰۵
کشف اصول سردسازی جذبی توسط مایکل فارادی	۱۸۲۴
ژاکوب پرکینز با تغییر در طرح اولیه اوانز توانست اولین سردساز جهان را بسازد.	۱۸۳۴
جان گوری با ادامه آزمایش برای ساخت یخ توانست اختراع خود را به ثبت برساند.	۱۸۵۱
اختراع مبرد مصنوعی CFC با نام تجاری فریون توسط توماس میدگلی و ساخت اولین یخچال خانگی مدار بسته	۱۹۲۶
کاربرد انرژی خورشیدی برای تولید یخ (بر اساس تبرید جذبی)	۱۹۵۰
کشف «حفره اوزون» بر سر قطب جنوب	۱۹۸۵

۱-۳ تاریخچه گرما

برای نخستین بار پدیده گرما توسط مرد و زن غارنشین ماقبل تاریخ برای افروختن آتش، برای گرم شدن و برای پخت غذا ابداع شد.

فلاسفه باستان بر این باور بوده‌اند که جهان از چهار عنصر آب، خاک، باد و آتش ساخته شده است. بنابراین آنها گرما (آتش) را یکی از عناصر چهارگانه جهان می‌دانستند.

دانشمندان روزگاران گذشته گرما را شارهای از یک سیال نامرئی به نام «کالریک» در نظر می‌گرفتند. عقیده بر این بود که جسم با دمای بالا مقدار زیادی کالریک و جسم با دمای پایین مقدار کمتری کالریک دارد و چون دو جسم نزدیک یکدیگر قرار گیرند جسمی که از نظر کالریک غنی است مقداری از آن را به جسم دیگر می‌داد و دمای نهایی بین دو دمای اولیه قرار می‌گرفت. بنجامین تامسون^۱ معروف به کنت رامفورد (۱۷۵۳-۱۸۱۴) نقشی قابل توجه در تصحیح نظریه سرشت گرما دارد. زمانی که تامسون به فکر سوراخ کردن لوله یک توپ جنگی در اواخر سال‌های ۱۷۹۰ بود، متوجه شد که سلاح پس از مدت کوتاهی سوراخ شدن بسیار داغ می‌شود. او جعبه عایق و آب‌بندی شده‌ای را که حاوی حدود ده لیتر آب بود در تماس با لوله توپ قرار داد. در حالی که لوله توپ سوراخ می‌شد، آب موجود در جعبه داغ‌تر و داغ‌تر شد و پس از دو ساعت و نیم شروع به جوشیدن کرد. او نتیجه گرفت که کار انجام شده برای سوراخ کردن لوله به گرما تبدیل شده است.



بنجامین تامسون

۱- Benjamin Thompson

تاریخچه دماسنجی: بی شک حس لامسه اولین ابزار

بشر برای اندازه‌گیری دما بوده است.

اما این حس چقدر دقیق است؟

اگر در روزهای برفی زمستان به مدت زیاد برف بازی کرده باشید، به‌خاطر می‌آورید وقتی به خانه برمی‌گشتید و دستان سرد خود را روی بخاری یا زیر آب گرم می‌گرفتید، تشخیصی از گرمای هوا یا آب نداشتید. بلکه برعکس به نظرتان آب یا هوا، سرد می‌آمد. در واقع این اشتباه از اینجا ناشی می‌شود که حواس ما در سرمای زیاد تقریباً کارایی خود را از دست می‌دهند و دیگر تشخیص درستی از سرما و گرما ندارند. پس ظاهراً حس لامسه با وجود اینکه اولین و در دسترس‌ترین ابزار تعیین دماست، چندان دقیق و مناسب نیست. اندازه‌گیری دقیق دما با «دماسنج» امکان پذیر است.

در قرن دوم میلادی یک فیزیک‌دان یونانی به‌نام گالن ثابت کرد که می‌توان حس‌هایی مثل سرما و گرما را به کمک وسیله‌ای شامل یک ستون چهار درجه‌ای اندازه‌گیری کرد. این نظریه تا پایان قرن شانزدهم پایه‌ای برای تعلیمات پزشکی بود.



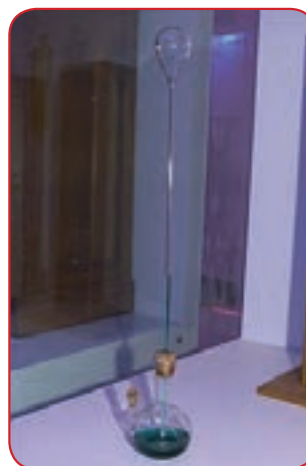
گالیلهو گالیله (۱۶۴۲-۱۵۶۴)

گالیله نخستین وسیله واقعی علمی را برای اندازه‌گیری دما در سال ۱۵۹۳ اختراع کرد این دستگاه به‌طور کیفی، (نه از نظر کمی و مقدار معین دما) اثر گرما را در انبساط هوا نشان می‌داد. دماسنج ساده آن زمان شامل یک حباب و یک لوله شیشه‌ای بود که درون

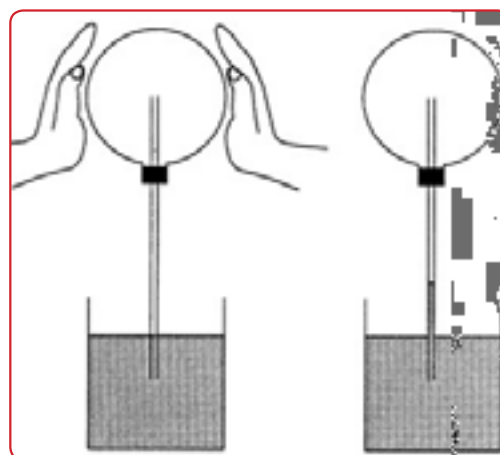
بعدها عده‌ای میزان دمای خون و عده‌ای دیگر دمای ذوب کَرِه و ... را مبنای مدرج‌سازی دماسنج قرار دادند. در سال ۱۷۱۴ گابریل دانیل فارنهایت موفق شد، دماسنجی بسازد که امروز استفاده می‌شود. چون در آن زمان برای مطالعه اقلیم‌ها دماسنج ضرورت داشت. او توجه خاصی به ساختن اسباب اندازه‌گیری دما کرد. در قرن هفدهم نوعی دماسنج‌های گازی و الکلی ساخته شده بود که دقت کافی نداشتند. فارنهایت جیوه را مورد استفاده قرار داد و در سال ۱۷۱۴ میلادی دماسنجی جیوه‌ای ساخت. دماسنج جیوه‌ای دارای این مزیت بود که اندازه‌گیری دماهای بالاتر از نقطه جوش و پایین‌تر از نقطه انجماد آب را ممکن می‌ساخت. از این گذشته میزان انبساط و تراکم جیوه به نسبت ثابت‌تر از غالب مواد دیگر است. به همین دلیل درجه‌بندی دقیق آن مقدر بود.

براساس مقاله‌ای که در ۱۷۲۶ توسط او نوشته شده، مقیاس او براساس سه نقطه پایه‌گذاری شده‌است. نقطه اول دمای مخلوط یک به یک آب و یخ و نشادر است که به عنوان صفر در نظر گرفته شده‌است. نقطه بعدی دمای مخلوط یک به یک آب خالص و یخ است و نقطه سوم دمای بدن انسان است. فارنهایت بعد از مشاهده فاصله این نقاط از هم به این نتیجه رسید که فاصله نقطه ذوب یخ خالص و یخ با نشادر نصف فاصله نقطه ذوب یخ خالص از دمای بدن است. پس برای سادگی تقسیم‌بندی بین این نقاط فاصله‌ها را به دو مقدار ۳۲ قسمتی و ۶۴ قسمتی تقسیم نمود که با نصف کردن چند باره فاصله‌ها امکان پذیر است. پس در مقیاس او دمای ذوب یخ خالص برابر با ۳۲ و دمای بدن برابر با ۹۶ درجه (۶۴+۳۲) اندازه‌گیری شد. فارنهایت مشاهده کرد که آب با این مقیاس در ۲۱۲ درجه به جوش می‌آید. بعدها دانشمندان در این مقیاس تغییراتی دادند تا نقطه ذوب یخ دقیقاً ۳۲ درجه و دمای جوش آب ۲۱۲ درجه در نظر گرفته شود و فاصله آنها ۱۸۰ واحد باشد. به خاطر همین تغییرات دمای بدن انسان در این مدل حدود ۹۸ درجه به دست آمد.

آن آب رنگی قرار داشت وقتی تنگ گرما می‌دید، هوای داخل آن منبسط می‌شد و از دهانه لوله باریک و بلند خارج می‌گردید. سپس تنگ به‌طور وارونه به داخل آب قرار داده می‌شد. هوای جمع شده داخل تنگ، به هنگام خروج، آب اطراف تنگ را بالا می‌برد. تغییرات بعدی میزان ارتفاع آب، نشانگر گرمای هوای متراکم داخل تنگ بود. وسیله گاليله مقیاسی واقعی برای سنجش دما نبود به طوری که وسیله وی بیشتر جنبه دمانما (Thermoscope) داشت. تا جنبه دماسنج (Thermometer). برای مثال برای اندازه‌گیری دمای بدن، شخص بیمار دست خود را اطراف حباب می‌گذاشت و با دمای بدن شخص سالم مقایسه می‌شد.



دمانما شکل



اندازه‌گیری دمای نسبی با دمانما

آندره سلسیوس (۱۷۴۴-۱۷۰۱) دماسنج خود را در سال ۱۷۴۲ اختراع کرد. مقیاس او براساس دو نقطه پایه‌گذاری شده‌است. نقطه اول دمای مخلوطی از آب و یخ در حال تعادل و تحت فشار جو و نقطه بعدی دمای مخلوط آب و بخار در حال تعادل در فشار جو است و بین این دو را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم کرد و هر قسمت را یک درجه سانتی‌گراد (این نام از واژه لاتین centum به معنی «۱۰۰» و gradus به معنی «گام» یا «مرحله» گرفته شده‌است). او ابتدا نقطه جوش آب را صفر و نقطه انجماد آب را ۱۰۰ تعیین کرد، اما سال بعد این روش را معکوس کرد و این همان درجه‌بندی است که در درجه‌بندی سلسیوس یا سانتی‌گراد یا صدبخشی معروف است.



رُرد کلون



آندره سلسیوس

ویلیام تامسون (۱۸۲۴-۱۹۰۷) مشهور به رُرد کلون یکی از پیشگامان مهم علوم طبیعی در قرن نوزدهم بود. او کارهای مهمی در ترمودینامیک انجام داد. او به خاطر پیشنهاد مقیاس دمای ترمودینامیکی کلون در ۱۸۴۸ معروف است. این یکا اندازه‌گیری دما که مستقل از خواص فیزیکی ماده‌است، به افتخار او مقیاس دمای کلون نام گرفته‌است.

دمای صفر مطلق: ایده «صفر مطلق» در نیمه دوم قرن ۱۸ مطرح شد با این سؤال که آیا برای میزان سرد بودن ماده حدی وجود دارد؟ پاسخ مثبت است. همان‌گونه که آورده شد دما معیاری از انرژی جنبشی است و هر زمان که ماده کمترین انرژی را

داشته باشد دما صفر می‌شود. در آن زمان «گیوم آمونتون» با انجام آزمایش‌های گوناگون دریافت که در حجم ثابت با کاهش دمای گاز، فشار آن به‌طور خطی کاهش می‌یابد و این روند، تا پایین‌ترین دماهایی که او می‌توانست ایجاد کند، ادامه یافت. آمونتون نتیجه گرفت که در دمایی حدود ۲۴۰- درجه سلسیوس فشار گاز صفر می‌شود. از آنجایی که فشار منفی برای گاز معنا ندارد، نتیجه گرفت که این دما پایین‌ترین حد دما است و دمایی پایین‌تر از آن وجود ندارد.

متعاقب قضیه کارنو، کلون متوجه شد که اگر در چرخه کارنو کار انجام یافته، فقط به دمای منبع سرد و منبع گرم بستگی داشته باشد، می‌توان، مقیاس دمای جدیدی وضع کرد که مستقل از خواص ماده باشد. به‌کار بردن یک نقطه مرجع، به‌عنوان مثال نقطه ذوب یخ و اندازه‌گیری دما از روی نسبت فشارها که با معادله حالت به یکدیگر ارتباط دارند می‌توانست ساده‌تر باشد. بدیهی است، انتخاب نقطه ذوب یخ، به‌عنوان نقطه مرجع، کاملاً مناسب نیست زیرا این نقطه تابع فشار است و معمولاً نمی‌توان آن را به‌صورت قابل اعتماد تکرار کرد. در نتیجه امروزه، به‌عنوان نقطه مرجع، نقطه سه گانه آب را به‌کار می‌برند. این نقطه دمایی است که در آن سه حالت آب، بخار آب و یخ در تعادل می‌باشند. این حالت با دمای ۰/۰۱ سلسیوس متناظر است. مقیاس کلون، مقیاسی برای دماست که صفر مطلق را به‌عنوان صفر برگزیده است و هر درجه آن ۱ درجه سلسیوس می‌باشد. اما صفر کلون چگونه تعیین می‌شود؟ در واقع صفر کلون دمایی نیست که بتوان به آن دست یافت. اما برای مشخص کردن شاخص مقیاس کلون نقطه سه گانه آب را معادل ۲۷۳/۱۵ درجه کلون در نظر می‌گیرند.

افزایش یا کاهش یک درجه سلسیوس برابر افزایش یا کاهش یک درجه کلون است. $k=372+^{\circ}C$

تاریخچه فشار سنجی: اوان جلیستا توریچلی^۱ (۱۶۴۷-۱۶۰۸) از اولین کسانی است که به‌صورت

۱- Evangelista Torricelli

علمی بر روی فشارسنجی تحقیقات گسترده‌ای انجام داد. او به توصیه گالیله بر روی پمپ‌های هیدرولیکی تحقیقاتی انجام داد و مشاهده نمود که بیشترین ارتفاع مکش پمپ آب ۱۰ متر است و چنانچه ارتفاع مکش بیشتر شود آب توسط پمپ بالا نمی‌آید. او نتیجه گرفت که هوا وزن دارد و وزن هوا باعث فشار روی مکش پمپ شده و آب را بالا می‌آورد. او برای تکمیل نظریه خود یک لوله شیشه‌ای به طول یک متر را پر از جیوه کرد و آزمایش‌های مربوط به آن را انجام داد.

پاسکال^۱ (۱۶۲۳-۱۶۶۲) نیز مطالعاتی در زمینه هواسنج و فشار هوا دارد که بسیار مهم است. فراموش نباید کرد که پاسکال کسی بود که برای اولین بار به اختلاف فشار هوا در ارتفاعات و نقاط هم سطح دریا پی برد. او با این جمله، پیش بینی خود را اعلام کرد: حقیقت ساده‌ای وجود دارد و آن این است که فشار هوا در ارتفاعات، کمتر از فشار هوا در دشت، و یا نقاط هم سطح دریا است.



پاسکال



توریچلی

ارزشیابی پایانی فصل اول

پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱- نخستین وسیله واقعی برای اندازه‌گیری دما توسط چه کسی اختراع شد؟
الف) گالیله ب) ژول ج) رامفورد د) کلوین
- ۲- 100°C چند درجه کلوین است؟
الف) ۲۱۲ ب) ۳۷۳ ج) ۷۳۳ د) ۲۷۳

پرسش‌های درست و نادرست

- ۳- مدیریت هوشمند ساختمان‌ها که بدون دخالت انسان دستگاه روشن یا خاموش می‌شوند RPM نام دارد.
درست نادرست
- ۴- پایین‌ترین حد دما $273/15$ - درجه سانتی‌گراد است که صفر مطلق نامیده می‌شود.
درست نادرست
- ۵- اولین ابزار بشر برای اندازه‌گیری دما، استفاده از حس لامسه خود بود.
درست نادرست

پرسش‌های پرکردنی

- ۶- در گذشته برای نگهداری مواد غذایی، میوه‌ها و ... از استفاده می‌شد.
- ۷- در مناطق مرکزی و جنوبی کشور برای مقابله با گرمای طاقت‌فرسای کمتر از استفاده می‌کردند.

پرسش‌های تشریحی

- ۸- علت گرم ماندن بدن خرس قطبی در آب و هوای سرد و خشن قطب چیست؟
- ۹- علت استفاده گابریل وانیلل فارنهایت از جیوه در دماسنج چه بود؟
- ۱۰- نظر دانشمندان قدیم را در مورد گرما بیان کنید.



فصل دوم

مواد و کاربرد آنها



تکنولوژی مواد، علم و فناوری است که درباره فرایندهای تولید، استخراج، تصفیه، آلیاژ کردن، شکل دادن و نیز خواص فیزیکی، مکانیکی، تکنولوژیکی، شیمیایی و عملیات حرارتی بحث می‌کند و به بررسی ساختمان داخلی مواد از نظر ترکیب، ساختار و ریزساختار آنها می‌پردازد. از زمانی که بشر به روش‌هایی برای تغییر مواد طبیعی و تولید مواد جدید دست یافت، تنوع مواد جدید به سرعت گسترش پیدا کرد و بحث انتخاب ماده مناسب از میان چند ماده مختلف براساس ویژگی‌های مورد انتظار مطرح بوده است. نمودار صفحه بعد دوره‌های مهم ایجاد تحول اساسی در مواد صنعتی را در طول تاریخ بشر نشان می‌دهد.

هدف از این فصل آشنایی هنرجویان با انواع مواد صنعتی، کاربرد و ویژگی‌های آنها می‌باشند همچنین هنرجویان، ساختمان پلیمر و انواع لوله‌های پلیمری را می‌شناسند. در ادامه با کاربردهای انواع پلیمرها، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها و فناوری نانو آشنا می‌شوند.

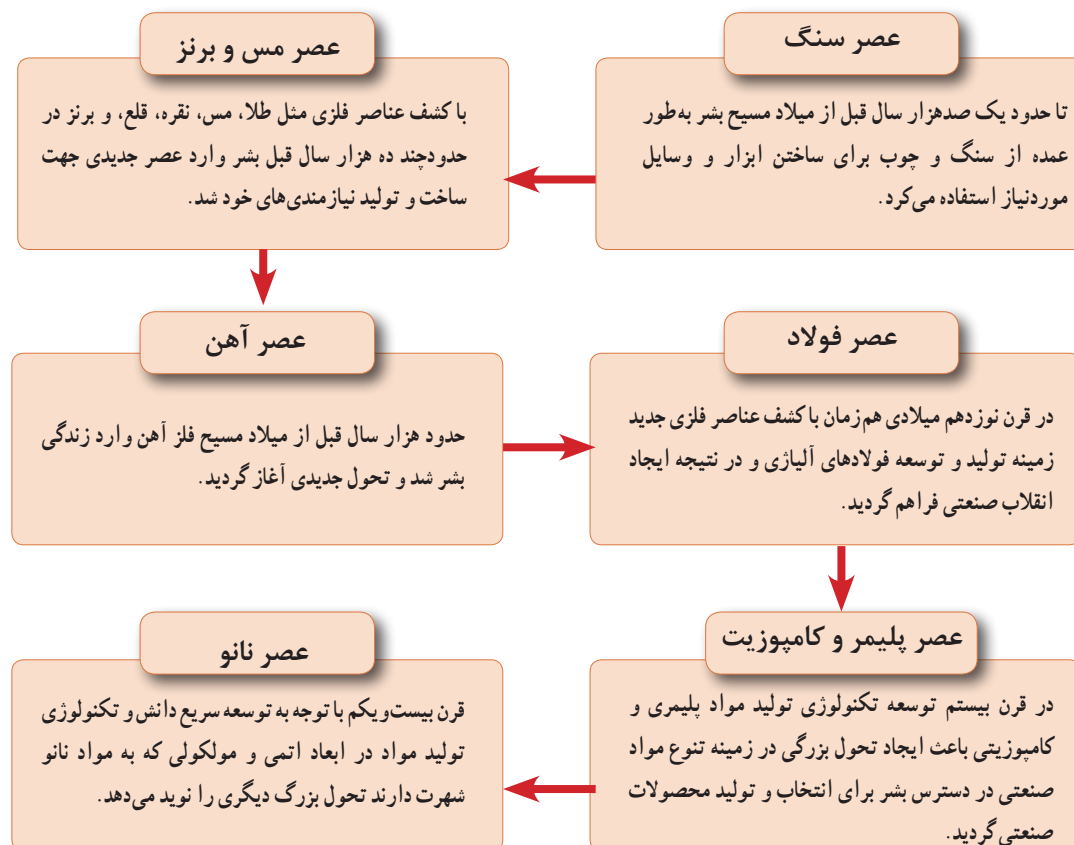
۱-۲- ضرورت شناخت مواد صنعتی

به‌طور کلی موادی که در ساخت و تولید قطعات، تجهیزات و سازه‌های صنعتی به کار می‌روند. مواد صنعتی می‌گویند. با این تعریف مواد صنعتی دربرگیرنده مواد جامد، مایع و گازی مورد استفاده در صنایع مختلف می‌شود.

فکر کنید



شناخت مواد صنعتی چه اهمیتی دارد؟ و این شناخت برای چه کسانی ضروری است؟



نمودار دوره‌های ایجاد تحول بزرگ صنعتی در طول تاریخ بشر

فکر کنید



برای آنکه هریک از لوازم زیر فرسوده نشده و آسیب نبینند در دنیای اطراف خود چه می کنید؟



بحث کلاسی



چند نوع از موادی که در اطراف خود می بینید را در جدول زیر وارد نموده و سپس به چند سؤال زیر پاسخ دهید.

- ۱- _____
- ۲- _____
- ۳- _____
- ۴- _____

مواد فوق چه تفاوتی از لحاظ جنس با یکدیگر دارند؟

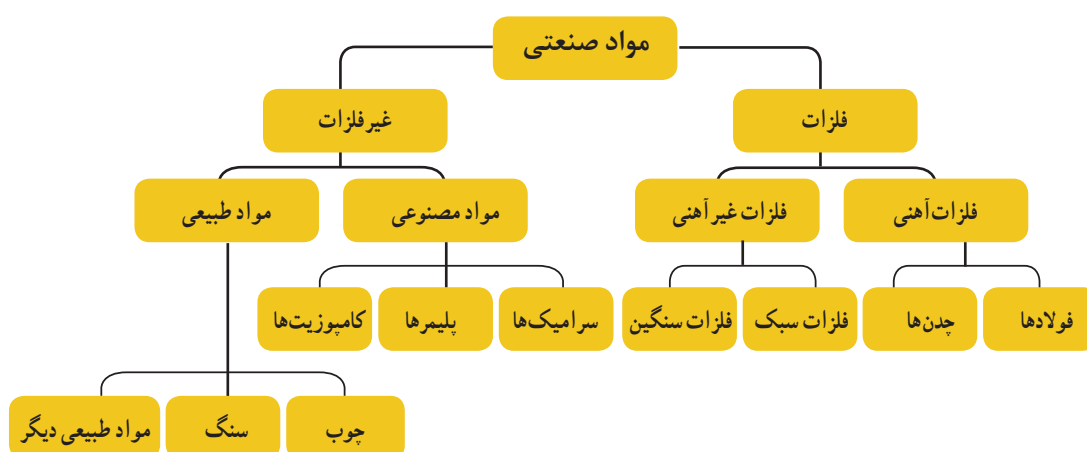
آیا در صورت آسیب دیدن قابل تعمیر و بازسازی هستند؟

آیا این مواد قابل بازیافت هستند؟

آیا برای حفظ و افزایش طول عمر آن راهکارهای خاصی مورد نیاز است؟

۲-۲- دسته بندی مواد جامد صنعتی

مواد جامد صنعتی را به صورت های مختلفی می توان تقسیم بندی کرد. در حالت کلی می توان آنها را به دو دسته اصلی شامل: فلزات و غیرفلزات تقسیم کرد و سپس مطابق نمودار به اجزای کوچک تری تقسیم بندی نمود.



نمودار دسته بندی مواد جامد صنعتی



فلزات: از زمانی که بشر فلز را شناخت، متالورژی^۱ را به عنوان یک علم و تکنولوژی فرا گرفت. به طور کلی علم شناخت، استخراج و کار روی فلزات را متالورژی یا فلزشناسی می گویند و فلزات دسته ای از مواد صنعتی هستند که دارای خواص ویژه ای می باشند؛ از نظر خواص فیزیکی به جز جیوه که مایع می باشد بقیه آنها در دمای محیط جامداند. فلزات همچنین قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی زیاد و دمای ذوب و جوش، گرمای نهان تبخیر، جرم حجمی و سختی به نسبت بالایی دارند.

از نظر خواص مکانیکی عناصر فلزی به طور کلی انعطاف پذیرند، قابلیت شکل پذیری، خاصیت چکش خواری، صیقل پذیری، تورق و مفتول شدن آنها زیاد است و نیز در مقابل ضربه، فشار و کشش مقاومند. فلزات و آلیاژهای^۲ آنها را می توان به دو گروه اول فلزات پایه آهنی^۳ و گروه دوم فلزات پایه غیر آهنی نامیده می شوند.

به نظر شما فلزات کدام یک از خواص زیر را دارا هستند.

- انعطاف پذیر بودن
- تحمل نیروی کششی
- چکش خوار بودن
- مقاومت در برابر فشار
- شکل پذیری

الف) فلزات آهنی: فلزات آهنی فلزاتی هستند که عنصر اصلی تشکیل دهنده آنها آهن (Fe) می باشد. این فلزات جزء مهم ترین مواد جامد صنعتی به شمار می آیند که دارای موارد کاربرد فراوانی در صنایع گوناگون می باشند و می توان آنها را به دو دسته کوچک تر تقسیم کرد. فلزات آهنی به نسبت خیلی از مواد صنعتی دیگر ارزان تر و دارای تنوع بیشتری از نظر خواص هستند، به طوری که اکثر ماشین آلات،

تجهیزات و قطعات صنعتی از فلزات آهنی و آلیاژهای آنها ساخته می شوند و یا در ساخت آنها از این دسته از فلزات استفاده شده است و براساس میزان کربن به دو دسته کلی تقسیم بندی می شوند.

فولادها

به طور معمول کمتر از ۲ درصد کربن دارند

چدن ها

بیش از ۲ درصد تا حدود ۶ درصد کربن دارند

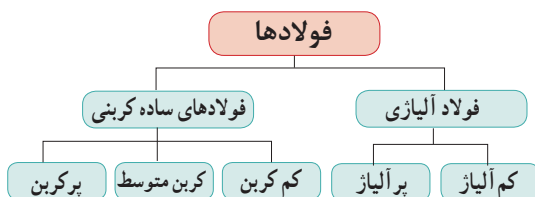
نمودار دسته بندی فلزات پایه آهنی بر حسب مقدار کربن



نیم ساخته ها و محصولات آهنی با کاربردهای مختلف

۳-۲- فولاد

به طور کلی می توان فولادها را مطابق نمودار زیر تقسیم بندی کرد.



نمودار تقسیم بندی فولادها

۱- Metallurgy

۲- هم بسته

۳- Ferrous Base Metals



میل لنگ (کربن متوسط)

فولادهای ساده کربنی

کم کربن

میزان کربن در حد کمتر از ۰/۲۵٪ است

کربن متوسط

میزان کربن حدود ۰/۲۵٪ تا ۰/۶۵٪ می باشد.

پر کربن

میزان کربن به طور معمول بیشتر از ۰/۶۵٪ می باشد.

نمودار تقسیم بندی انواع فولادهای ساده کربنی

ج) فولادهای ساده پر کربن: در مواردی که به سختی بالایی نیاز باشد از فولادهای ساده پر کربن استفاده می شود مانند تیغ های برش، غلتک نورد و ... که در شکل زیر دو نمونه از این قطعات صنعتی نشان داده شده است.



آچارها و تیغه اره (پر کربن)

اختلاف ساختار فولاد خواص مکانیکی متفاوتی را ایجاد می کند که در جدول زیر این اختلاف در خواص مکانیکی برای سه نوع فولاد ساده کربنی نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود با افزایش درصد کربن استحکام تنش تسلیم فولاد کربنی افزایش پیدا می کند.

الف) فولاد ساده کم کربن: این نوع فولاد که برای عموم قطعات مهندسی، سازه ها و پل ها، صنایع کشتی سازی و بدنه واگن ها و ... به کار می روند، از خواص شکل پذیری، ماشین کاری، جوشکاری و مغناطیسی خوبی برخوردار می باشند.



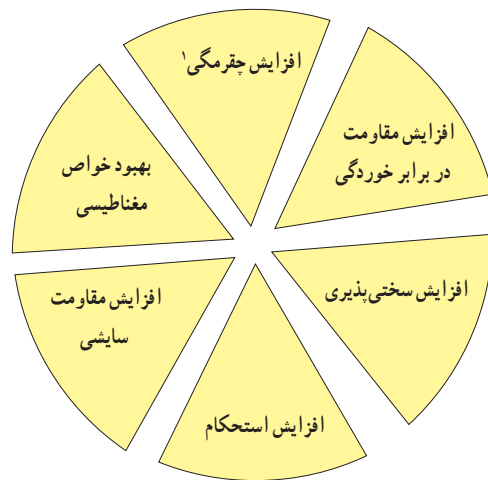
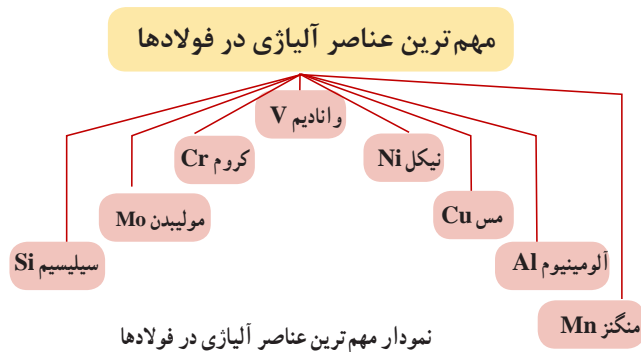
پرچ ها (کم کربن)

ب) فولادهای ساده کربن متوسط: در صنایع حمل و نقل به خصوص راه آهن (چرخ و محور واگن ها)، قطعات خودرو و ماشین آلات صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. این فولادها علاوه بر داشتن خواص ماشین کاری و جوشکاری مناسب از قابلیت سختی پذیری بالایی برخوردار هستند.

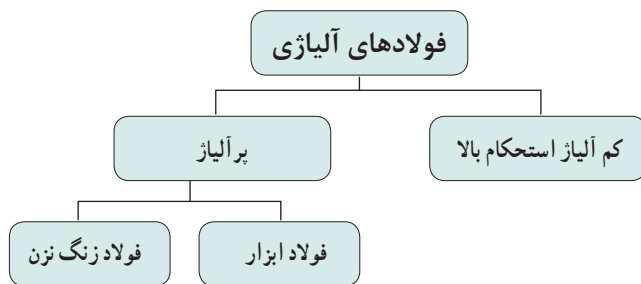
جدول اختلاف در خواص مکانیکی فولاد ساده کربنی (بر حسب مقدار متفاوت کربن)

فولاد ساده پر کربن (CK۶۰)	فولاد ساده کربن متوسط (CK۴۵)	فولاد ساده کم کربن (CK۱۵)	نوع فولاد
			خاصیت مکانیکی
۷۸۰-۹۳۰	۶۵۰-۸۰۰	۵۹۰-۷۸۰	استحکام کششی (MPa)
۴۹۰	۳۶۵	۳۵۵	تنش تسلیم (MPa)

فولادهای آلیاژی: برای بهبود خواص فولادها که در آلیاژی به آن افزوده می‌شود که مهم‌ترین عناصر نمودار زیر به دلایل اصلی آن اشاره شده است، عنصری آلیاژی در نمودار زیر مشاهده می‌شوند.



فولادهای آلیاژی را می‌توان مطابق نمودار زیر تقسیم‌بندی کرد.



نمودار دسته‌بندی فولادهای آلیاژی

۱- چقرمگی یا تافتس (Toughness): در علم متالورژی و مواد به مقاومت ماده در برابر شکست در اثر اعمال تنش گفته می‌شود و به صورت میزان انرژی جذب شده، قبل از شکست در یکا حجم تعریف می‌شود. این کمیت را می‌توان از طریق محاسبه سطح زیر منحنی تنش - کرنش محاسبه کرد. بنابراین هرچه چقرمگی ماده‌ای بیشتر باشد انرژی لازم برای شکست آن بیشتر است.



- ۱- مهم ترین عناصر آلیاژی در فولاد را نام ببرید؟
- ۲- به چه دلیل مواد آلیاژی به فولاد افزوده می شود؟

فولادهای ابزار: فولادهای ابزار گروهی از فولادها هستند که در ساخت ابزار مانند تیغه اره، تیغه قیچی، سوهان، قلم تراش، سوزن خط کشی و قالب های نورد و برس مورد استفاده قرار می گیرند. سختی پذیری بالا، مقاومت سایشی مناسب، پایداری ابعادی خوب (انقباض و انبساط کم) و قابلیت عملیات حرارتی از جمله خواص مهم فولاد ابزار می باشد.

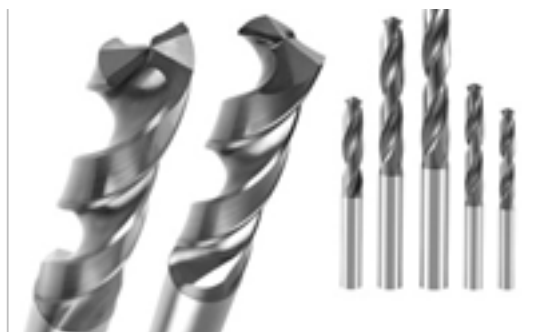
میزان کربن این نوع فولادها از حدود ۰/۳۵ درصد تا حدود ۱/۲۵ درصد متغیر است و بسته به نوع فولاد ابزار ممکن است دارای عناصر آلیاژی خاص مثل: تنگستن، کروم، وانادیوم و مولیبدن نیز باشند.



صفحه فرز



سوهان



سرسته

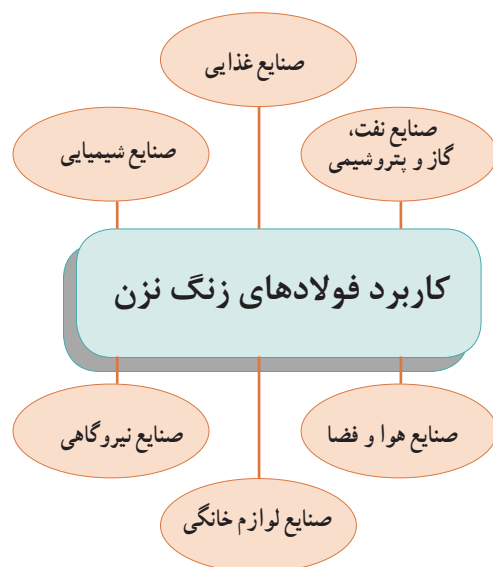


به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱- میزان کربن موجود در فولادهای ابزار حدود تا درصد می باشد.
- ۲- فولادهای ابزار کدام یک از خواص زیر را باید دارا باشند.
 - سختی پذیری
 - مقاومت سایش
 - هدایت الکتریکی خوب
 - شکل پذیری
 - مقاوم در برابر حرارت
 - انقباض و انبساط کم

همچنین عناصر دیگری مانند نیکل و مولیبدن نیز به آن افزوده می شود. نمونه هایی از کاربرد فولادهای زنگ نزن در نمودار زیر آورده شده است.

فولاد زنگ نزن^۱ فولادهای زنگ از جمله فولادهای آلیاژی می باشند که مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارند. فولادهای زنگ نزن حاوی حداقل ۱۰ درصد کروم هستند که عامل اصلی مقاومت در برابر خوردگی است.



نمودار کاربرد فولادهای زنگ نزن

از معروف ترین و پرکاربردترین، فولادهای زنگ نزن ۳۰۴ و ۳۱۶ می باشد که ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی آنها در جدول زیر مشاهده می شود.

جدول ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی فولادهای زنگ نزن ۳۰۴ و ۳۱۶

نام (AISI)	Cr (درصد)	Ni (درصد)	C (درصد)	Mn (درصد)	Si (درصد)	P (درصد)	N (درصد)	استحکام نهایی MPa	سختی (HRB)
۳۰۴	۱۸ تا ۲۰	۸ تا ۱۰/۵۰	۰/۰۸	۲	۰/۷۵	۰/۰۴۵	۰/۱	۶۱	۸۲
۳۱۶	۱۶ تا ۱۸	۱۰ تا ۱۴	۰/۰۸	۲	۰/۷۵	۰/۰۴۵	۰/۱	۵۷۹	۷۹



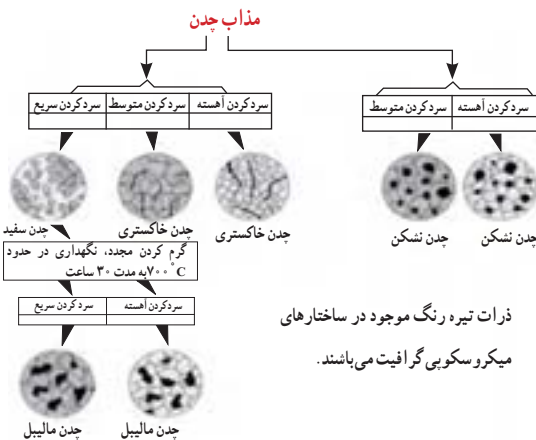
تانک



سینک ظرفشویی

دسته‌بندی چدن‌ها: یک روش ساده و متداول برای دسته‌بندی چدن‌ها، شکل ذرات گرافیت در ساختار چدن و رنگ ظاهر سطح مقطع شکست آنها می‌باشد، در شکل زیر فرم‌های مختلف ذرات گرافیت در ساختار چدن‌ها نشان داده شده است.

نام‌گذاری کوتاه براساس DIN ۱۷۰۰۶: در این استاندارد فولادها را براساس نوع کاربرد، درصد کربن و دیگر عناصر آلیاژی آن تقسیم‌بندی کرده‌اند. بر همین مبنا سه نوع شماره‌گذاری در این استاندارد مرسوم است. در روش اول کدگذاری با توجه به کاربرد و نوع مواد صورت می‌پذیرد. به‌طور نمونه جدول زیر را مشاهده می‌کنید.



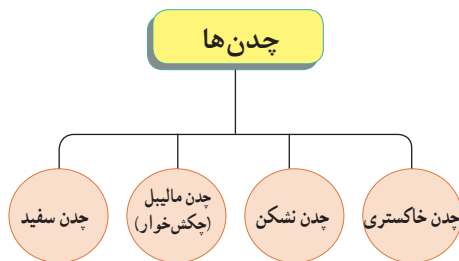
مفهوم	کد
فولاد ساختمانی	St
چدن خاکستری	GG

ساختار چدن‌ها و شکل ذرات گرافیت آزاد براساس توضیحات ذکر شده چدن‌ها را مطابق نمودار زیر می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود.

۴-۲- چدن

چدن‌ها دسته‌ای از آلیاژهای آهنی محتوی کربن و سیلیسیم هستند که مقدار کربن در آنها بیشتر از ۲/۱۴ درصد است (به‌طور معمول بین ۳ تا ۴/۵ درصد کربن دارند). همچنین ممکن است برحسب کاربرد دارای عناصر دیگری مثل کرم، منگنز و غیره به ترکیب چدن‌ها اضافه شود.

نقطه ذوب چدن‌ها نسبت به فولادها به مراتب کمتر است (حدود ۱۱۵۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد). بنابراین به راحتی ذوب و ریخته‌گری می‌شوند، اما چدن‌ها ترد و شکننده‌اند. از این‌رو ساده‌ترین روش ساخت و تولید قطعات چدنی ریخته‌گری است.



نمودار تقسیم‌بندی چدن‌ها



سدیم اضافه شود باعث می‌شود شکل ذرات گرافیت تغییر کند. در این نوع چدن ذرات گرافیت به صورت کروی شکل یا شبیه کره می‌باشند. استحکام و انعطاف پذیری چدن نشکن نسبت به چدن خاکستری بیشتر است لذا کاربرد گسترده این چدن‌ها در مواردی مثل شیرآلات، پمپ، میل‌لنگ، چرخ‌دنده و ماشین‌آلات صنعتی مشابه است.

د) چدن مالیل یا چکش خوار: چنانچه چدن سفید برای مدت نسبتاً طولانی در دمای حدود ۷۰۰ یا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد کاربید آهن (Fe_3C) موجود در ساختار چدن تجزیه شده و ذرات گرافیت خوشه‌ای شکل تشکیل می‌شود. این چدن‌ها از استحکام و انعطاف‌پذیری یا چکش‌خواری مناسبی برخوردار می‌باشند و در مواردی مثل شاتون، چرخ‌دنده‌های انتقال نیرو، تجهیزات راه‌آهن و به‌طور کلی در قطعات مهندسی تحت شرایط سخت کاری کاربرد دارند.

الف) چدن سفید: سطح مقطع شکست آلیاژ سفید رنگ است و تمام کربن موجود در آلیاژ به صورت ترکیب با آهن (Fe_3C) می‌باشد. چدن سفید بسیار ترد و شکننده است و در مواردی که هدف مقاومت در برابر سایش و سختی مدنظر می‌باشد مثل غلتک‌های دستگاه نورد کاربرد دارد.

ب) چدن خاکستری: سطح مقطع شکست آلیاژ خاکستری رنگ است چون بخشی از کربن موجود در آلیاژ به صورت گرافیت ورقه‌ای یا رشته‌ای شکل درآمده است. چدن خاکستری قابلیت بالایی در جذب ارتعاشات دارد و از استحکام و سختی مناسبی نیز برخوردار است. لذا در مواردی مثل بدنه دستگاه‌های تراش و فرز کاربرد دارد.

ج) چدن نشکن یا گرافیت کروی: چنانچه به ترکیب مذاب چدن خاکستری قبل از ریخته‌گری مقدار اندکی منیزیم یا

با توجه به تصاویر نوع چدن به کار رفته در هریک را مشخص نمایید. (می‌تواند بیش از یک کاربرد داشته باشد)



آلیاژهای مس، آلومینیوم، منیزیم، روی، نیکل و غیره. فلزات غیرآهنی براساس جرم حجمی به دو دسته فلزات سنگین (جرم حجمی آنها بیشتر از ۵ گرم بر میلی‌متر مکعب است) مانند: مس، قلع، سرب، برنج و فلزات سبک (جرم حجمی آنها کمتر از ۵ گرم بر میلی‌متر مکعب است) نظیر: آلومینیوم، منیزیم و تیتانیوم تقسیم بندی می‌شوند که در شکل زیر مواردی از کاربردهای صنعتی فلزات غیرآهنی نشان داده شده است.

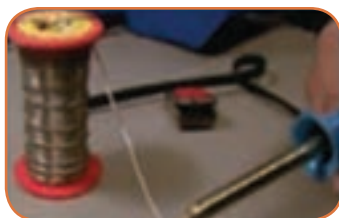
فلزات غیرآهنی: فلزات غیرآهنی عبارت‌اند از: تمام فلزات و آلیاژهایی که بخش اصلی تشکیل‌دهنده ترکیب آنها عنصری غیر از آهن باشد. فلزات غیرآهنی به دلایل مختلف از جمله اینکه: مقدار آنها در طبیعت کمتر یافت می‌شود و یا مراحل استخراج آنها پیچیده‌تر و پرهزینه‌تر است و یا از نظر خواص موردنظر ضعیف‌تر می‌باشند نسبت به فلزات آهنی موارد کاربرد کمتری در صنعت دارند و یا در موارد و کاربردهای مخصوصی به کار می‌روند که خواص ویژه‌ای موردنظر باشد مثل:



آلومینیوم در صنایع ساختمان



مس در صنایع برق



قلع در لحیم‌کاری



تیتانیوم در صنایع هوا و فضا

شکل کاربرد فلزات غیرآهنی در ساخت سازه‌های صنعتی

باتوجه به نام هریک از صنایع زیر دو مورد از فلزات غیرآهنی مورد استفاده در آن صنعت را نام ببرید.

کار کلاسی



صنعت ساختمان:	۱-	۲-
صنعت برق:	۱-	۲-
صنعت هواپیماسازی:	۱-	۲-



مبدل گرمایی



دکل های برق



هواپیما



پیستون و سیلندر

۵-۲- آلومینیوم

در صنعت، آلومینیوم پس از فولاد در ردیف دوم از نظر کاربردترین فلز قرار دارد. توسعه سریع آلومینیوم مربوط به خواص ویژه آن است. جرم حجمی آلومینیوم در حدود یک سوم فولاد یا مس می باشد ولی نسبت استحکام به وزن بعضی از آلیاژهای آلومینیوم از فولاد بیشتر است. آلومینیوم و آلیاژهای آن دارای هدایت الکتریکی و گرمایی مناسب و منعکس کننده خوبی برای نور و گرما می باشند. آلومینیوم و آلیاژهای آن دارای مقاومت به خوردگی و قابلیت ریخته گری مناسب و شکل پذیری خوبی برای تولید مقاطع مختلف نظیر: لوله، پروفیل، نبشی و ... دارند. جدول (۱- ۶) خصوصیات آلومینیوم را نشان می دهد.

جدول ۱- ۶- خواص فیزیکی مهم آلومینیوم

Aluminum	نام علامت اختصاری
27 gr/cm^3	جرم حجمی
نقره ای	رنگ
جامد	حالت ماده
$660 \text{ }^\circ\text{C}$	نقطه ذوب
37.7×10^{-6} زیمنس ^۱	رسانایی الکتریکی
$237 \text{ w/m} \times \text{ }^\circ\text{K}$	رسانایی گرمایی
Fcc	ساختار کریستالی
$900 \text{ J/Kg} \times \text{ }^\circ\text{K}$	ظرفیت گرمایی ویژه

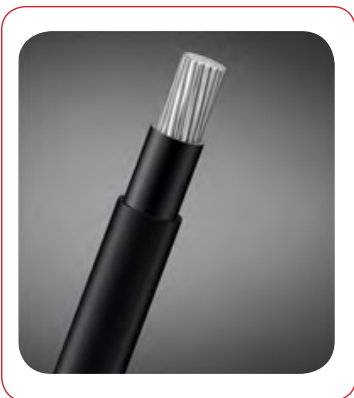
- کاربردهای آلومینیوم در صنایع مختلف بسته به نوع آلیاژ به کار رفته در آن متفاوت می باشد. در زیر به مواردی از آن در تصاویر داده شده اشاره می گردد.

آلومینیوم در مبدل گرمایی (Aluminum in heat exchangers)

خواصی که استفاده از آلومینیوم را برای مبدل‌های حرارتی مناسب می‌کند عبارت‌اند از:
۱- سبک و با استحکام ویژه بالا

۲- هدایت گرمایی بالا
۳- مقاوم در برابر خوردگی
۴- قابلیت شکل پذیری
۵- توانایی اتصال با جوشکاری، لحیم کاری و لحیم برنجی.

به تصاویر زیر نگاه کنید سپس بیان نمایید کدام یک از خواص مورد نظر آلومینیوم، علت استفاده از آن می‌تواند باشد.



آلیاژهای آلومینیوم

آلومینیوم خالص دارای استحکام بسیار کم می‌باشد بنابراین برای افزایش استحکام فلز آلومینیوم برخی از عناصر فلزی مثل مس، روی و منگنز به این عنصر اضافه می‌گردد تا استحکام آن را افزایش دهند و به این ترتیب آلیاژهای تولیدی این فلز توانسته‌اند در ساخت و ساز مهندسی کاربرد وسیعی داشته باشند.

۶-۲- مس

مس یکی از فلزات مهم صنعتی است که در حالت غیرآلیاژی و همچنین به صورت آلیاژی کاربرد وسیعی دارد. فلز مس قرمز رنگ است و از خاصیت هدایت الکتریکی و حرارتی بالایی برخوردار است.



سیم



لوله‌های مسی

جدول خصوصیات مس



نمودار ویژگی‌های خوب فلز مس

Copper , Cu	نام علامت اختصاری
$8/92 \text{ gr/cm}^3$	جرم حجمی
قرمز	رنگ
جامد	حالت ماده
1084°C	نقطه ذوب
$\frac{1}{10^6} \times 59/6$ (زیمنس) اهم	رسانایی الکتریکی
$401 \text{ w/m} \times ^\circ\text{K}$	رسانایی گرمایی

چند مورد از کاربردهای مس را در تصاویر زیر مشاهده می‌کنید.



لوله‌های مسی

ظاهر این لوله‌ها تمیز است و در صورت ضرورت می‌توان آنها را آب کروم داد.

انواع لوله‌های مسی: لوله‌های مسی به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند:

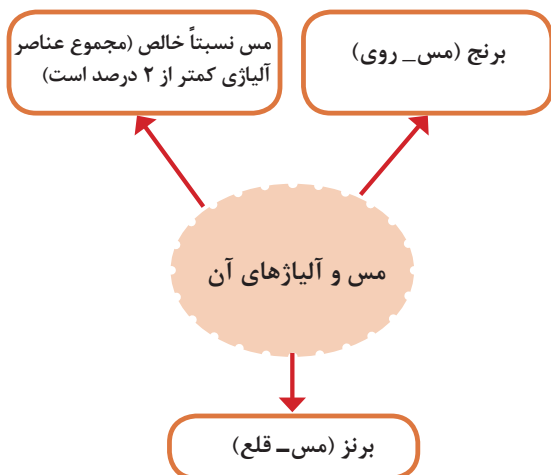
الف- لوله‌هایی که در لوله‌کشی آب سرد و گرم و گاز و گازهای طبی مورد استفاده‌اند.

ب- لوله‌هایی که در سیستم تهویه مطبوع و تبرید نوع ACR به کار می‌روند.

در لوله‌های ACR قطر نامی لوله برابر قطر خارجی است ولی در لوله‌های مسی مخصوص آب سرد و گرم و گاز

از لوله‌های مسی برای لوله‌کشی تأسیسات آب سرد و آب گرم، لوله‌کشی گاز و دیگر تأسیسات گرمایی و سرمایی استفاده می‌شود. چون مقاومت کششی مس بالا است بنابراین لوله‌ها را می‌توان با جداره نازک تهیه کرد که باعث سبک وزنی لوله‌ها و کاهش هزینه ساخت می‌گردد. در صورت وجود خطر خوردگی و اسیدی بودن خاک می‌توان آنها را با پوششی از پلاستیک تهیه کرد. لوله‌های مسی سطح داخلی صافی دارند و مقاومت کمی در برابر جریان مایعات ایجاد می‌کنند. به همین دلیل از این لوله‌ها در قطر داخلی کوچک‌تر می‌توان استفاده کرد.

۳-۲-۶- دسته‌بندی مس و آلیاژهای آن: مس و آلیاژهای مسی را می‌توان به سه دسته کلی تقسیم کرد که نمودار زیر این دسته‌بندی را نشان می‌دهد.



نمودار دسته‌بندی مس و آلیاژهای آن در حالت کلی

قطر نامی لوله تقریباً برابر قطر داخلی است و در نتیجه در یک قطر نامی لوله آبرسانی و گازرسانی بزرگ‌تر از لوله‌های ACR هستند

لوله مسی بی‌درز که در استاندارد ANSI/ASTM B88 ساخته می‌شود. از نظر ضخامت جدار به انواع K (سنگین)، L (وزن متوسط)، M (سبک) تقسیم و به دو صورت سخت و نرم عرضه می‌شوند، در حالت نرم تا قطر ۱/۵ اینچ (۴۰ میلی‌متر) به صورت کلاف و در حالت سخت به صورت شاخه به بازار عرضه می‌گردند.

به چه علت در ساخت بدنه اغلب شیرها از برنج استفاده می‌کنند.



تحقیق کنید



۷-۲- روی و قلع

در میان فلزات غیر آهنی روی و قلع پس از آلومینیوم و مس بیشترین کاربرد را دارند. روی: جدول زیر ویژگی‌های فیزیکی مهم فلز روی و نمودار صفحه بعد خواص صنعتی آن را نشان می‌دهد.

جدول ویژگی‌های مهم روی

نام علامت اختصاری	(Zinc), Zn
جرم حجمی	7.14 gr/cm^3
رنگ	خاکستری کم‌رنگ مایل به آبی
حالت ماده	جامد دیامغناطیس
نقطه ذوب	420°K
رسانایی الکتریکی	$16/9 \times 10^6$ زیمنس
رسانایی گرمایی	$116 \text{ w/m}^\circ\text{K}$

قلع : قلع فلز دیگری است که در پوشش‌های مقاوم به خوردگی (قلع اندود کردن)، آلیاژسازی، لحیم کاری و غیره کاربرد دارد. جدول (۶-۷) خصوصیات فیزیکی مهم فلز قلع را نشان می‌دهد.

جدول ۶-۷ - خصوصیات فیزیکی مهم قلع

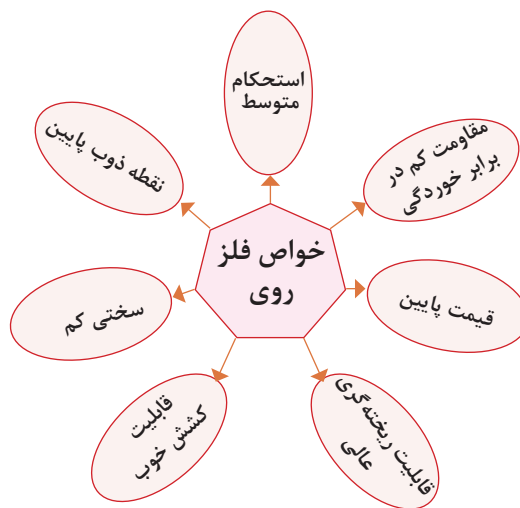
نام علامت اختصاری	Tin, Sn
جرم حجمی	$73/1 \text{ gr/cm}^3$
رنگ	خاکستری درخشان (نقره‌ای)
حالت ماده	جامد
نقطه ذوب	132°C
رسانایی الکتریکی	$9/17 \times 10^{-6}$ زیمنس
رسانایی گرمایی	$66/6 \text{ (w/m)} \times ^\circ\text{K}$

قلع استحکام کمی دارد اما در ترکیب با فلزات دیگر مثل مس، سرب، تیتانیوم و روی باعث افزایش سختی و استحکام آنها می‌شود.

از عمده‌ترین کاربردهای قلع پوشش‌دهی ورق‌های فولادی به خاطر افزایش مقاومت در برابر خوردگی است. نکته قابل توجه این است که ورق‌های فولادی قلع اندود به راحتی قابلیت فرم‌دهی، جوشکاری و لحیم کاری دارند. بیشتر صفحات قلع اندود شده برای ظروف بسته‌بندی غذا استفاده می‌شوند. ظرف‌های قلع اندود به حلبی نیز معروف می‌باشند.



کاربرد ورق قلع اندود در صنایع بسته بندی مواد غذایی



نمودار خواص فلز روی

با توجه به خواص فلز روی از این فلز بیشتر برای پوشش قطعات فولادی به منظور حفاظت در برابر خوردگی استفاده می‌شود.

گالوانیزه کردن: پوشش دادن سازه‌های فولادی را در حمام روی مذاب، فرایند گالوانیزه (غوطه‌وری گرم) می‌گویند، در نتیجه این عمل لایه‌ای چسبنده، روی سطح فولاد تشکیل می‌شود. لوله‌ها و ورق‌های گالوانیزه در صنایع مختلف کاربرد وسیعی دارند. علاوه بر روش غوطه‌وری گرم، از روش آبکاری و پاشش حرارتی نیز برای پوشش روی، در سطح فولاد استفاده می‌شود. پوشش گالوانیزه می‌تواند از خوردگی سازه فولادی در شرایط اتمسفری و یا در زیر خاک ممانعت کند.



لوله گالوانیزه

تحقیق کنید



در مورد سایر فلزات غیر آهنی (منیزیم، تیتانیوم، کروم، تنگستن و ...) تحقیق نموده و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

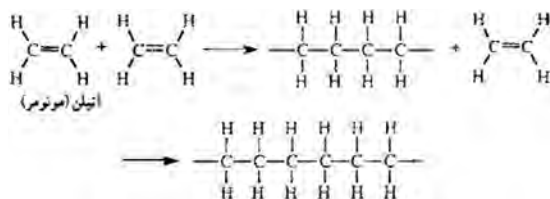
مولکول‌های کوچک را مونومر و عمل اتصال و پیوند آنها را پلیمر شدن می‌گویند. در شکل پائین بخشی از یک مولکول پلیمری (تفلون) نشان داده شده است. چنانچه یک‌های سازنده یک پلیمر (مونومر) از یک نوع باشند آن را همونومر و اگر مونومرهای تشکیل‌دهنده یک پلیمر متفاوت باشند به آن کوپلیمر گفته می‌شود. بنابراین وزن مولکولی پلیمرها بستگی به نوع و تعداد مونومرهای تشکیل‌دهنده آن دارد.

پلیمرها را می‌توان به صورت‌های مختلف تقسیم‌بندی کرد. در حالت کلی می‌توان آنها را به دو دسته پلیمرهای طبیعی و پلیمرهای مصنوعی تقسیم کرد. پلیمرهای طبیعی به طور مستقیم از گیاهان و حیوانات به دست می‌آیند نظیر چوب، چرم، پشم، پنبه، ابریشم، پروتئین‌ها و آنزیم‌ها، ولی پلیمرهای مصنوعی از مولکول‌های کوچک (مونومر) در یک‌های پتروشیمی ساخته می‌شوند.

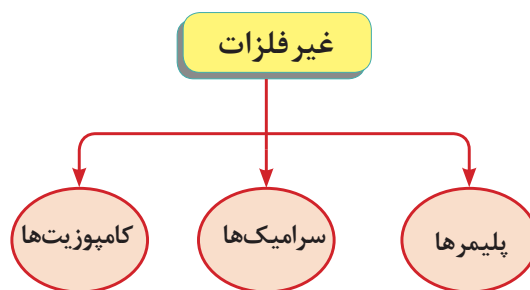
پلیمرها Polymer در صنعت تأسیسات ساختمان کاربرد بسیاری دارد که از آن جمله می‌توان به ساخت انواع لوله‌های پلیمری اشاره نمود.

لوله‌های پلیمری

پلیمرها مولکول‌های بسیار بزرگی هستند که از به هم پیوستن بی‌شمار مولکول‌های کوچک‌تری به نام مونومر تشکیل شده‌اند. بنابراین یک مولکول پلیمر تعداد بسیار زیادی اتم دارد که با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. وزن مولکولی پلیمرها بسیار زیاد است. یکی از ساده‌ترین پلیمرها پلی‌اتیلن است که از پلیمر شدن اتیلن به دست می‌آید.



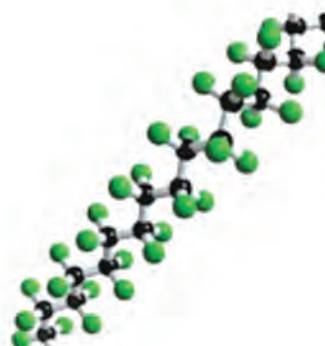
غیر فلزات: غیرفلزات دسته دوم مواد جامد صنعتی را تشکیل می‌دهند که می‌توان آنها را به دو دسته غیرفلزات طبیعی و مصنوعی دسته‌بندی نمود. غیرفلزات طبیعی شامل موادی مانند: چوب، سنگ، پروتئین، پشم، ابریشم، پنبه، کتان، لاستیک طبیعی یا کائوچو و امثال آنها هستند که در صنایع مختلف نظیر: نساجی، ساختمان و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند و غیرفلزات مصنوعی به تمام مواد غیرفلزی ساخته شده دست بشر اطلاق می‌شود که مطابق نمودار زیر می‌توان آنها را در سه دسته پلیمرها، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها جای داد.



نمودار تقسیم‌بندی مواد غیرفلزی


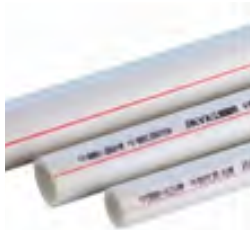


الف) پلیمرها

پلیمرها (درشت مولکول‌ها) مولکول‌های بزرگی هستند که از به هم چسبیدن تعداد زیادی مولکول‌های کوچک‌تر تشکیل می‌شوند.



بخشی از یک مولکول پلیمری (تفلون)

چند نوع از انواع لوله‌های پلیمری را در تصاویر زیر مشاهده می‌کنید.

			
لوله PVC	لوله PP	لوله PEX-ALL-PEX	لوله PEX

به طوری که به تناوب می‌توانند در معرض گرمایش و سرمایش قرار گرفته و مورد استفاده قرار گیرند.

چند نوع از انواع ترموپلاست‌ها که در صنعت تأسیسات کاربرد دارند در زیر آورده شده است.

– PB پلی بوتیلن

- لوله‌های قابل انعطاف
- استفاده برای سیستم‌های آب تحت فشار

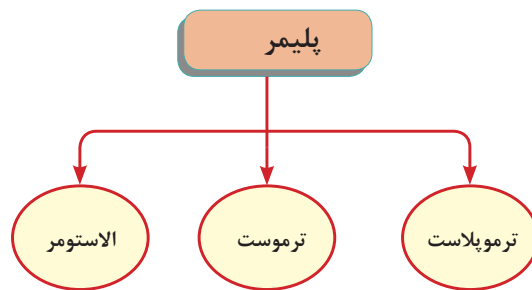


– PE پلی اتیلن

- لوله‌های قابل انعطاف
- استفاده برای سیستم‌های آب تحت فشار - بارانی و ...
- برای آب گرم قابل استفاده نیست



تقسیم‌بندی پلیمرهای صنعتی: پلیمرهای صنعتی را می‌توان برحسب خواص و رفتار آنها در برابر گرما و خواص مکانیکی مطابق نمودار زیر تقسیم‌بندی کرد.



نمودار تقسیم‌بندی پلیمرهای صنعتی

ترموپلاست Thermoplastic

ترموپلاستیک چیست؟

ترموپلاستیک‌ها (گرمانرم) مواد آلی هستند که هنگامی که به آنها گرما داده می‌شود ذوب می‌شوند. ترموپلاستیک ترکیبی از یک پلاستیک و یک لاستیک می‌باشند. این آلیاژها با دارا بودن نقاط قوت لاستیک و پلاستیک دارای خواص فیزیکی مکانیکی ویژه‌ای هستند. از این مواد به شکل وسیعی در صنایع لوله‌کشی، خودروسازی و سایر صنایع استفاده می‌شود. این پلیمر در دمای اتاق به صورت جامد است اما در صورتی که چند درصد دما افزایش یابد به صورت یک مایع چسبناک در می‌آید. از این ویژگی برای تولید محصولات با اشکال مختلف استفاده می‌کنند

PEX -

- لوله‌های قابل انعطاف
- استفاده برای سیستم‌های آب تحت فشار - بارانی و ...



PP - پلی پروپیلن

- بسیار سبک وزن
- درجه حرارت قابل استفاده تا ۱۸۰ درجه فارنهایت (۸۲ درجه سلسیوس)
- بسیار مقاوم در برابر اسیدها و بسیاری از حلال‌ها
- قابل استفاده در لوله‌کشی و آزمایشگاه



PVC - پلی وینیل کلراید

- قوی و سفت و سخت
- مقاوم در برابر اسیدها و بازها
- برخی از حلال‌ها و هیدروکربن‌های کلر ممکن است به این مواد آسیب برسانند.
- حداکثر دمای قابل استفاده از آنها ۱۴۰ درجه فارنهایت (۶۰ درجه سلسیوس) است.



در جدول زیر دو دسته اصلی مواد پلیمری معرفی شده‌اند، همچنین خواص آنها آورده شده و مواردی از کاربردهای صنعتی آنها نشان داده شده است.

جدول معرفی خواص و مواردی از کاربرد پلیمرهای صنعتی

<p>مواد پلاستیکی هستند که در اثر حرارت به مایع تبدیل می‌شوند و اگر آنها را در قالب بریزیم شکل قالب را به خود می‌گیرند و هر چندبار که بخواهیم می‌توانیم آن را ذوب کرده و تغییر فرم دهیم. این ویژگی علت کاربرد بسیار زیاد این مواد است. نایلون، پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی وینیل کلراید (P.V.C) از جمله مواد ترموپلاستیک هستند.</p>	<p>ویژگی‌ها</p>	<p>ترموپلاست‌ها (پلاستیک‌های گرم‌نازم)</p>
<p>وسایل اسباب‌بازی کودکان، لوله‌ها و تجهیزات انتقال مایعات، تجهیزات الکتریکی، پوشش‌ها، اتصالات، لوازم آشپزخانه، کیسه پلاستیکی و نظایر آن</p>	<p>کاربرد</p>	



از ترموپلاست‌ها در صنعت برای چه مصارف دیگری استفاده می‌شود؟

یکی از انواع ترموست‌ها پلی‌یورتان Polyuretān این پلیمرها در فرم‌های مختلف نظیر فوم‌های انعطاف‌پذیر و سخت، الاستومورها و رزین‌های مایع استفاده می‌شوند. پلی‌یورتان‌ها در برابر اسیدها و بازهای قوی و حلال‌های آلی دارای مقاومت خوردگی پایین هستند و فوم‌های انعطاف‌پذیر عمدتاً برای کاربردهای خانگی (نظیر بسته‌بندی) استفاده می‌شوند، در حالی که فوم‌های سخت به عنوان مواد عایق گرمایی برای انتقال سیالات کریوژنیک و محصولات غذایی سرد به کار گرفته می‌شوند.

ترموست‌ها Thermoset به پلیمرهایی گفته می‌شود که در اثر اعمال گرما در آنها پیوندهای عرضی با واکنش‌های شیمیایی ایجاد می‌شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آنها بالا رفته و به حالت یک پارچه صلب در می‌آیند. ترموست‌ها برخلاف ترموپلاست‌ها در اثر افزایش دما تغییر شکل نمی‌دهند و می‌سوزند. از این نوع رزین‌ها می‌توان رزین پلی‌استر، وینیل‌استر، اپوکسی و ... را نام برد. کاربرد مواد ترموست را در ظروف ملامین و کلیدهای برق می‌توان نام برد.

ترموست یا گرما سخت به پلیمرهایی گفته می‌شود که در اثر اعمال حرارت دچار واکنش شیمیایی و سخت می‌شوند و پس از پخت و شکل‌پذیری، دیگر با استفاده از حرارت نمی‌توان شکل آنها را تغییر داد. آنها جزو پلیمرهای سه بعدی یا مشبک می‌باشند که دارای سختی بالا، مقاوم در برابر حرارت و حلال‌های شیمیایی هستند و مقاومت الکتریکی بالایی نیز دارند. مثل: ملامین‌ها، پلی‌استرها و اپوکسی‌ها

ویژگی‌ها

ترموست‌ها (پلاستیک‌های گرما سخت)

از آنها در ساخت لوله‌ها، شیرها، پمپ‌ها، ظروف، پوشش محافظ وسایل الکتریکی، بدنه گوشی تلفن، بدنه و اجزای وسایل نقلیه، دوچرخه، موتور و اتومبیل، وسایل خانگی، اسباب بازی، مبلمان و نظیر آن استفاده می‌شود.

کاربرد

نمونه‌های صنعتی از کاربرد مواد پلیمری ترموست در صنایع



پلی‌استر

اپوکسی

به دلیل بی نیاز بودن از پوشش مضاعف (Jacketing) برای کاربرد دمای پایین بسیار مقرون به صرفه و دارای پایداری بسیار بالایی است.

ضریب انتقال گرما بسیار پایینی داشته و انعطاف پذیر می باشد و برای محیط‌هایی که فضای کاری کمی داشته باشند، بسیار مناسب است.

معایب: مقاومت ضعیف در برابر روغن‌ها و عدم وصله پذیری آن می باشد.

کاربردهای لاستیک EPDM در سیستم‌های سرمایش، لوله کشی‌ها و تهویه مطبوع و خطوط آب گرم و گرمایش استفاده می شود.



الاستومرها Elastomeric

یک الاستومر ماده درشت مولکولی است که در دمای معمولی تحت تنش کم می تواند حداقل دو برابر طول اولیه اش کشیده شود و بعد از رهاسازی تنش، تقریباً به شکل و ابعاد اولیه اش بازگردد.

انواع الاستومرها به دو دسته زیر تقسیم می شوند.

۱. طبیعی ۲. مصنوعی

۱-۱. کائوچوی طبیعی NR (پلی ایزوپرن طبیعی)

ویژگی‌ها:

۱. جهندگی ممتاز
۲. استحکام کششی بالا
۳. برترین مقاومت در برابر پارگی و سایش
۴. انعطاف پذیری خوب در دمای پایین، چسبندگی عالی به فیاف و فلزات

محدودیت‌ها:

۱. مقاومت ضعیف در برابر حرارت و گرما
۲. مقاومت اوزونی و نور خورشید پایین
۳. مقاومت خیلی کم در برابر روغن و حلال‌های هیدروکربنی

۲-۱. الاستومرهای مصنوعی

عایق‌های الاستومری از جمله مواد سلولی انعطاف پذیر سلول بسته بوده و بر پایه پلی وینیل کلراید (PVC)، نیتریل بوتادین رابر مونومر (Nitrile Butadiene Rubber-NBR) و یا اتیلن پروپیلن دیان مونومر رابر (Ethylene Propylene Diene Monomer EPDM) ساخته می شوند. لاستیک NBR که با Buna-N و Perbunan نیز شناخته می شود، یک لاستیک سینتتیک متشکل از پلیمر آکریلونیتریل (ACN) و بوتادین است.

لاستیک EPDM لاستیکی سینتتیک و الاستومری بوده و کاربردهای وسیعی دارد.

مزایا: لاستیک EPDM معمولاً مقاومت حرارتی بسیار خوبی فراهم می آورد. مواد عایق سلول بسته مقاومت بسیار عالی در مقابل عبور بخار آب از خود نشان می دهد و دیگر نیازی به عایق رطوبتی مجزا نمی باشد.

جدول زیر برای مقایسه بهتر عایق‌های سلول بسته انعطاف‌پذیر NBR و EPDM و تفاوت‌های آنها، ارائه می‌شود:

EPDM	NBR	ویژگی فیزیکی
Ethylene Propene Diene Methylene	Nitrile Butadiene Rubber	نوع ماده
۶۰ (±۵)	۶۰ (±۵)	سختی اسمی (IRHD)
سیاه با دانه‌های زرد	سیاه	رنگ
$\geq 10 \text{ N/mm}^2$	$\geq 10 \text{ N/mm}^2$	استحکام کششی
$\geq 300\%$	$\geq 300\%$	میزان کشیدگی تا حد پارگی
$-40^\circ\text{C} - 135^\circ\text{C}$	$-40^\circ\text{C} - 120^\circ\text{C}$	محدوده دمای کاری متوسط
متوسط الی خوب	متوسط الی خوب	مقاومت در برابر سایش
ضعیف	بسیار خوب	مقاومت در مقابل روغن‌های معدنی
متوسط الی خوب	بسیار خوب	مقاومت در مقابل روغن‌های گیاهی
ضعیف	بسیار خوب	مقاومت در مقابل بنزین
ضعیف	متوسط الی خوب	مقاومت در مقابل ترکیبات آروماتیک و هیدروکربنات‌ها
بسیار خوب	بسیار خوب	مقاومت در مقابل اسیدها و بازها
متوسط الی خوب	متوسط الی خوب	مقاومت در مقابل آتش
بسیار خوب	بسیار خوب	مقاومت در مقابل رطوبت/بخار
بسیار خوب	متوسط الی خوب	مقاومت در مقابل پرتو خورشید و اشعه ماوراء بنفش
هیچ واکنشی با لوله ندارد	با لوله ترکیب می‌شود	لوله‌های مسی
بسیار خوب	بسیار خوب	مقاومت حرارتی

در مورد خصوصیات و کاربرد چند نوع دیگر از انواع الاستومرها که در صنعت کاربرد دارند تحقیق نموده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید

الاستومرها نام الاستومر از دو قسمت «لاستو» برگرفته از «لاستیک» و به معنای ارتجاعی و «مر» برگرفته از «پلیمر» تشکیل شده است.

ویژگی‌ها

پلیمرهایی هستند که قابلیت ارتجاعی زیادی دارند. الاستومرها در اثر نیروی خارجی تغییر شکل پیدا می‌کنند و بعد از حذف نیرو، شکل آنها از بین می‌رود و دوباره به حالت اولیه بازمی‌گردند همچنین بدون پاره شدن و گسستن در برابر تغییر شکل مقاومت می‌کنند. این پلیمرها در اثر گرما نرم می‌شوند، ولی برخلاف ترموپلاستیک‌ها به حالت ویسکوز یا مایع در نمی‌آیند. بلکه می‌توان آنها را مثل ترموپلاست‌ها در حلال‌های مرسوم شیمیایی که بسته به نوع و ساختار پلیمر تعیین می‌شوند، حل کرد. الاستومرها از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، قلیاها و نمک‌ها مقاوم هستند.

کاربرد

لاستیک اتومبیل، مواد آب‌بندی، برف پاک‌کن، شیلنگ‌ها و مواد پوشش مخازن، تانک‌ها، لوله‌ها و امثال آن کاربرد دارند.

نمونه‌های صنعتی کاربرد الاستومرها در صنعت



تایر



واشر لاستیکی



شیلنگ

ب) سرامیک‌ها

سرامیک‌ها دسته دیگری از مواد صنعتی غیرفلزی معدنی هستند که از جمله خواص شاخص آنها نسبت به مواد صنعتی دیگر عبارت است از:
- دیرگدازی بالا

- سختی زیاد

- مقاومت در برابر خوردگی بالا

از جمله مواد سرامیکی می‌توان سفال، آجر، کاشی، چینی، دیرگذاها، ساینده‌ها و سنباده‌ها، لعاب و سرامیک‌های مدرن را نام برد.

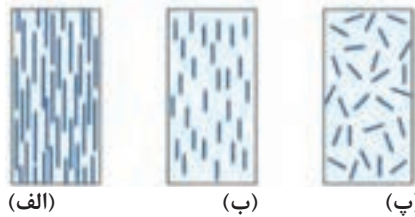
در زیر چند نوع از موارد مصرفی سرامیکی را مشاهده می‌نمایید.

			
صفحه سنگ	فیبر نوری	سنباده	کوزه

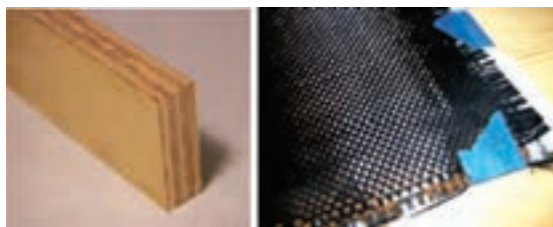
پ) کامپوزیت‌ها

مواد کامپوزیتی یا مرکب، از دو فاز زمینه و تقویت کننده تشکیل شده‌اند. فاز زمینه با احاطه کردن فاز تقویت کننده آن را در محل خود نگه می‌دارد و فاز تقویت کننده موجب بهبود خواص مکانیکی ماده

کامپوزیتی می‌گردد. به طور کلی فاز تقویت کننده می‌تواند به صورت رشته‌های کوتاه، بلند و یا ذرات ریز با شکل‌های گوناگون باشند که در شکل زیر سه حالت از این مواد به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل سه حالت قرار گرفتن فاز تقویت کننده در داخل فاز زمینه



ماده مرکب چوبی

ماده مرکب پلیمری

مواد کامپوزیت با زمینه چوب و پلیمر

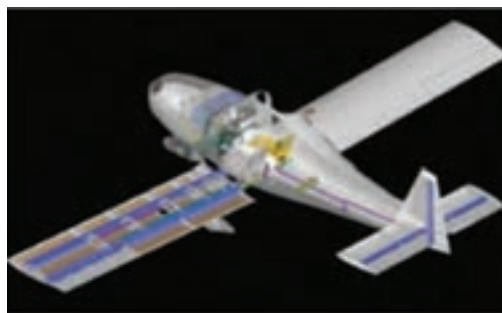
مزایای مواد کامپوزیتی: مهم‌ترین مزیت مواد کامپوزیتی آن است که با توجه به نیاز می‌توان خواص آنها را کنترل کرد. به طور کلی مواد کامپوزیتی دارای مزایای زیر هستند:

- استحکام عالی در برابر وزن کم (نسبت استحکام به وزن بالا)
- مقاومت در برابر خوردگی بالا
- عایق حرارتی خوب

از دیگر مواد کامپوزیتی متداول می‌توان به آسفالت، کاهگل، بتن آرمه و لاستیک خودرو اشاره کرد. همان‌طور که گفته شد خواص کامپوزیت‌ها به خواص هر یک از فازهای تشکیل دهنده آن، مقدار، شکل، اندازه، نحوه توزیع و نیز جهت قرار گرفتن فاز تقویت کننده در داخل فاز زمینه بستگی دارد.

دسته‌بندی مواد کامپوزیتی: مواد کامپوزیتی بر اساس فاز زمینه به سه دسته: زمینه فلزی، زمینه سرامیکی و زمینه پلیمری تقسیم‌بندی می‌شود که در جدول صفحه بعد انواع کامپوزیت‌ها و ویژگی آنها آورده شده است.

فایبرگلاس یکی از پرکاربردترین کامپوزیت‌های با زمینه پلیمری است که توسط فیبر شیشه تقویت شده است و امروزه در ساخت قطعات هواپیما، بدنه جنگنده‌های رادارگریز، پره نیروگاه‌های بادی و بالگردها از کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. به طور کلی مواد کامپوزیتی به دلیل داشتن جرم کم و استحکام مکانیکی بالا نسبت به فلزات، در صنعت هوا و فضا کاربرد وسیعی دارند (شکل زیر).



استفاده از مواد کامپوزیتی مستحکم در ساخت قطعات هواپیما موجب کاهش وزن، افزایش سرعت و کاهش مصرف سوخت می‌شود.

چند نوع از انواع دستگاه‌ها و تجهیزات که در تأسیسات از مواد فایبر گلاس ساخته می‌شوند در تصاویر زیر مشاهده می‌نمایید.

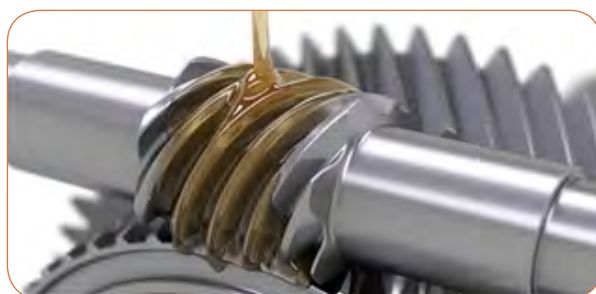
		
<p>زیردوشی</p>	<p>سختی گیر</p>	<p>لوله‌های GRP</p>

جدول آشنایی با مواد کامپوزیتی پر کاربرد صنعتی

پلیمری	سرامیکی	فلزی	تقویت کننده
			زمینه
<ul style="list-style-type: none"> ● آلومینیوم رشته‌های کربن و بر ● آلیاژ نقره - مس با رشته‌های کربن ✓ قطعات موتور هواپیما و فضاپیما 	<ul style="list-style-type: none"> ● آلومینیوم-پودر یا رشته‌های آلومینا، کاربید سیلیسیم و کربن ✓ صنایع هوا و فضا، قطعات نظامی، قطعات خودرو مثل: پیستون، شفت و میله‌های اتصال 	<ul style="list-style-type: none"> ● نقره-پودر تنگستن اتصالات الکتریکی مقاوم به سایش ● آلومینیوم-رشته‌های نازک تنگستن 	فلزی
<ul style="list-style-type: none"> ● کربن-آرامید ✓ زره پوش‌های نظامی، پوشاک ضد گلوله، طناب ماهی‌گیری، چوب اسکی، راکت تنیس و دسته گلف 	<ul style="list-style-type: none"> ● آلومینا-کاربید سیلیسیم ✓ ابزار برش و ماشین کاری فلزات سخت ● کربن-رشته‌های کربن صنایع هوا فضا، قطعات هواپیما و توربین 	<ul style="list-style-type: none"> ● بتن-میلگرد فولادی ✓ سازه‌های ساختمان، سدسازی، پایه پل و ساختمان سازی 	سرامیکی
<ul style="list-style-type: none"> ● پلیمر-آرامید ✓ جلیقه نجات، راکت تنیس، وسایل ورزشی، کاسه نمدلنت ترمز و کلاچ 	<ul style="list-style-type: none"> ● پلیمر رشته‌های شیشه فایبرگلاس ● پلیمر-رشته‌های کربن ● پلیمر-کاربید سیلیسیم یا آلومینا ✓ قطعات هواپیما، قطعات نظامی و صنایع هوا فضا ● قیر-بتن ✓ آسفالت 	<ul style="list-style-type: none"> ● پلیمر-رشته‌های سیم فولادی ✓ تایر خودرو ● پلی اتیلن - پودر سرب ✓ جذب اشعه 	پلیمری

۸-۲- روان کننده‌ها

روانکاری عملی است که حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر را تسهیل می‌نماید و روانکار ماده‌ای است که به منظور کاهش اصطکاک بین دو سطح با ایجاد فیلمی از روغن از تماس فلز با فلز جلوگیری می‌کند.



خواص ضروری روغن‌ها عبارت است از:

- ۱- دارای گرانروی یا ویسکوزیته مناسبی باشند.
- ۲- گرانروی خود را در محدوده درجه حرارت کاری از دست ندهند.
- ۳- باعث زنگ‌زدگی و خوردگی قطعات نشوند.
- ۵- قابلیت پاک‌کنندگی سطوح را دارا باشند.
- ۶- در سرما به اندازه کافی روان باشند تا شروع و ادامه حرکت قطعات آسان شود.
- ۷- اثر نامطلوبی روی قطعات غیرفلزی مثل کاسه نمدها و ... نداشته باشند.
- ۸- مواد آلوده‌کننده خارجی مثل گردو خاک و... همراه نداشته باشند.

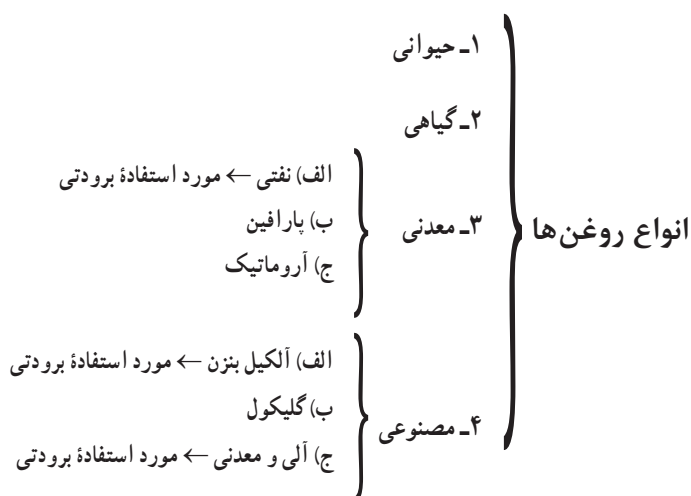
۹- درحین کار ایجادکف نکنند.

استفاده از روغن مناسب می‌تواند مزایای زیر را دربرداشته باشد:

۱- کاهش مصرف انرژی ۲- کاهش اصطکاک و توان مصرفی ۳- افزایش طول عمر ماشین و قطعات آن.

روانکارهای مایع بیشترین کاربرد عمومی و تخصصی را دارند و در دو دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف) روغن‌های معدنی (Mineral Oils) ب) روغن‌های مصنوعی (Kintetic Oils)



مشخصه‌های روغن‌های معدنی

- ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی آنها را می‌توان دقیقاً و به دلخواه در هنگام تولید کنترل کرد.
- ۲- قابلیت تحمل طیف تقریباً وسیعی از درجه حرارت را دارند.
- ۳- ارزان بودن و در دسترس بودن زیاد آنها
- ۴- بی‌اثر بودن و غیرخورنده بودن آنها از نظر شیمیایی
- ۵- با مواد شیمیایی آلی قابل اختلاط هستند.
- ۶- دارا بودن پایداری و مقاومت قابل قبول آنها
- ۷- سازگاری آنها با کاسه نمدها و دیگر آب‌بندها
- ۸- قابلیت جذب و انتقال حرارت‌های ناخواسته

مشخصه‌های روغن‌های مصنوعی عبارت‌اند از:

- ۱- تغییرات کم گرانروی نسبت به افزایش درجه حرارت
- ۲- ثبات شیمیایی پایدار
- ۳- طول عمر بالا
- ۴- مقاومت زیاد در برابر اکسیداسیون
- ۵- مقاومت در برابر پرتوهای رادیواکتیو
- ۶- مقاومت بالا در برابر آتش‌گرفتن
- ۷- حفظ ثبات در مقابل گرمای زیاد
- ۸- فراریت کم

■ نسبت ترکیب آن ۱٪ بوده و هر ۱ لیتر آن در ۱۰۰ لیتر آب حل می‌شود.

یکی از ویژگی‌های این نوع روان‌کننده‌ها نسبت به روغن‌های پایه نفتی، کاهش به مراتب مؤثرتر خوردگی و فرسایش در سطح تماس بین قطعات می‌باشد.

آب

آب ماده‌ای است با فرمول شیمیایی H_2O ، حدود یازده درصد وزن آب را هیدروژن و ۸۹ درصد آن را اکسیژن تشکیل می‌دهد. در طبیعت آب خالص یافت نمی‌شود و همیشه با مقداری مواد خارجی همراه است.

۹-۲- ویژگی‌های فیزیکی آب

جرم مخصوص: آب در دمای $4^{\circ}C$ بیشترین جرم مخصوص خود را دارد و آن، یک گرم بر سانتی‌متر مکعب، $(\rho = 1 \frac{gr}{cm^3})$ معادل یک کیلوگرم بر لیتر $(\rho = 1 \frac{kg}{lit})$ است.



روغن خنک‌کننده و روان‌کننده نانو پایه گیاهی و آب صابون:

خنک‌کننده و روان‌کننده نانو پایه گیاهی (آب صابون نانویی)، جهت عملیات تراشکاری، فرزکاری، حدیده کاری، دستگاه‌های CNC و NC و سنگ‌زنی قالب‌سازی، قطعه‌سازی و ... که جایگزین مناسبی برای روغن حل‌شونده و آب صابون‌های متداول پایه معدنی (نفتی و گازوئیلی) می‌باشد.

ویژگی و مزایای روغن آب صابون خنک‌کننده و روان‌کننده نانو:

■ دارای قابلیت حل‌شوندگی مطلوب با هر آبی، حتی دارای درجه سختی بالا
 ■ امولسیون پایدار و همگن داشته و دو فاز نمی‌شود.

■ دارای خاصیت فیلتراسیون عالی بوده و بر قطعات حالت چسبندگی یا روغنی ایجاد نمی‌کند.

■ قابلیت شویندگی بالایی دارد.

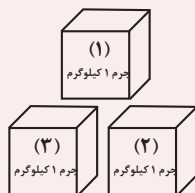
■ از خوردگی و زنگ‌زدگی قطعه و دستگاه و ابزارآلات جلوگیری می‌کند.

■ عدم گندیدگی و فساد محلول

■ زیست‌ساختار بوده و برای طبیعت مضر نمی‌باشد.
 ■ به‌علت شفاف بودن امولسیون تشکیل شده، اپراتور به قطعه در حال پرداخت مسلط‌تر بوده و دقت تراشکاری افزایش می‌یابد.

■ مقرون به‌صرفه بوده و یک گالن ۲۰ لیتری آن معادل ۵ گالن آب صابون سنتی (آب صابون‌های پایه نفتی روغن و گران‌قیمت) می‌باشد.

با توجه به شکل زیر سه جسم مکعبی با ابعاد یکسان چرا دارای جرم متفاوتی می‌باشند؟

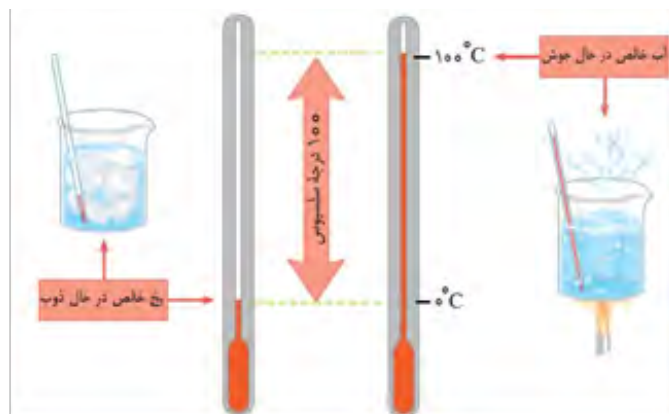


کار کلاسی



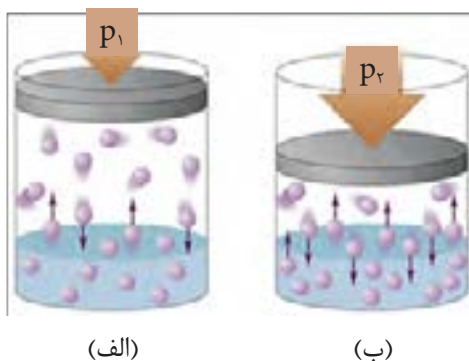
می‌گردد. همین پدیده است که سبب قطع جریان آب در لوله مکش پمپ می‌شود.
انجماد آب: آب خالص در فشار یک اتمسفر در دمای 0°C یخ می‌بندد و حجم آن حدود ۹ درصد افزایش می‌یابد. این پدیده ممکن است سبب شکستن ظرف آب و یا لوله‌های آب‌رسانی گردد.

دمای تبخیر: آب در فشار یک اتمسفر (فشار جو در سطح دریای آزاد) در 100°C به بخار تبدیل می‌شود. با کم شدن فشار محیط دمای تبخیر آب کاهش می‌یابد، به طوری که اگر فشار مطلق به $0/2$ تا $0/5$ اتمسفر (فشار نسبی برابر $0/8$ تا $0/5$ اتمسفر) برسد آب در دمای محیط‌های معمولی نیز تبدیل به بخار



علت ترکیدگی لوله‌های آب در زمستان چیست؟

کار کلاسی



انحلال پذیری گازها: انحلال پذیری گازها در دمای کم و فشار زیاد بیشتر است. با گرم شدن آب، گازهای محلول آن به تدریج از آن خارج می‌شوند؛ مثلاً آب‌های زیرزمینی که مقدار گازهای محلول در آنها زیاد است پس از رسیدن به سطح زمین، به علت کم شدن فشار و گرم شدن گازهای محلول خود، نظیر گاز کربنیک را از دست می‌دهند.



آب به شدت زیاد می‌شود. لذا با اندازه‌گیری مقدار قابلیت هدایت ویژه آب‌های ناخالص می‌توان به مقدار و نوع نمک‌های گوناگون آن پی برد.

هدایت الکتریکی: آب خالص قابلیت هدایت الکتریسیته یا نارسانا دانست. ولی با ورود نمک‌های گوناگون به آب، بسته به نوع و مقدار نمک، هدایت‌پذیری

در رابطه با تصاویر زیر در کلاس بحث نمایید و نتایج آن را به کلاس ارائه دهید؟



شکل (۳)



شکل (۲)



شکل (۱)

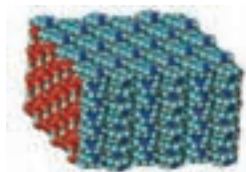
۱۰-۲- نانومواد

کاربردهای نانو تکنولوژی: تأثیر فناوری نانو بیش از هر چیز در زمینه ساخت مواد جدید می‌باشد. از طریق نانوفناوری می‌توان موادی با استحکام و مقاومت بالا در مقابل حرارت، سایش، فشار، کشش و وزن کم تولید کرد که از نظر خواص فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، مکانیکی و حرارتی با مواد معمولی تفاوت دارند. ساختارهایی در مقیاس نانو مانند ذرات و نانو لایه‌ها دارای نسبت سطح به حجم بالایی هستند که آنها را برای استفاده در تولید مواد کامپوزیت، کاتالیزور واکنش‌های شیمیایی، تهیه دارو و منابع ذخیره انرژی ایده‌آل می‌سازد.

۱۱-۲- کاربرد فناوری نانو در تأسیسات

۱- در صنعت آب و فاضلاب در حوزه تصفیه آب، دستگاه نانوکویتاسیون بدون اضافه کردن هرگونه ماده افزودنی به آب، فلزات سنگین مانند جیوه و آرسنیک را از آب جدا و تصفیه می‌نماید. فناوری استفاده شده با استفاده از فشار بسیار بالا و همچنین به کارگیری نازل با طراحی ویژه نانو حفرات در داخل سیال ایجاد می‌گردد (نانوکویتاسیون)، این فرایند یک شبیه‌سازی از فناوری التراسونیک است.

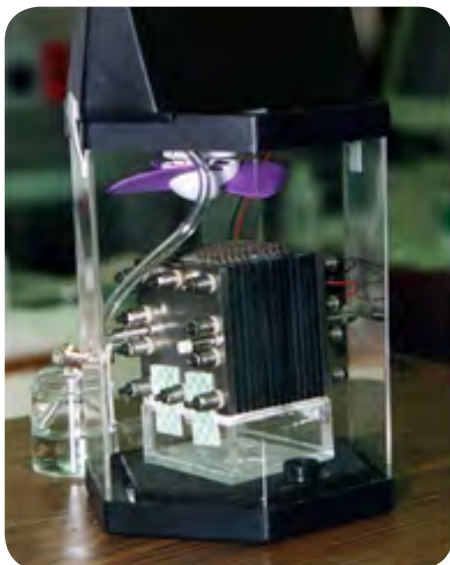
یک نانومتر برابر یک میلیاردم متر ($10^{-9}m$) است. این اندازه حدود ۱۸۰۰۰ بار کوچک‌تر از قطر یک تار موی انسان است. به‌طور میانگین ۳ تا ۶ اتم در کنار یکدیگر طولی معادل یک نانومتر را می‌سازند. موادی که حداقل یکی از ابعاد آنها در مقیاس ۱ الی ۱۰۰ نانومتر باشد، مواد نانویی یا نانو مواد خوانده می‌شوند. به این ترتیب فناوری نانو عبارت از توانایی به‌دست گرفتن کنترل ماده در ابعاد نانومتری برای تولید و استفاده از ابزار و مواد است. از همین تعریف ساده برمی‌آید که اولاً همه مواد از جمله فلزات، نیمه‌هادی‌ها، شیشه‌ها، سرامیک‌ها و پلیمرها در ابعاد نانو می‌توانند وجود داشته باشند. ثانیاً نانوتکنولوژی یک رشته نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌ها است که در ۳ حوزه: مواد، ابزار و سیستم‌ها قابل تقسیم است. شکل زیر قسمتی از ساختمان منظم و بی‌عیب و نقص یک ماده نانو را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



ساختار منظم و بدون نقص یک ماده، تولید شده با استفاده از فناوری نانو

- دارای خواص مکانیکی ویژه‌ای هستند.
- دارای خواص ضد خوردگی ویژه‌ای هستند.
- استفاده از نانو پیگمنت‌ها باعث افزایش نفوذ این نوع پوشش‌ها به درون شکاف‌ها و منافذ بسیار ریز موجود در سطح فلز می‌گردد.
- با استفاده از رنگ‌های نانو چسبندگی روی سطح هفتاد مرتبه بیشتر می‌شود.
- ضخامت اعمال سیستم پوششی نانو فقط ۳۰ میکرون می‌باشد که در مقایسه با ضخامت رنگ‌های معمولی بسیار پایین می‌باشد و موجب صرفه‌جویی در مصرف رنگ می‌شود.
- به دلیل پایین بودن درصد حلال‌های فرّار با محیط‌زیست سازگارند.
- از لحاظ ظاهری فیلم حاصله بسیار صاف و براق است.

۳- در مخازن ذخیره هیدروژن برای پیل‌های سوختی: با استفاده از نانو لوله‌های کربنی در این مخازن می‌توان مقدار زیادی هیدروژن را در فضای کم ذخیره نمود. از طرفی استفاده از نانولوله‌های کربنی در الکترودهای این پیل امکان تبادل الکترون بیشتری را فراهم می‌آورد.



۲- رنگ نانو عایق، برای عایق‌کاری دیوارها، سقف، تأسیسات لوله‌ها، مخازن و غیره به کار می‌رود. این رنگ به روش‌های بسیار ساده اسپری، رول و یا قلمو اعمال می‌شود و عایق حرارت می‌باشد. رنگ نانو عایق در بخش صنعت و ساختمان‌سازی به‌عنوان عایق حرارتی لایه نازک (در ابعاد میکرون) به کار می‌رود.

این ماده طوری طراحی شده است که قابلیت عایق‌کاری، مانع حرارتی و ضد خوردگی را با تشکیل یک‌پارچه‌های گسسته و با پرزهای فراوان با دانسیته‌ای پایین فراهم می‌کند که با محبوس کردن هوا از انتقال حرارت جلوگیری می‌کند و جنس ماده تشکیل دهنده آن به‌طور ذاتی قابلیت هدایت حرارتی پایینی دارد. این ضریب به $\frac{W}{m^{\circ}K} = 0.017$ می‌رسد و پایداری بالایی در برابر انتقال حرارت از خود نشان می‌دهد.



از جمله ویژگی‌های این محصولات می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

را پر کرده و سطح صاف و بدون پستی و بلندی ایجاد می‌کند و در نتیجه قطرات ریز آب و گرد و غبار روی شیشه باقی نمی‌ماند و بنابراین موجب افزایش شفافیت، نیاز کمتر به شستشوی شیشه و کاهش انعکاس مضر نور می‌شود.

۴- استفاده از فناوری نانو در ضد آب کردن شیشه: پوشش نانویی در حال تولید است که با اضافه کردن آن به سطح شیشه (برای مثال به روش اسپری کردن)، فرورفتگی‌های بسیار ریز سطح شیشه



چند مورد از کاربردهای دیگر نانو را تحقیق نموده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

بحث کلاسی



۱۲-۲- ویژگی مواد

در زیر به برخی از خواص فیزیکی فلزات اشاره می‌کنیم: **هدایت گرمایی:** این خاصیت مشابه هدایت الکتریسیته به صورت قدرت هدایت حرارت یکا طول جسم بر یکا مساحت سطح مقطع آن تعریف می‌شود و به طور معمول فلزاتی که بیشترین قابلیت هدایت الکتریسیته را دارند از نظر هدایت حرارتی نیز بهترین هستند. **انبساط گرمایی:** اتم‌های یک ماده به خصوص فلزات و آلیاژها با دریافت انرژی حرارتی شروع به ارتعاش و لرزش می‌کنند و فاصله بین اتم‌ها و در نتیجه ابعاد شبکه کریستالی ماده افزایش می‌یابد. هرچه پیوند بین اتم‌ها در شبکه فلز قوی‌تر باشد (فلزات با دمای ذوب بالا)، میزان انبساط حرارتی شبکه فلز کمتر است چون اتم‌ها در مقابل حرکت از خود مقاومت نشان می‌دهند. ضریب انبساط حرارتی که برحسب یکا طول یا یکا حجم ماده تعریف می‌شود معیاری برای نشان دادن تغییرات ناشی از انبساط حرارتی در مواد می‌باشد در جدول صفحه بعد برای تعدادی از مواد صنعتی شامل فلزات و غیرفلزات ضریب انبساط حرارتی خطی و حجمی جهت مقایسه آورده شده است.

به ندرت ماده‌ای پیدا می‌شود که مجموعه ایده‌آلی از خواص موردنظر را توأم با هم داشته باشد. به طور مثال کمتر ماده‌ای را می‌توان یافت که هم استحکام بالا و هم انعطاف‌پذیری خوبی داشته باشد. به طور معمول مواد مستحکم، انعطاف‌پذیری کمی دارند و برعکس. بنابراین شناخت خواص مواد و تغییر آنها در شرایط مختلف کاری، نکته مهمی است که می‌بایست به آن توجه شود. از این رو آشنایی با خواص فیزیکی، مکانیکی و تکنولوژیکی مواد نقش مهمی در شناسایی و انتخاب مواد به خصوص فلزات و آلیاژها که بیشترین کاربرد را در ساخت قطعات و انواع سازه‌های صنعتی دارند ایفا می‌کند.

ویژگی‌های فیزیکی: منظور از خواص فیزیکی خواصی است که باعث تغییر در ساختمان شیمیایی ماده یا فلز نمی‌شوند مثل: قابلیت هدایت جریان الکتریسیته و گرما، جرم مخصوص، هدایت گرمایی، انبساط گرمایی نقطه ذوب و امثال آنها که در این بخش به معرفی مختصر آنها می‌پردازیم.

جدول ضریب انبساط گرمایی مواد مختلف

ضریب انبساط گرمایی خطی	ماده
α	
۲۳	آلومینیوم
۱۸	نقره
۸/۵	شیشه
۴/۵	تنگستن
۱۶/۵	مس
۱۱/۸	آهن

مثال: یک خط کش نیم متری در اتاق با دمای 20°C قرار دارد چنانچه دمای این خط کش را به 50°C برسانیم چند میکرومتر افزایش پیدا می کند؟

$$\Delta t = 50 - 20 = 30^{\circ}\text{C} = 30\text{K}$$

$$L = L \times \Delta t = 0.5 \times 11/8 \times 30 = 177 \mu\text{m}$$

چنانچه جنس خط کش از مس و آلومینیوم باشد ضریب انبساط خطی آن چند میکرومتر است؟

هریک از فلزات مس، آلومینیوم، طلا و نقره کدام یک قابلیت هدایت گرمایی بالاتری نسبت به دیگری دارد؟

در مبدل های گرمایی (آبگرمکن ها) از چه نوع لوله هایی استفاده می شود؟ چرا؟

از کدام فلز یا فلزات در تولید سیم های برق استفاده می شود و کدام ویژگی باعث می شود که این فلزات در چنین کاربردی به کار روند؟

جدول صفحه بعد انواع مختلف نیروهای مکانیکی، خاصیت مکانیکی متناظر با هر نیرو تأثیر نهایی آن را روی سازه صنعتی نشان می دهد. اجزای یک سازه به طور معمول تحت تأثیر ترکیبی از چند نیرو یا تنش قرار می گیرند.

ویژگی های مکانیکی: رفتار مواد در برابر نیروهای مکانیکی وارد شده را خواص مکانیکی مواد می گویند. برخی از این خواص عبارتند از: سختی، استحکام، چقرمگی، خستگی، خزش و ... که نشان دهنده رفتار مواد در برابر نیروهای خارجی وارده هستند. بنابراین در انتخاب مواد برای طراحی و ساخت سازه های صنعتی بیش از هر چیز خواص مکانیکی آنها مورد ارزیابی و توجه قرار می گیرد.

کار کلاسی



تحقیق کنید



بحث کلاسی



تحقیق کنید



جدول معرفی خواص مکانیکی

ردیف	نمایش نیرو	شکل سازه صنعتی واردکننده نیرو	خاصیت مکانیکی	نمونه قطعات تحت بار	عکس العمل ماده زمانی که نیرو قابل تحمل نباشد
۱			استحکام کششی: مقاومت ماده در برابر نیروی کششی	سیم بکسل	پاره شدن
۲			استحکام فشاری: مقاومت ماده در برابر نیروی فشاری	ماده زیر دستگاه پرس	شکستن یا له شدن
۳			استحکام برشی: مقاومت ماده در برابر نیروی برشی	ورق در زیر تیغه قیچی یا گیوتین	بریدن
۴			مقاومت پیچشی: مقاومت ماده در برابر نیروی پیچشی	پیچ هنگام بسته یا باز شدن	شکستن
۵			مقاومت خمشی: مقاومت ماده در برابر نیروی خمشی	تیرآهن سقف ساختمان	خم شدن

شکستن	چکش، سندان	چقرمگی: مقاومت ماده در برابر ضربه		ضربه‌ای	۶
شکستن	بدنه پل‌ها و بال هواپیما	استحکام خستگی: مقاومت ماده در برابر نیروی متناوب		سیکلی متناوب	۷
سایش	تیغه ادوات کشاورزی	مقاومت سایشی: مقدار جرم کاهش یافته در یک زمان معین در اثر سایش		سایشی	۸
خزش	مخازن و راکتورهای تحت فشار که در دمای بالا کار می‌کنند	مقاومت خزشی: مقاومت ماده در برابر نیروهای وارده در دمای بالا و زمان طولانی		کششی در دمای بالا	۹
سوراخ شدن یا خراب برداشتن	سوزن، خط‌کش، یا دستگاه سختی سنج	سختی: مقاومت جسم در مقابل نفوذ جسم خارجی است		سختی	۱۰



هریک از لوازم زیر کدام یک از خواص مکانیکی را باید دارا باشند.



چرا برای بریدن شیشه از الماس استفاده می کنند؟



ویژگی های تکنولوژیکی مواد

گسیخته شود، گفته می شود. به عنوان مثال فولاد، مس و برنج را می توان تحت تأثیر نیروی فشاری تغییر شکل داد و عملیاتی مانند نورد، خم کاری و آهنگری را روی آنها انجام داد.

قابلیت چکش خواری: توانمندی تغییر شکل مواد را به کمک نیروی فشاری و ضربه، قابلیت چکش خواری می نامند. چکش خواری که شکل دیگری از قابلیت تغییر شکل پلاستیک است به قابلیت تغییر شکل دائم یک فلز تحت تأثیر نیروی ضربه و فشار بدون آنکه



خم کاری لوله



نورد

خوردگی

خوردگی به مفهوم تخریب تدریجی یا از بین رفتن تدریجی مواد در اثر فعل و انفعال با محیط اطراف خود است.

مواد صنعتی از طرف عوامل فیزیکی، شیمیایی و یا مکانیکی پیرامون خود مثل: گرما، سرما، اشعه خورشید، رطوبت، اکسیژن موجود در هوا، باکتری‌های موجود در خاک، نیروهای مکانیکی و غیره مورد حمله قرار می‌گیرند. این عوامل باعث می‌شوند که ماده صنعتی به تدریج تخریب شده و از بین برود.

توجه

آیا می‌دانید براساس برآوردها در سطح بین‌المللی هزینه‌های ناشی از خوردگی در هر سال معادل ۴ الی ۵ درصد تولید ناخالص ملی کشورها می‌باشد. آیا می‌توانید حدس بزنید از نظر ریالی این مقدار برای کشور ما چقدر می‌شود؟



منبع آب در شرایط محیط دچار خوردگی شده است.



نردبان فلزی در شرایط حیاط خانه دچار خوردگی شده است.

قابلیت ریخته‌گری: این مفهوم رابطه تنگاتنگی با شکل‌پذیری دارد. برخی از مواد را می‌توان به خوبی توسط فرایند ریخته‌گری تولید کرد. این مواد به دلیل خاصیت سیالیت خوبشان در حالت مذاب، مقاطع نازک را در قالب‌های ریخته‌گری به خوبی پر می‌کنند. از این جمله می‌توان به چدن، مس و آلومینیم اشاره کرد.



قابلیت جوشکاری: موادی قابلیت جوشکاری دارند که بتوان آنها را به کمک حرارت یا حرارت توأم با فشار، به صورت مذاب به یکدیگر متصل کرد. فولادها و بعضی فلزات غیرآهنی قابلیت جوشکاری دارند.



قابلیت براده‌برداری: موادی دارای قابلیت براده‌برداری هستند که بتوان آنها را با سرعت زیاد و نیروی کم ماشین‌کاری (براده‌برداری) کرد و سطح آنها پس از براده‌برداری، همچنان صاف و پرداخت شده باشد.





آیا مواد غیر فلزی نیز دچار خوردگی می شوند.

در جدول زیر حدود زمان لازم برای خورده شدن و تجزیه سه دسته مهم مواد صنعتی به صورت تقریبی و نسبی جهت مقایسه آورده شده است.

زمان تقریبی لازم برای خورده شدن و تجزیه مواد در طبیعت

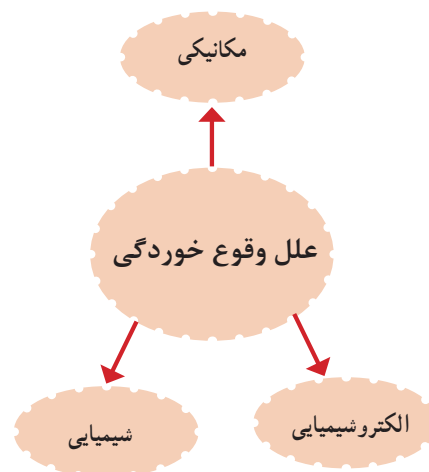
ردیف	نوع ماده	زمان تقریبی برای تجزیه شدن (سال)
۱	چوب و کاغذ	۱ تا ۲
۲	فلزات	۵ تا ۱۰
۳	پلیمرها	۳۰۰ تا ۴۰۰

به نظر شما چرا نباید مواد پلاستیکی مانند نایلون، بطری و... را در طبیعت رها کنیم؟



۳-۲- مکانیزم ایجاد خوردگی

عوامل اصلی ایجاد پدیده خوردگی را می توان مطابق نمودار زیر به سه دسته تقسیم کرد که ممکن است هر یک به تنهایی و یا به صورت توأم سبب خوردگی و تخریب فلزات شوند. بنابراین مکانیزم خوردگی مواد فلزی بستگی به عوامل خورنده موجود در محیط دارد.



نمودار مکانیزم ایجاد خوردگی در فلزات

خوردگی شیمیایی: در مورد خوردگی شیمیایی فلزات می توان به انحلال مقادیر کم مواد فلزی توسط حلال های آلی مثل انحلال آلومینیوم در تتراکلرید کربن

(CCl_4) و استون اشاره کرد و با انحلال فلزات در جیوه مثال دیگری از خوردگی فلزات با مکانیزم شیمیایی می باشد که به دلیل اینکه این مکانیزم سهم بسیار کمی از خوردگی فلزات را به خود اختصاص می دهد بیش از این به بررسی آن نمی پردازیم.

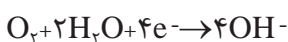
خوردگی الکتروشیمیایی: فلزات به دلیل ماهیت ساختمان اتمی که دارند عمدتاً دچار خوردگی الکتروشیمیایی می شوند؛ یعنی مکانیزم خوردگی، واکنش الکتروشیمیایی است که ضمن آن نقل و انتقال الکترون بین عوامل واکنش دهنده صورت می گیرد و در مورد فلزات آهنی به اصطلاح زنگ زدن نامیده می شود.

چنانچه یک قطعه آهنی در شرایط اتمسفر مرطوب قرار گیرد، واکنش های زیر روی سطح آن اتفاق می افتد.

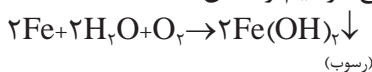
نیمه واکنش اکسید شدن (آندی)



نیمه واکنش احیا شدن (کاتدی)



واکنش کلی (جمع دو نیم واکنش)



الکتروشیمیایی منفی‌تر تمایل بیشتری به خوردگی دارند مانند فولاد و آلومینیوم و....

در شکل زیر پلاک و قفل از جنس آلیاژ مس روی ستون فولاد کربنی نصب شده‌اند. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شد، چون فلز مس نسبت به فولاد کربنی در موقعیت مثبت‌تری قرار دارد، لذا تمایل کمتری به اکسیدشدن یا خوردگی دارد (به‌عنوان سطح کاتدی عمل می‌کند). در عوض سطح ستون فولادی با شدت بیشتری دچار خوردگی می‌شود (به‌عنوان سطح آندی عمل می‌کند).



تشکیل پیل گالوانیک به دلیل نصب پلاک و قفل از

جنس آلیاژ مس روی ستون فولاد کربنی

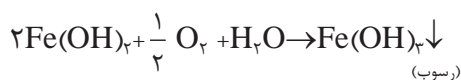
اتفاق مذکور مطابق شکل زیر در مورد اتصال شیر برنجی با لوله فولادی افتاده و منجر به خوردگی لوله فولادی در نزدیکی محل تماس با شیر برنجی گردیده است.



خوردگی لوله فولادی در نزدیکی محل تماس با شیر برنجی

مثال دیگری از خوردگی گالوانیک در شکل صفحه بعد نشان داده شده است؛ در اینجا دو قطعه لوله مسی توسط زانوی فولادی دارای پوشش روی (گالوانیزه) به هم متصل شده‌اند و براساس آنچه که در مثال

Fe(OH)_2 رسوب تیره رنگی است که ابتدا روی سطح قطعه آهنی تشکیل می‌شود و در اثر مرور زمان به دلیل واکنش بیشتر با اکسیژن مطابق واکنش صفحه بعد به صورت رسوب Fe(OH)_3 در می‌آید که رنگ آن قرمز قهوه‌ای یا آجری رنگ است و ما آن را به‌عنوان زنگ آهن روی سطح قطعه زنگ زده می‌بینیم (شکل زیر). ترکیب شیمیایی زنگ آهن



سطح زنگ‌زده ورق‌های آهنی در اثر قرار گرفتن در

شرایط اتمسفر مرطوب

بنابراین خوردگی الکتروشیمیایی زمانی اتفاق می‌افتد که در اثر تماس فلز با محیط پیرامون خود یک پیل الکتروشیمیایی تشکیل شود. شکل زیر اجزای اصلی تشکیل دهنده پیل الکتروشیمیایی را نشان می‌دهد.



اجزای اصلی پیل الکتروشیمیایی خوردگی

در این پدیده فلزات و آلیاژهای با پتانسیل الکتروشیمیایی مثبت‌تر تمایل کمتری نسبت به اکسید شدن و خوردگی دارند مانند طلا و نقره... و فلزات و آلیاژهای با پتانسیل

قبلی توضیح داده شد، زانوی فولادی به شدت دچار خوردگی شده و رسوبات سفید رنگ ناشی از خوردگی فلز روی (Zn) روی سطح آن تجمع یافته است.



خوردگی زانوی فولادی گالوانیزه در اتصال با لوله مسی

خوردگی موضعی به طور معمول در مناطقی از سازه که سیال حالت ساکن پیدا کند، یا در زیر موادی که به عنوان عایق به کار می‌روند (شکل زیر) و یا روی سطح فولادهای زنگ نزن در محیط‌های دارای یون کلرید (Cl^-) شایع است.

لازم به یادآوری است در این نوع خوردگی مقدار کل انحلال فلز نسبت به خوردگی یکنواخت کمتر است ولی به دلیل تمرکز خوردگی در سطح کوچک به سرعت سبب تخریب سازه صنعتی می‌گردد و چون از قبل نمی‌توان سرعت خوردگی را پیش‌بینی کرد خطرناک است.



خوردگی موضعی لوله فولادی در زیر عایق حرارتی (پشم شیشه)

همان طور که ملاحظه شد بیشتر تخریب‌هایی که ما به صورت روزمره در خصوص اضمحلال سازه‌های فلزی پیرامون خود شاهد هستیم ماهیت الکتروشیمیایی دارند و سرعت خوردگی متناسب با مقدار و نوع عوامل واکنش‌کننده مثل: رطوبت، دما، اکسیژن، CO_2 ، SO_2 و ... افزایش می‌یابد.

خوردگی مکانیکی: در اینجا پدیده خوردگی تحت تأثیر نیروهای مکانیکی اتفاق می‌افتد. البته ممکن است عامل مکانیکی به تنهایی سبب تخریب و شکست ماده صنعتی گردد. مثل: سایش و یا عوامل دیگر نظیر واکنش الکتروشیمیایی نیز به صورت توأم دخیل باشند. مثل: خوردگی فرسایشی.

سایش یکی از عوامل رایج تخریب‌کننده قطعات صنعتی است و زمانی اتفاق می‌افتد که دو سطح در تماس با یکدیگر تحت تأثیر نیروی مکانیکی نسبت به هم حرکت لغزشی داشته باشند.



سطح غلتک‌های دستگاه نورد به دلیل نیروی مکانیکی دچار سایش می‌شود.

نوع دیگری از خوردگی که تحت تأثیر هم‌زمان نیروی مکانیکی (بر خورد ذرات ساینده) و خوردگی الکتروشیمیایی رخ می‌دهد، خوردگی فرسایشی^۱ نام دارد.

تصاویر دو قطعه صنعتی را نشان می‌دهند که دچار خوردگی فرسایشی شده‌اند. این نوع خوردگی زمانی اتفاق می‌افتد که در داخل محلول خورنده ذرات ساینده (مثل شن و ماسه) وجود داشته باشد.



بیج در محلول خورنده حاوی ذرات ساینده دچار خوردگی فرسایشی شده است.

پره فولادی در محلول خورنده قرار داشته، حضور ذرات ماسه در محلول و برخورد آنها به سطح پره پمپ باعث تشدید پدیده خوردگی گردیده است.

به شکل (زیر) نگاه کنید. پره پمپ آب به دلیل وجود ذرات شن در محلول خورنده تخریب شده است. در این مثال ضمن اینکه



پره پمپ به دلیل قرار گرفتن در محلول خورنده حاوی ذرات ماسه دچار خوردگی فرسایشی شده است.

به نظر شما برای جلوگیری از فرسایش پره پمپ چه راهکاری می توان در نظر گرفت؟

بحث کلاسی



۱۴-۲- روش های کنترل خوردگی و حفاظت مواد

به منظور کاهش اثرات ناشی از خوردگی و حفاظت از مواد اقدامات مختلفی را می توان انجام داد، که راهکارهای اصلی در نمودار زیر آمده است. لازم به یادآوری است که انتخاب نوع روش اجرایی علاوه بر مسائل فنی، مشروط به اقتصادی بودن راهکار موردنظر است.

به نظر شما آیا می توان خوردگی را به طور کامل از بین برد؟ و آیا مقرون به صرفه است که چنین هدفی داشته باشیم؟

بحث کلاسی



در حالت کلی جهت کاهش میزان خوردگی و حفاظت مواد در برابر این پدیده مخرب چهار راهکار اساسی وجود دارد. به طور معمول ترکیبی از روش های مذکور برای حفاظت از مواد مورد استفاده قرار می گیرد که در ادامه به صورت مختصر به معرفی این روش ها می پردازیم.

نمودار روش های اصلی کنترل خوردگی و حفاظت مواد



در شکل مقابل به دلیل عدم طراحی مناسب و انتخاب دو فلز غیر هم جنس در تماس با هم دچار خوردگی شدید شده است.

بحث کلاسی



- برای کاهش خوردگی کدام یک از راهکارهای زیر را پیشنهاد می‌نمایید.
- ۱- دو فلز با سطح تماس مشترک دارای پتانسیل الکتریکی نزدیک به هم باشد.
 - ۲- از واشرهای لاستیکی بین دو فلز استفاده شود.
 - ۳- رنگ آمیزی شود.

جدول ۲-۷- انواع پر کاربرد پوشش‌های محافظ، روش‌های متداول اعمال و نمونه کاربرد آنها در صنعت

شماره	نوع پوشش	ماهیت پوشش	روش‌های متداول اعمال پوشش
۱	پلیمری	این پوشش‌ها از مواد پلیمری می‌باشند و عمدتاً به منظور محافظت سازه‌های فلزی در محیط اتمسفری استفاده می‌شوند: نظیر اپوکسی، پلی اورتان، پلی استر و غیره	۱- پاشش ۲- غوطه‌وری ۳- ابزار دستی
۲	فلزی	این پوشش‌ها ماهیت فلزی دارند و دو دسته‌اند ۱- پوشش تک عنصری که از یک عنصر فلزی تشکیل شده‌اند مثل پوشش گالوانیزه، قلع، طلا، نقره، کرم و غیره. ۲- پوشش‌های آلیاژی که پوشش از ترکیب دو یا چند عنصر فلزی تشکیل شده‌است	۱- پاشش ۲- غوطه‌وری ۳- آبکاری
۳	سرامیکی	این پوشش‌ها ماهیت معدنی (غیرفلزی و غیرپلیمری) دارند مثل انواع لعاب‌ها که روی ظروف سفالی یا فلزی اعمال می‌شوند.	۱- پاشش ۲- غوطه‌وری

سؤالات پایانی فصل دوم

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- پرکاربردترین فلز در صنعت کدام گزینه است؟
(الف) فولاد (ب) آلومینیوم (ج) مس (د) نقره
- ۲- اگر میزان کربن در فولادی بیشتر از ۰/۶۵٪ باشد آن فولاد است.
(الف) کم کربن (ب) پرکربن (ج) کربن متوسط (د) کربن ساده
- ۳- انحلال پذیری گازها در چه دما و فشاری بیشتر است؟
(الف) دما کم - فشار کم (ج) دما کم - فشار زیاد
(ب) دما زیاد- فشار زیاد (د) دما زیاد- فشار کم

پرسش‌های درست و نادرست

- ۴- فلزات آهنی فلزاتی هستند که عنصر اصلی تشکیل دهنده آنها آهن (Fe) است.
درست نادرست
- ۵- فلز آلومینیوم قرمز رنگ است و از خاصیت هدایت الکتریکی و حرارتی بسیار بالایی برخوردار است.
درست نادرست
- ۶- لوله‌های مسی که در لوله‌کشی آب سرد و گرم و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع ACR می‌باشد.
درست نادرست
- ۷- غیر خورنده بودن و دارا بودن پایداری از مشخصه‌های روغن‌های معدنی است.
درست نادرست

پرسش‌های پرکردنی

- ۸- یکی از پرکاربردترین کامپوزیت‌های با زمینه پلیمری است.
درست نادرست
- ۹- به سوخت‌هایی که بدون عملیات خاصی قابل استفاده می‌باشند سوخت گویند.
- ۱۰- فلزات سنگین جزء فلزات محسوب می‌شوند.
- ۱۱- به فلزاتی که بین ۲ تا ۶ درصد کربن دارند می‌گویند.
- ۱۲- جهت ساخت انواع آچار از فولادهای نوع استفاده می‌شود.
- ۱۳- جهت ساخت انواع شیرآلات از چدن نوع استفاده می‌شود.
- ۱۴- پلی‌یورتان جزء گروه پلیمری می‌باشد.
- ۱۵- با افزایش درصد کربن استحکام کششی فولادهای ساده کربنی می‌یابد.

پرسش‌های تشریحی

- ۱- خواص مکانیکی فلزات را نام ببرید.
- ۲- دلایل افزودن عناصر آلیاژی به فولاد را بیان کنید.
- ۳- فولادهای زنگ نزن را توضیح دهید.

- ۴- دسته‌بندی انواع چدن‌ها را بیان کنید.
- ۵- فلزات غیرآهنی براساس جرم حجمی به چند دسته تقسیم می‌شوند. توضیح دهید.
- ۶- به چه دلیل در ساخت مبدل گرمایی از آلومینیوم استفاده می‌شود؟
- ۷- چند مورد از خصوصیات لوله‌های مسی را بیان کنید.
- ۸- انواع لوله‌های مسی در استاندارد ANSI/ASTMB۸۸ را نام ببرید.
- ۹- خواص فلز روی را بیان کنید.
- ۱۰- پلیمر طبیعی و مصنوعی را تعریف کنید.
- ۱۱- در زیر حروف مخفف چند نوع ترموپلاستیک آورده شده نام کامل آن را بنویسید.
-PVCPPPEXPEPB
- ۱۲- چند نوع از ویژگی‌های ترموپلاست‌ها را بیان کنید.
- ۱۳- چند نوع از ویژگی‌های ترموست‌ها را بیان کنید.
- ۱۴- عایق‌های NBR و EPDM را با یکدیگر مقایسه نموده و تفاوت‌های آن را بنویسید.
- ۱۵- چند نوع از ویژگی‌های الاستومرها را بنویسید.
- ۱۶- کامپوزیت‌ها را توضیح دهید.
- ۱۷- مزایای مواد کامپوزیتی را بیان کنید.
- ۱۸- خواص ضروری روغن‌ها را بنویسید.
- ۱۹- مشخصه روغن‌های معدنی را بنویسید.
- ۲۰- ویژگی‌ها و مزایای روغن‌های نانو را بنویسید.
- ۲۱- ویژگی‌های فیزیکی آب را توضیح دهید.
- ۲۲- سوخت طبیعی را تعریف کنید.
- ۲۳- انواع سوخت‌ها را در مصارف خانگی نام ببرید.
- ۲۴- انواع گازها در مصارف خانگی را توضیح دهید.
- ۲۵- چند نوع از کاربردهای نانو در تأسیسات را توضیح دهید.
- ۲۶- هریک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید.
- استحکام بُرشی - مقاومت پیچشی - مقاومت خمشی - چقرمگی
- ۲۷- خوردگی را تعریف کنید.
- ۲۸- عوامل اصلی در ایجاد خوردگی را نام ببرید.
- ۲۹- خوردگی شیمیایی و الکتروشیمیایی را توضیح دهید.
- ۳۰- روش‌های کنترل خوردگی و حفاظت مواد را نام ببرید.



فصل سوم

محاسبات و برآورد



مثال: ۵۰ متر چند سانتی‌متر و چند میلی‌متر است؟

$$\text{با توجه به موارد بالا چون } \text{cm} = \frac{1}{100} \text{m} \text{ پس } \\ 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$50 \text{ (m)} = 50 \cdot (100 \text{ cm}) = 5000 \text{ cm}$$

$$50 \text{ (m)} = 50 \cdot (1000 \text{ mm}) = 50000 \text{ mm}$$

مثال: ۵۰۰ متر چند کیلومتر است؟

$$\text{km} = 1000 \text{ m} \Rightarrow \text{m} = \frac{1}{1000} \text{ km}$$

$$500 \text{ (m)} = 500 \cdot \left(\frac{1}{1000} \text{ km}\right) = \frac{500}{1000} \text{ km} = 0.5 \text{ km}$$



کار کلاسی

جدول زیر را کامل کنید.

اندازه	ضریب تبدیل	یکای مورد نظر
۱۱۴ kmm
۴/۷ cmm
۰/۱ dmcm
۱۱۰۵ mmdm
۱۵۶/۵ mmm
۲۶/۴ mmcm
۴۷/۲ mmcm
۱۳/۰۲ mmdm

در این فصل هنرجویان می‌توانند محاسبات مربوط به تبدیل واحدهای اندازه‌گیری، فشار و گرما را انجام دهند.

۱-۳- محاسبات طول

یکای اندازه‌گیری طول در سیستم SI: (یکای اندازه‌گیری طول در سیستم SI، متر (m) است. با توجه به نوع و بزرگی طول مورد اندازه‌گیری، ممکن است از یکاهای بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از متر نیز استفاده شود که در سیستم SI پیشنهادهایی برای بیان آنها در نظر گرفته شده است. مانند کیلومتر به معنای هزار متر و میلی‌متر به معنای یک هزارم متر. چون این پیشنهادهای در یکاهای اندازه‌گیری کمیت‌های دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول زیر پیشنهادهای مذکور را آورده‌ایم.

$$\text{dm} = 10^{-1} \text{ m} = \frac{1}{10} \text{ m} \rightarrow 1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$$

$$\text{cm} = 10^{-2} \text{ m} = \frac{1}{100} \text{ m} \rightarrow 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

پیشوندهای اجزا و اضعاف یکاهای اندازه‌گیری

اضعاف		اجزاء	
T(Tera) ترا 10^{12} (تریلیون)	d(Deci) دسی 10^{-1}	(دهم)	
G(Giga) گیگا 10^9 (بیلیون)	c(Centi) سانتی 10^{-2}	(صدم)	
M(Mega) مگا 10^6 (میلیون)	m(Mili) میلی 10^{-3}	(هزارم)	
K(Kilo) کیلو 10^3 (هزار)	μ (Micro) میکرو 10^{-6}	(میلیونیم)	
H(Hecto) هکتو 10^2 (صد)	n(Nano) نانو 10^{-9}	(بیلیونیم)	
D(Deka) دکا 10 (ده)	p(Pico) پیکو 10^{-12}	(تریلیونیم)	

مثال: $10^6 \text{ W} = 1 \text{ Mw}$ = مگاوات

$$\text{mm} = 10^{-3} \text{ m} = \frac{1}{1000} \text{ m} \rightarrow 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

فوت را با علامت اختصاری ft (') و اینچ را با علامت اختصاری in (") نشان می‌دهند.

$$1\text{ft}=12\text{in} \text{ (اینچ)} \text{ یا } 1'=12''$$

$$1\text{yd}=3\text{ft}$$

مثال ۱: فشار آتمسفر تقریباً برابر ۳۴ فوت ستون آب است. این فشار را بر حسب اینچ ستون آب حساب کنید.

$$34(\text{ft})=34(12\text{in})$$

$$=34 \times 12(\text{in})$$

$$=408\text{inW}$$

یکای اندازه‌گیری طول در سیستم I-P: سیستم اندازه‌گیری SI از سال ۱۹۶۷ به بعد مورد قبول اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است با این وجود هنوز هم با دستگاه‌ها و کتاب‌هایی سروکار داریم که براساس سیستم اندازه‌گیری I-P تولید شده‌اند. لذا ناگزیر هستیم تا رواج کامل سیستم SI با سیستم‌های دیگر نیز آشنا شویم. سیستم I-P در کشورهای انگلیسی‌زبان مانند کشور انگلستان و آمریکا رایج است. یکای اندازه‌گیری طول در این سیستم فوت است. در این سیستم یکاهای کوچک‌تر و بزرگ‌تر از فوت وجود دارند که در موارد خاصی به کار می‌روند مانند اینچ، یارد، مایل و ...

جدول زیر را کامل کنید.

کار کلاسی



اندازه	ضریب تبدیل	یکای موردنظر	اندازه	ضریب تبدیل	یکای موردنظر
$\frac{3}{4}$ inm	۲in	.....	.....mm
$\frac{3}{8}$ incm	۳in	.....	.....cm
۵۰ mmin	۱۰ ft	.....	.....m
۳۲ mmin	۱۰ cm	.....	.....in

آن را به طول‌های L_1 ، L_2 ، L_3 ، L_4 و L_5 تفکیک نموده و پس از محاسبه طول هر یک از آنها، با جمع طول پاره‌خط‌ها، محیط قطعه مرکب را به دست می‌آوریم.

$$U = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

$$L_1 = 200 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{d_2 \times \pi}{2} = \frac{400 \text{ mm} \times 3/14}{2} = 628 \text{ mm}$$

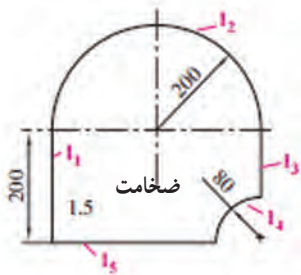
$$L_3 = 200 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$$

$$L_4 = \frac{d_4 \times \pi}{4} = \frac{160 \text{ mm} \times 3/14}{4} = 125/6 \text{ mm}$$

$$L_5 = 400 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 320 \text{ mm}$$

$$U = 200 \text{ mm} + 628 \text{ mm} + 120 \text{ mm} + 125/6 \text{ mm}$$

$$+ 320 \text{ mm} = 1393/6 \text{ mm}$$



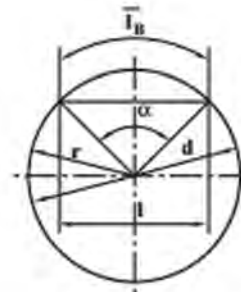
محاسبه محیط قطعه

۱- قطر دایره‌ای $115/7$ میلی‌متر است، محیط آن را

محاسبه محیط: هر قطعه صنعتی، معمولاً ترکیبی از شکل‌های هندسی است. بنابراین، برای محاسبه محیط این نوع قطعات، ابتدا آنها را به شکل‌های هندسی تقسیم‌بندی می‌کنیم و پس از محاسبه محیط هر کدام، از جمع آنها محیط قطعه را به دست می‌آوریم. در شکل زیر فرمول محاسبه محیط دایره و طول قوس قطاع یا قطعه دایره آورده شده است.

$$U = \pi \times d$$

$$I_B \approx \frac{\pi \times d \times a}{360}$$



علائم اختصاری

U = محیط

d = قطر دایره

r = شعاع دایره

α = زاویه مرکزی

I_B = طول قوس قطاع یا قطعه دایره

L = طول قطعه دایره

محاسبه محیط دایره

مثال: می‌خواهیم قطعه‌ای را مطابق شکل روبه‌رو، با روش برش با گاز، از ورق فولادی ببریم. طول مسیر برش را حساب کنید.

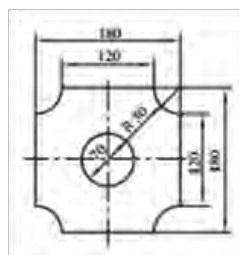
حل: منظور از طول مسیر برش همان محیط قطعه است. برای به دست آوردن محیط قطعه، ابتدا محیط

به دست آورید.

۲- محیط دایره‌ای $62/8$ میلی‌متر است، قطر آن را به دست آورید.

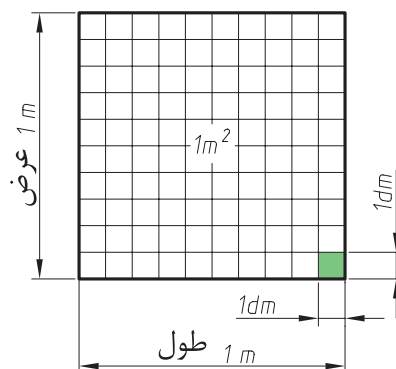
۳- اندازه محیط داخلی و خارجی قطعه شکل زیر را به دست آورید.

کار کلاسی



۳-۲- محاسبات سطح

۴-۲-۱- یکای اندازه‌گیری سطح در سیستم SI: در سیستم بین‌المللی یکاها (SI) یکای سطح، مترمربع است و سطحی مربع است که طول هر ضلع آن یک متر باشد. دسی‌متر مربع، سانتی‌متر مربع یکاهای کوچک‌تری هستند که در این سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند.



یکای اندازه‌گیری سطح متر مربع

$$A=L^2$$

$$1m = 100cm$$

$$1cm = \frac{1}{100}m$$

$$1cm^2 = \left(\frac{1}{100}m\right)^2$$

$$1m^2 = (100cm)^2$$

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

$$1cm^2 = \frac{1}{10000}m^2$$

در شکل صفحه بعد محاسبات مربوط به محیط و مساحت شکل‌های هندسی معمول آورده شده است.

مثال: مساحت دیوار اتاقی به طول (۴) متر و به ارتفاع (۲/۸) متر، چند متر مربع و چند سانتی‌متر مربع است؟

پاسخ: $A = 4m \times 2/8m = 4 \times 2/8m^2 = 11/2m^2$

$$A = (400cm) \times (280cm) = 112000cm^2$$

مساحت یک موزائیک به طول هر ضلع (۳۰) سانتی‌متر، چند سانتی‌متر مربع و چند مترمربع است؟

جدول زیر را کامل کنید.

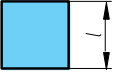
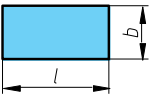
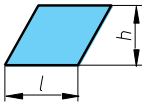
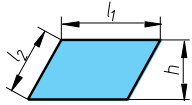
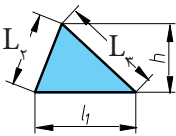
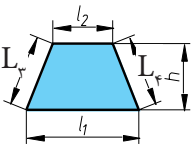
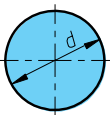
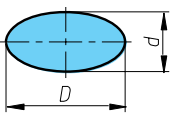
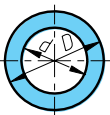
..... mm ²	..... dm ²	..... cm ²	۰/۸ m ²	الف
..... mm ²	..... cm ²	..... m ²	۲/۱ dm ²	ب
..... mm ²	..... dm ²	..... m ²	۴۰ cm ²	ج

کار کلاسی



کار کلاسی



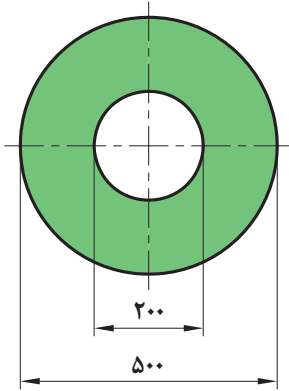
شکل	محیط	مساحت
 مربع	$U = 4 \times l$	$A = l^2$
 مستطیل	$U = 2 \times (l + b)$	$A = l \times b$
 لوزی	$U = 4 \times l$	$A = l \times h$
 متوازی الاضلاع	$U = 2 \times (l_1 + l_2)$	$A = l_1 \times h$
 مثلث	مجموع طول اضلاع $U = L_1 + L_2 + L_3$	$A = \frac{L_1 \times h}{2}$
 ذوزنقه	مجموع طول اضلاع $U = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$	$A = \frac{(l_1 + l_2)}{2} \times h$
 دایره	$U = \pi \times d$	$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$
 بیضی	$U = \pi \times \frac{(d + D)}{2}$	$A = \frac{\pi \times d \times D}{4}$
 تاج دایره	$u = \pi D \times \pi d$	$A = \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4}$

علائم اختصاری:

A = مساحت، U = محیط، l = طول، h = ارتفاع، D = قطر بزرگ، d = قطر کوچک b = عرض

روابط محاسبه محیط و مساحت شکل های هندسی

$$A = 16/485 \text{ dm}^2$$



مثال: مساحت ورق به کار رفته در قطعه داده شده روبه‌رو را برحسب دسی متر مربع به دست آورید.

$$D = 500 \text{ mm} = 5 \text{ dm}$$

$$d = 200 \text{ mm} = 2 \text{ dm}$$

پاسخ:

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

$$A = \frac{3/14 \times 5^2}{4} - \frac{3/14 \times 2^2}{4}$$

سطح مقطع یک مخزن استوانه‌ای ذخیره گازوئیل به قطر (۱۶۰۰) میلی‌متر است. چند دسی‌متر مربع است؟ محیط مقطع مخزن چند دسی‌متر است؟

کار کلاسی



ابعاد یک کانال هوا از ورق گالوانیزه $30 \times 25 \times 100$ سانتی‌متر می‌باشد، سطح جانبی ورق به کار برده شده را به دست آورید.

کار کلاسی



۳-۳- محاسبات حجم

۱-۳-۴- یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم

SI: یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب است و حجم مکعبی است که، طول، عرض و ارتفاع آن یک متر باشد (شکل زیر).

$$V = L \cdot L \cdot L = L^3$$

$$m^3 = (10 \text{ dm})^3 = 1000 \text{ dm}^3$$

یک لیتر $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ lit}$

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

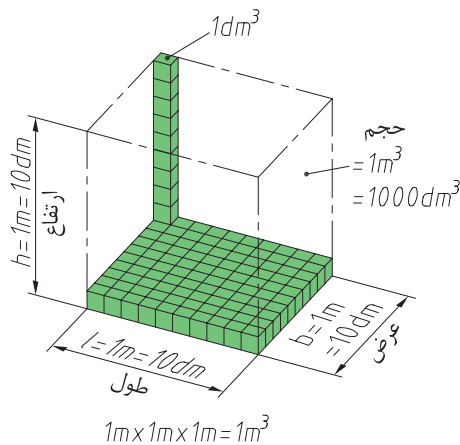
هر متر مکعب (۱۰۰۰) لیتر و هر لیتر (۱/۱۰۰۰) متر مکعب است.

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} \quad 1 \text{ dm} = \frac{1}{10} \text{ m}$$

$$1 \text{ m}^3 = (10 \text{ dm})^3 \quad 1 \text{ dm}^3 = \left(\frac{1}{10} \text{ m}\right)^3$$

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

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ lit} \quad 1 \text{ lit} = \frac{1}{1000} \text{ m}^3$$



یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI متر مکعب است.

به تبدیل لیتر به سانتی‌متر مکعب و سانتی‌متر مکعب به لیتر توجه نمایید. به سانتی‌متر مکعب سی‌سی نیز می‌گویند. (Centimeter Cubic)

دسی‌متر مکعب، سانتی‌متر مکعب و میلی‌متر مکعب یکاهای کوچک‌تری هستند که در سیستم SI مورد استفاده قرار می‌گیرند.

$$= 36000 \cdot (1000 \text{ cm})^3 = 360000000 \text{ cm}^3$$

یا

$$36 \text{ m}^3 = 36 \times 1000 \text{ dm}^3 = 36000 \text{ dm}^3$$

$$= 36000 \text{ lit}$$

$$36000 \text{ dm}^3 = 36000 \times 1000$$

$$= 36000000 \text{ cm}^3$$

مثال: (۱۰۰۰۰۰) سانتی متر مکعب چند لیتر و چند متر مکعب است؟

پاسخ:

$$100000 \text{ cm}^3 = 100000 \cdot \left(\frac{1}{10} \text{ dm}\right)^3$$

$$= 100000 \times \frac{1}{1000} \text{ dm}^3 = 100 \text{ dm}^3 = 100 \text{ lit}$$

$$100 \text{ dm}^3 = 100 \cdot \left(\frac{1}{10} \text{ m}\right)^3 = 100 \times \frac{1}{1000} \text{ m}^3$$

$$= \frac{1}{10} \text{ m}^3 = 0.1 \text{ m}^3$$

$$100000 \text{ cm}^3 \div 1000 = 100 \text{ dm}^3 = 100 \text{ lit}$$

$$100 \text{ dm}^3 \div 1000 = 0.1 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm} \quad 1 \text{ cm} = \frac{1}{10} \text{ dm}$$

$$1 \text{ dm}^3 = (10 \text{ cm})^3 \quad 1 \text{ cm}^3 = \left(\frac{1}{10} \text{ dm}\right)^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ cm}^3 = \frac{1}{1000} \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ lit} = 1000 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ cm}^3 = \frac{1}{1000} \text{ lit}$$

توجه: ضریب تبدیل در یكاهای حجم، از یكایی به یكای مجاور (۱۰۰۰) است، که در تبدیل یکا از کمیت بزرگ تر به کوچک تر آن را در (۱۰۰۰) ضرب می کنند و در تبدیل یکا از کمیت کوچک تر به بزرگ تر آن را بر (۱۰۰۰) تقسیم می نمایند.

مثال: حجم اتاقی (۳۶) متر مکعب است، حجم این اتاق چند لیتر و چند سانتی متر مکعب است؟

پاسخ:

$$36 \text{ m}^3 = 36 (10 \text{ dm})^3 = 36 (1000 \text{ dm}^3)$$

$$= 36000 \text{ dm}^3 = 36000 \text{ lit}$$

$$36 \text{ m}^3 = 36000 \text{ dm}^3 = 36000 (10 \text{ cm})^3$$

۱- اندازه های زیر را بر حسب یكاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$103\frac{1}{2} \text{ cm}^3$	.....dm ³	2200 cm^3	.....m ³
1800 mm^3	.....cm ³	425 dm^3	.....m ³
0.807 m^3	.....cm ³	0.25 m^3	.....mm ³
40875 mm^3	.....dm ³	6870 mm^3	.....m ³

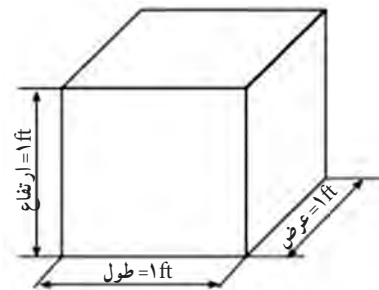
کار کلاسی





۲- آب موجود در ۱۰۰ متر لوله یک اینچ را بر حسب لیتر حساب کنید. (ابعاد لازم را از جدول ۱۳۸۷ BS کتاب راهنمای هنر جو استخراج نمایید)

یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم I-P: یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم «I-P» و «فوت مکعب» است و آن حجم مکعبی است که طول و عرض و ارتفاع آن برابر یک فوت باشد.



$$1\text{ ft} \times 1\text{ ft} \times 1\text{ ft} = 1\text{ ft}^3$$

فوت مکعب یکا اندازه‌گیری حجم در سیستم I-P

یکای دیگری در این سیستم که بیشتر برای اندازه‌گیری حجم مایعات استفاده می‌شود، «گالن» نام دارد که بر دو نوع است: گالن آمریکایی و گالن امپریال. لیتر $1 = 3/785$ گالن آمریکایی

لیتر $1 = 4/546$ گالن امپریال

گالن آمریکایی $1 = 7/481$ فوت مکعب

تبدیل یکاها: تبدیل یکاهای حجم در سیستم «SI» به یکاهای حجم در سیستم «I-P» و برعکس را ملاحظه نمایید.

$$1\text{ m} = 3/28\text{ ft} \quad 1\text{ ft} = 0/3048\text{ m}$$

$$1\text{ m}^3 = (3/28\text{ ft})^3 \quad 1\text{ ft}^3 = (0/3048\text{ m})^3$$

$$1\text{ m}^3 = 35/31\text{ ft}^3 \quad 1\text{ ft}^3 = 0/028\text{ m}^3$$

مثال: حجم اتاق ۳۶ متر مکعبی، چند فوت مکعب است؟

پاسخ: $36\text{ m}^3 = 36 \times (3/28\text{ m})^3 = 36 \times 35/31\text{ m}^3$

$$= 1271/16\text{ m}^3$$

مثال: 1076 ft^3 (۱۰۷۶) معادل چند متر مکعب است؟

$$1\text{ m}^3 = 35/31\text{ ft}^3$$

$$1076\text{ ft}^3 = \frac{1076}{35/31}\text{ m}^3$$

$$= 30/47\text{ m}^3$$

پاسخ:

شکل زیر روابط محاسبه سطح کل، سطح جانبی و حجم را نشان می‌دهد.

شکل	مساحت	حجم
 استوانه	 سطح قاعده بالا + سطح جانبی + سطح قاعده پایین = سطح کلی $A_o = A + A_M + A$ $A_M = \pi \times d \times h$	ارتفاع × مساحت قاعده = حجم
 منشور چهار ضلعی	 سطح قاعده بالا + سطح جانبی + سطح قاعده پایین = سطح کلی $A_o = A + A_M + A$	ارتفاع × مساحت قاعده = حجم
 کره	$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$	$V = \frac{\pi \times d^3}{6}$
علائم اختصاری: V = حجم، A = سطح قاعده، A_M = سطح جانبی، A_o = سطح کلی، d = قطر، h = ارتفاع		

روابط حجم - سطح جانبی و سطح کل حجم‌های هندسی



اندازه‌های زیر را برحسب یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$5 \cdot m^3$	..... ft^3	$1500 \cdot m^3$	..... gal
$2450 \cdot ft^3$	..... m^3	$1700 \cdot ft^3$	..... dm^3

۴-۳- محاسبات جرم

یکای جرم در سیستم SI کیلوگرم است و یکای جرم در سیستم I-P پوند Ib است به روابط آنها توجه کنید:

گرم $1 = 1000$ کیلوگرم

گرم $1 = 453$ پوند

Ib $1 = 2/20$ کیلوگرم

۴-۴-۱- جرم حجمی: جرم یکای حجم از هر ماده را جرم حجمی (جرم مخصوص) آن ماده گویند.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{جرم} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

یکای جرم مخصوص در سیستم «SI» کیلوگرم بر متر

مکعب $(\frac{kg}{m^3})$ است و یکه‌های رایج دیگر عبارت‌اند از:

$$(\frac{kg}{dm^3}) \text{ یا } (\frac{kg}{lit}) \text{ و } (\frac{gr}{cm^3})$$

$$\text{جرم مخصوص} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{kg}{m^3} \quad \frac{kg}{dm^3} \quad \text{یا} \quad \frac{gr}{cm^3}$$

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

$$\text{جرم مخصوص فولاد } (\frac{7}{85} \frac{gr}{cm^3})$$

$$\text{جرم مخصوص آلومینیوم } (\frac{2}{7} \frac{gr}{cm^3})$$

$$\text{چدن } (\frac{7}{25} \frac{gr}{cm^3}) \text{ و آب } (\frac{1}{cm^3}) \text{ است.}$$

جدول جرم مخصوص بعضی از مواد

جرم مخصوص گازها		جرم مخصوص جامدات				جرم مخصوص مایعات	
$\frac{kg}{dm^3}$		$\frac{gr}{cm^3}$				$\frac{kg}{dm^3}$	
جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده	جرم مخصوص	ماده
۱/۲۹	هوا	۷/۲۵	چدن خاکستری	۱/۲۶	چوب آبنوس	۱	آب (۴°C)
۱/۴۳	اکسیژن	۸/۵	برنج	۱/۸	آلیاژهای منیزیم	۰/۸۵	نفت
۱/۱۷۱	استیلن	۸/۹	مس	۲/۷	آلومینیوم	۰/۷۲	بنزین
۰/۰۹	هیدروژن	۷/۸۵	فولاد	۷/۱۳	روی	۰/۸۵	گازوئیل
۱/۲۵	ازت	۱۱/۳۵	سرب	۷/۳	قلع	۰/۹	روغن موتور

فکر کنید



باتوجه به جدول صفحه قبل علت شناور شدن بعضی از مواد روی آب چیست؟

علائم اختصاری:

m = جرم

V = حجم

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

مثال: جرم شمش فولادی با مقطع مربع به ضلع (۵۰) میلی‌متر و طول (۱۲۰) میلی‌متر را به دست آورید.

پاسخ:

$$V = A \times h = (50 \text{ mm})^2 \times 120 \text{ mm} = 300000 \text{ mm}^3 = 0.3 \text{ dm}^3$$

$$m = v \times \rho = 0.3 \text{ dm}^3 \times 7850 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 2355 \text{ kg}$$

مثال: جرم مخصوص آب ($1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}}$) چند ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) است؟

پاسخ:

$$1 \text{ lit} = \frac{1}{1000} \text{ m}^3$$

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}} = 1 \frac{\text{kg}}{\frac{1}{1000} \text{ m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

محاسبه جرم: با استفاده از تعریف جرم مخصوص، می‌توان رابطه‌ای برای محاسبه جرم قطعات هندسی به دست آورد.

جدول زیر را تکمیل کنید.

کار کلاسی



۳۹۷۵۰ kg	..... ton	۱۰۰ kg	..... gr
$\frac{1}{4}$ kg	..... gr	۴۵۳۰ gr	..... Lb

- جرم یک متر لوله فولادی به قطر $\frac{3}{4}$ اینچ و جرم آب درون آن چند کیلوگرم است؟ (مشخصات لوله $\frac{3}{4}$ را از جدول ضمیمه استخراج کنید).

کار کلاسی



۳-۵ فشار pressure

در یک تخته با ابعاد (۱۰ cm و ۱۰ cm) به فاصله هر سانتی‌متر میخ‌هایی وارد کنید. سپس بادکنکی را باد کنید و بر میخ‌ها بفشارید. این حالت را با حالتی که فقط یک میخ در بادکنک فرو می‌کنید مقایسه کنید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ با توجه به مثال‌ها و تجربه بالا عوامل مؤثر بر فشار را بررسی نمایید.

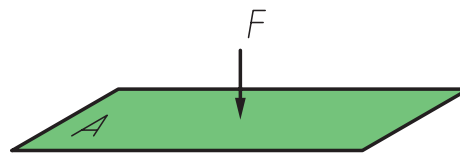
تجربه کنید



رابطه فشار

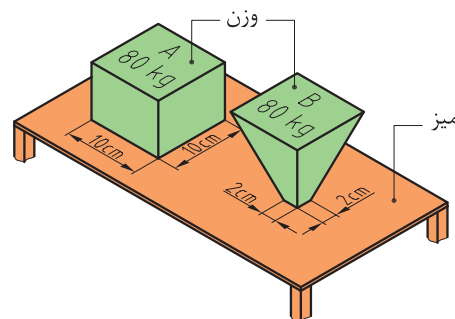
جامدها بر سطح تکیه‌گاه خود و شاره‌ها بر دیواره ظرفشان و بر سطح هر جسمی که درون آنها قرار گیرد، فشار وارد می‌کنند. **فشار برابر است با بزرگی نیرویی که عمود بر یکای سطح وارد می‌شود.**

$$P = \frac{F}{A} \quad \left(\frac{N}{m^2} \right)$$



در این رابطه F نیروی عمودی از طرف جسم جامد و A یا شاره بر حسب نیوتن (N) و A مساحت سطح تماس بر حسب متر مربع (m^2) است.

در تصویر زیر فشار وارده بر سطح میز توسط جسم A و جسم B را به دست آورید؟



کار کلاسی



فشار کمیتی نرده‌ای و فرعی با یکای پاسکال (Pa) است. یعنی یک پاسکال برابر با نیروی عمودی $1N$ وارد بر سطح $1m^2$ است که برای اندازه‌گیری فشارهای بسیار کم از آن استفاده می‌شود. مثلاً فشار یک برگ اسکناس روی میز حدود یک پاسکال است. در این فصل با یکاهای بزرگ‌تر که در صنعت نیز کاربرد دارند آشنا خواهید شد.

نام دیگر $\frac{N}{m^2}$ را به افتخار بلز پاسکال در سیستم یکای بین‌المللی پاسکال نام‌گذاری کرده‌اند.

مثال: جعبه‌ای مکعب‌شکل به جرم 15 کیلوگرم، که طول هر ضلع آن 20 سانتی‌متر است چه فشاری را بر سطح یک میز وارد می‌کند؟

$$\begin{aligned} m &= 15 \text{ Kg} \\ L &= 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m} \\ F &= W = m \cdot g \\ F &= 15 \times 10 = 150 \text{ N} \\ P &= \frac{F}{A} = \frac{150}{0.2} = \frac{1500}{2} \\ P &= 750 \frac{N}{m^2} \text{ یا } Pa \end{aligned}$$

مساحت قاعده A ، و چگالی ρ نشان داده شده است. نیرویی که به مساحت قاعده این ستون وارد می‌شود معادل وزن ستون مایع و برابر است با

$$W = mg = \rho Vg = \rho Ahg$$

با توجه به تعریف فشار داریم

$$p = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

به این ترتیب نتیجه می‌گیریم که فشار ناشی از یک مایع ساکن تنها به عمق از سطح آزاد مایع بستگی دارد و فشار در نقطه‌های هم‌عمق یکسان است و هرچه درون مایعی پایین‌تر رویم فشار ناشی از مایع افزایش می‌یابد.

فشار در مایع‌ها: هنگامی که دست خود را جلوی آبی که از شیلنگ بیرون می‌ریزد بگیریم، می‌توانیم فشار آب را احساس کنیم (شکل صفحه بعد). همچنین وقتی قسمتی از دست ما بریده شود خون از محل بریده‌شده بیرون می‌آید که ناشی از فشار خون است. یا هنگامی که به ناحیه عمیق یک استخر آب می‌رویم، فشار آب را به خوبی احساس می‌کنیم. در این بخش خواهیم دید فشار یک مایع به چه عواملی بستگی دارد و چگونه می‌توان آن را اندازه گرفت. در شکل صفحه بعد ستونی از یک مایع به ارتفاع h