



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

عملیات در کارخانه های صنایع شیمیایی

رشته صنایع شیمیایی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: عملیات در کارخانه‌های صنایع شیمیایی - ۲۱۲۵۲۳

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:

طیبه کنشلو، اعظم صفاری، بهرام قنبری، رابعه شیخ‌زاده، اعظم یوسفی، قاسم حاجی قاسمی و سیدرضا سیف محدثی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مهرداد محرابی، مهسا مهدویان، محمدرضا شادبختی، علی پورجوادی، محمد کوهستانیان، زهرا طاهری، حسین خوش‌روش و محمد اسمعیل یوسفی (اعضای گروه تألیف) - علی پورجوادی (ویراستار علمی) محمد محمودی (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی:

جواد صفری (مدیر هنری) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد) - زهرا راست‌نسب (صفحه‌آرا) - فاطمه رئیس‌یان فیروز آباد (رسام)

نشانی سازمان:

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

ناشر:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ:

چاپ اول ۱۳۹۷

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 به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادتتان این است که کار نکنید. این عبادت است. امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ الشَّرِیف)

۱.....	پودمان اول: نمونه‌گیری مواد شیمیایی
۴۱.....	پودمان دوم: عملیات در صنایع معدنی
۱۰۱.....	پودمان سوم: عملیات در صنایع پوششی
۱۵۹.....	پودمان چهارم: عملیات در صنایع کشاورزی، بهداشتی و دارویی
۲۰۷.....	پودمان پنجم: عملیات در صنایع پتروشیمی

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته صنایع شیمیایی طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است، این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جرئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل براساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست با استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «نمونه‌گیری مواد شیمیایی» است و روش‌های نمونه‌گیری از جامدات، مایعات و گازها آموزش داده می‌شود.

پودمان دوم: عنوان «عملیات در صنایع معدنی» نام دارد، که در آن تهیه اسیدها، بازهای معدنی، نمک‌ها، استخراج فلزات و لعاب‌کاری آموزش داده می‌شود.

پودمان سوم: دارای عنوان «عملیات در صنایع پوششی» است. در این پودمان ابتدا عملیات آماده‌سازی قطعه جهت پوشش‌دهی بیان شده و هنرجویان به‌طور عملی آزمایش‌های آبکاری و رنگ جهت پوشش‌دهی را انجام می‌دهند. پودمان چهارم: «عملیات در صنایع کشاورزی، بهداشتی و دارویی» نام دارد. هنرجویان در این پودمان به‌طور عملی چند نمونه فراورده کشاورزی، بهداشتی و دارویی را تهیه می‌کنند.

پودمان پنجم: با عنوان «عملیات در صنایع پتروشیمی» می‌باشد که در آن پالایش نفت، گاز و پتروشیمی، تهیه بسپارها، چسب‌ها و کامپوزیت‌ها آموزش داده می‌شود.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی انجام کار در کارخانه‌های صنایع شیمیایی

۲ شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هر یک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

این درس، ششمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته صنایع شیمیایی برای پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی **عملیات در کارخانه‌های صنایع شیمیایی** شامل پنج پودمان است هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.oerp.ir از عناوین آنها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پودمان اول

نمونه‌گیری مواد شیمیایی



نمونه‌برداری از اهمیت زیادی در صنایع مختلف برخوردار است. نمونه‌شاخص باید بیانگر تمامی مشخصات فرآورده اصلی باشد.

واحد یادگیری ۱

نمونه گیری مواد شیمیایی

مقدمه

شناسایی و تعیین مقدار مواد مورد آزمایش در مرحله‌ای به نام نمونه‌گیری انجام می‌شود. این مرحله از اهمیت خاصی برخوردار است. نمونه‌گیری در صنایع مختلف مانند نفت، علوم پزشکی، داروسازی، تهیه مواد منفجره و سموم کاربرد زیادی دارد. در این پودمان مفهوم نمونه‌گیری، عوامل مؤثر در نمونه‌گیری، ویژگی‌های شخص نمونه‌بردار، انواع ظروف نمونه‌گیری، نمونه‌گیری جامدات، مایعات و گازها همراه با فیلم آموزشی، تحقیق کنید و فعالیت‌های عملی قابل اجرا، نکات ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط آورده شده است.

استاندارد عملکرد

انجام نمونه‌گیری از جامدات، مایعات و گازها طبق دستور کار

شایستگی‌های غیرفنی

- ۱- اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت شناسی - انجام وظایف و کارهای محول - پیروی از قوانین
- ۲- مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳- کار گروهی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام کارها و وظایف محول
- ۴- مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵- محاسبه و کار بست ریاضی

شایستگی‌های فنی

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود:

- ۱ نمونه‌گیری از جامدات را انجام دهند.
- ۲ نمونه‌گیری از مایعات را انجام دهند.
- ۳ نمونه‌گیری از گازها را انجام دهند.

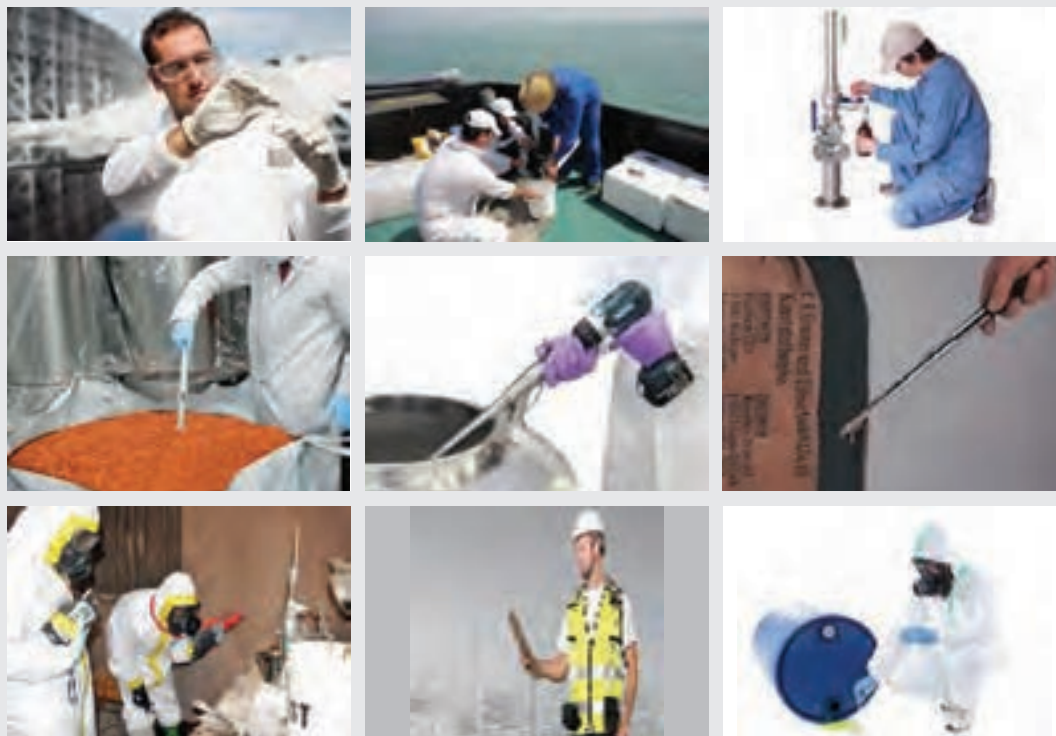
نمونه گیری مواد

بحث گروهی

۱



به تصویرهای زیر نگاه کنید. به نظر شما افراد در حال انجام چه فعالیت‌هایی هستند و به چه دلیلی این کارها را انجام می‌دهند؟



نمونه گیری: طبق تعریف، نمونه، قسمت انتخابی از ماده مورد آزمایش است؛ به طوری که تمام خواص آن ماده را دارا باشد. و نمونه گیری^۱، فرایند برداشت قسمتی از ماده است که نمایانگر کل مواد فرض می‌شود و به منظور تعیین ویژگی‌های مختلف نمونه به آزمایشگاه ارسال می‌گردد (شکل ۱).

شناسایی و تعیین مقدار مواد مورد آزمایش در مرحله‌ای به نام نمونه گیری انجام می‌گیرد. این مرحله از اهمیت خاصی برخوردار است و کیفیت انجام آن به دو عامل دقت^۲ و صحت^۳ بستگی دارد. نمونه گیری در صنعت نفت، علوم پزشکی، داروسازی، تهیه مواد منفجره و سموم، از صورت یک امر ساده خارج شده و جنبه تخصصی به خود گرفته است؛ به طوری که اگر کارکنان تحت کارآموزی‌های ویژه قرار نگرفته و تجربه کافی نداشته باشند، نباید مسئولیت نمونه گیری را بر عهده آنها گذاشت. مثال زیر اهمیت نمونه گیری صحیح را تا حد زیادی مشخص می‌کند. در نمونه گیری از مخزن بنزین، اگر شیشه نمونه گیری را به وسیله ظرف مخصوص نمونه گیری در مخزن فرو ببرند و نمونه گرفته شده برای آزمایش، به شیشه دیگری منتقل شود، ممکن است نتیجه آزمایش

۱- Sampling

۲- Precision

۳- Accuracy



شکل ۱- نمونه شاخص باید بیانگر تمامی مشخصات فرآورده اصلی باشد.

خارج از مشخصات واقعی بنزین به دست آید. همچنین اگر در موقع انتقال نمونه به آزمایشگاه، مقداری از ترکیبات سبک موجود در بنزین تبخیر شود، مقدار نسبی مجاز بعضی ترکیبات در نمونه بیشتر از مقدار حقیقی به دست می آید و به این ترتیب در فشار بخار بنزین، اختلاف قابل ملاحظه‌ای مشاهده می شود. در این صورت نمونه گرفته شده، بیانگر مشخصات فرآورده اصلی نخواهد بود.

مثال بالا نشان می دهد که تمام کوشش ها به این منظور صورت می گیرد که نمونه های گرفته و ارسال شده به آزمایشگاه، نشان دهنده تمامی مشخصات فرآورده هایی باشند که نمونه گیری شده اند؛ یعنی در حقیقت هدف اصلی، تهیه نمونه شاخص و فراگیر^۱ است.

عوامل مؤثر در نمونه گیری

عوامل مؤثر در نمونه گیری عبارت اند از:

- ۱ نوع نمونه (نفت خام، بنزین، آب، هوا، خاک و غیره)
- ۲ فشار و دمای محیط در هنگام نمونه گیری
- ۳ مشخصات ظرف نمونه گیری
- ۴ مقدار نمونه محصول تولیدی (برای مثال برای محصولات نفتی برحسب بشکه در روز و محصولات دیگر، واحدهای رایج آنها. این عامل مشخص می کند که نمونه، بیانگر چه مقدار از محصول تولیدی است.)
- ۵ نام کارخانه یا محل نمونه گیری
- ۶ مقدار متوسط دما و فشار مخزن ذخیره برای محصولات نفتی
- ۷ حجم نمونه در مورد مایعات و گازها و یا مقدار نمونه در مورد جامدات
- ۸ تعداد نمونه ها
- ۹ تکرار نمونه گیری
- ۱۰ روش نمونه گیری
- ۱۱ تجهیزات نمونه گیری^۲
- ۱۲ نام و امضای شخص نمونه گیر

به طور کلی برای نمونه گیری و تجزیه یک ماده طبیعی یا یک فرآورده صنعتی، باید نکات زیر را در نظر گرفت:
– اطلاعات مربوط به کاربرد ماده مورد آزمایش: برای مثال، سیمان، که باید معین شود نمونه گرفته شده قرار است در سدسازی مصرف شود یا در ساختمان سازی زیرا آزمایش هایی که قرار است بر روی نمونه انجام گیرد، براساس نوع کاربردی که نمونه دارد، تفاوت دارد.

۱- Representative Sample

۲- Sampling Equipment

– **تغییراتی که ماده می‌تواند تحمل کند:** مثلاً سایش چه اثری بر روی نمونه مورد آزمایش دارد؟ آیا باعث تجزیه یا اکسایش آن می‌شود؟ برای مثال، در مورد پیریت، مقداری از گوگرد در اثر گرمای حاصل از سایش در مجاورت هوا اکسید می‌شود، یا سنگ‌های معدنی دارای یون آهن (II) در اثر سایش و مجاورت با هوا به آهن (III) تبدیل می‌شوند.

– **رابطه بین ارزش ماده، هدف و هزینه آزمایش:** انجام یک آزمایش پرهزینه بر روی یک ماده ارزان قیمت صحیح نیست. مگر اینکه هدف آزمایش مهم باشد. برای مثال، اگر ماده‌ای به جرم ۲ کیلوگرم به قیمت ۵۰۰۰۰۰ ریال باشد و هزینه تعیین مشخصات ماده، ۷۰۰۰۰۰ ریال شود، نمونه‌گیری و تعیین مشخصات آن، کار منطقی نیست.

– **نوع اطلاعات لازم:** یعنی هدف از نمونه‌گیری و انجام آزمایش روی آن، فقط شناسایی و محاسبه درصد اجزای سازنده یک جسم است، یا تعیین فرمول شیمیایی، ساختار مولکولی، خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه نیز مورد نظر است.

– **حالت فیزیکی ماده:** میزان پایداری آن در شرایط معمولی و چگونگی انتقال و نگهداری صحیح نمونه، از مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، نمونه‌گازی مثل بوتان و یا پروپان که تحت فشار است در چه ظرفی پر شود، چگونه نگهداری و حمل و نقل شود. یا مواد فرّار مثل بنزن و تولوئن در شرایط محیطی تبخیر می‌شوند و اگر نمونه در شرایط دمایی مناسب (استفاده از یخدان) جمع‌آوری نشود، نتایج به‌دست‌آمده در آزمایشگاه صحیح نخواهد بود.

فعالیت عملی ۱



بررسی عوامل مؤثر در نمونه‌گیری

روش کار:

فرض کنید می‌خواهید از آب شرب هنرستان خود نمونه‌گیری کنید. عوامل مؤثر در نمونه‌گیری و نکات قابل توجه در این فعالیت را در جدول زیر بنویسید.

ردیف	عامل مؤثر	نکات قابل توجه
۱	نوع نمونه	آب شرب هنرستان
۲	فشار و دمای محیط در هنگام نمونه‌گیری	
۳	مشخصات ظرف نمونه‌گیری	
۴	مقدار نمونه	
۵	تعداد نمونه	
۶	؟	
...	؟	

ویژگی‌های شخص نمونه‌گیر^۱

نمونه‌گیر باید به کار خود اعتقاد و علاقه داشته باشد و در عین منظم بودن، در حفظ وسایل و ابزار نمونه‌گیری بکوشد. پس از نمونه‌گیری و تحویل نمونه به آزمایشگاه نیز، ابزار خود را برای نمونه‌گیری نوبت بعد آماده نگه دارد. همچنین نمونه‌گیر باید از فرایند تولید محصول شناخت کافی داشته باشد؛ همواره ملاحظات ایمنی را رعایت کند و با کفش، کلاه و لباس ایمنی نمونه‌گیری را انجام دهد؛ پیش از نمونه‌گیری با مسئول اتاق فرمان هماهنگی کند و هدف هر مرحله از نمونه‌گیری را بداند.

فعالیت عملی ۲



بررسی ویژگی شخص نمونه‌گیر

روش کار:

ویژگی‌های خود و هم‌گروهی خود را با ویژگی‌های شخص نمونه‌گیر مقایسه کنید. به نظر شما، آیا می‌توانید نمونه‌گیر موفق باشید؟

ظرف نمونه‌گیری

ظروف نمونه‌گیری در شکل‌ها، اندازه‌ها و جنس‌های مختلفی موجود هستند. ظرف مناسب، براساس نوع نمونه انتخاب می‌شود، به طوری که نمونه هیچ‌گونه اثری بر روی جنس ظرف نداشته باشد؛ چرا که بعضی از نمونه‌ها با مواد تشکیل‌دهنده ظرف واکنش می‌دهند و به این ترتیب در تعیین ویژگی‌های نمونه، خطا رخ می‌دهد. در انتخاب ظرف نمونه‌گیری موارد زیر رعایت شود:

- هیچ حباب و یا لکه‌های مرده در داخل ظرف وجود نداشته باشد.
- ظرف نمونه‌گیری به گونه‌ای انتخاب شود که ایجاد رسوب در سطوح داخلی و یا خوردگی در آن، به کمترین مقدار برسد.
- شکل ظرف به گونه‌ای باشد که بتوان مراحل آماده‌سازی و انتقال نمونه را به‌درستی، از یک مخلوط همگن به دستگاه تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه، انجام داد تا دقت آزمون بالا برود.
- در ظروف نمونه به راحتی محکم شود و برای جلوگیری از تراوش نمونه در هنگام حمل و نقل، بتوان آن را با سیم، نوار و یا ریسمان بست.
- ظروف نمونه باید به اندازه‌ای باشد که پس از پر شدن آن با حجم مشخص، فضای خالی برای انبساط مایع نیز وجود داشته باشد.
- جنس ظرف نمونه‌گیری، براساس نوع مواد تشکیل‌دهنده نمونه‌ها انتخاب می‌شود. برای مثال، از بطری‌های پلاستیکی ساخته‌شده از مواد مناسب برای حمل و نقل و ذخیره‌سازی نمونه‌های نفتی، گازوئیلی و یا روغنی استفاده می‌شود. از مزایای بطری‌های پلاستیکی، نشکستن و نداشتن خوردگی است (شکل ۲).



شکل ۲- نمونه‌هایی از ظروف نمونه‌گیری



شکل ۳- نمونه‌ای از حمل و نقل دستی
ظرف نمونه‌ها

- حمل و نقل ظروف نمونه باید در جعبه (شکل ۳) انجام شود. این جعبه دارای محفظه‌های جداگانه برای هر یک از ظروف نمونه است و بقیه فضای آن در اطراف ظرف نمونه باید با کاغذ مچاله‌شده، نمد و یا مواد مشابه دیگری پر گردد و یا ظرف نمونه در محل خود توسط گیره‌های فنری، خاک‌آزه و یا فوم پلاستیکی و یا موادی مشابه آن مستقر شود.

در صورتی که حلال‌های نفتی برای شست‌وشو مصرف شوند، نباید آنها را در طبیعت رها کرد، باید آنها را در یک بشکه ذخیره کرد و برای سوخت به صناعی که از سوخت مایع برای تولید انرژی استفاده می‌کنند، تحویل داد.

نکته
زیست محیطی



خطاهای نمونه‌گیری

فرایند نمونه‌گیری همواره با مقداری خطا همراه است. خطای نمونه‌گیری به متغیرهایی همچون حجم و جرم نمونه، مشخصات نمونه (دانه‌بندی، درصد جامد و غیره)، دقت ابزار یا دستگاه نمونه‌گیری، دقت شخص نمونه‌گیر و زمان نمونه‌گیری بستگی دارد.

خطاها به سه دسته کلان^۱، سیستماتیک^۲ و تصادفی^۳ تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- **خطاهای کلان:** خطاهای کلان ناشی از اشتباهات، حواس‌پرتی و استفاده غلط از دستگاه و تجهیزات است. هرگاه خطای کلان وارد فرایند نمونه‌گیری شود، این نمونه‌ها باید به محل ابتدایی خود برگردانده شوند و نمونه‌های جدید تهیه شود.

۲- **خطاهای سیستماتیک:** به اختلاف متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده با مقدار واقعی، خطای سیستماتیک گفته می‌شود. خطای سیستماتیک ممکن است مقداری مثبت یا منفی باشد و به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شود:

- **خطاهای دستگاهی:** تراز نکردن تجهیزات، فرسودگی، اثر بارگذاری

- **خطاهای محیطی:** رطوبت، فشار، گرما، لرزش، میدان مغناطیسی

- **خطاهای چشمی:** استفاده غلط از تجهیزات، نگاه مایل به وسایلی که دارای عقربه هستند، قرار دادن نادرست وسایل اندازه‌گیری مثل کولیس بر روی کار.

۱- Gross Errors

۲- Systematic Errors

۳- Random Errors

۳- خطاهای تصادفی: به اختلاف میان داده‌های اندازه‌گیری‌شده نسبت به یک مقدار متوسط، خطای تصادفی گفته می‌شود. این خطاها ناشی از جریان هوا، تابش، گرد و غبار، سرو صدا و قابلیت خواندن است. به‌طور کلی، خطا تفاوت مقدار اندازه‌گیری‌شده کمیّت با مقدار واقعی آن است. تمامی اندازه‌گیری‌ها تا حدودی نامطمئن هستند و هدف نهایی حذف تمامی خطاهای اندازه‌گیری نیست، بلکه کم کردن خطا تا حد قابل قبول است. خطا با استفاده از معادله (۱) محاسبه می‌شود، که در آن:

معادله (۱)

$$E = A - B$$

E: خطای اندازه‌گیری

A: مقدار اندازه‌گیری‌شده

B: مقدار واقعی یا اندازه‌گیری‌شده استاندارد

مقدار خطا می‌تواند عددی مثبت یا منفی باشد. اغلب به‌جای خطا، مقدار درصد خطا مطابق معادله (۲) محاسبه می‌شود:

$$\% E = \frac{A - B}{B} \times 100$$

معادله (۲)

دقت و صحت

نمونه‌گیری یکی از مهم‌ترین متغیرهای تعیین‌کننده دقت و صحت آزمایش‌های انجام‌گرفته در آزمایشگاه است. نمونه‌ارسالی به آزمایشگاه باید براساس روش‌های استاندارد باشد تا نماینده واقعی نمونه‌ها از محدوده نمونه‌گیری‌شده باشد. این موضوع درمورد نمونه‌های گوناگون اعم از آب، خاک، گیاه، مواد شیمیایی، موادغذایی و غیره صدق می‌کند. همچنین نمونه‌ها باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن و در شرایط مناسب به آزمایشگاه منتقل شوند. افزون بر این نمونه‌های گرفته‌شده باید توسط کارشناس آموزش‌دیده و مجرب گرفته شود تا موارد گفته شده مدنظر قرار گیرد.

یک تعریف ساده و خلاصه از دقت و صحت این است: دقت به‌معنای نزدیک بودن مقادیر اندازه‌گیری به همدیگر است، خواه این مقادیر واقعیت را نشان بدهد یا خیر. صحت به‌معنای نزدیکی مقادیر اندازه‌گیری‌شده به مقدار واقعی است. اما منظور از مقدار واقعی چیست؟ مقدار استاندارد یا مرجعی که ما به آن اعتماد داریم. ریشه این استانداردها و مرجع‌های مورد اعتماد از کجاست؟ آزمایشگاه‌ها و مؤسسه‌های استاندارد مرجع. به همین دلیل در نمونه‌گیری سعی می‌شود تا، با به‌حداقل رساندن خطاهای سیستماتیک از صحت آنها اطمینان حاصل شود. دقت یک مفهوم کیفی است و به صورت زیاد (بالا) و کم (پایین) بیان می‌شود.

برای مثال، دمای محیطی را که ۲۵/۲ درجه سلسیوس است، ۲ نفر با دو دماسنج اندازه می‌گیرند. به فرض نفر اول و دماسنج اول با سه بار اندازه‌گیری ۲۶/۹ و ۲۲/۸ و ۲۱/۲ درجه را ثبت می‌کند. نفر اول و دماسنج دوم با سه بار اندازه‌گیری ۲۵/۹ و ۲۵/۸ و ۲۶/۰ درجه را ثبت می‌کند. نفر دوم و دماسنج اول با سه بار اندازه‌گیری ۲۷/۵ و ۲۵/۲ و ۲۲/۹ درجه را ثبت می‌کند. نفر دوم و دماسنج دوم با سه بار اندازه‌گیری ۲۵/۲ و ۲۵/۳ و ۲۵/۱ درجه را ثبت می‌کنند. نتایج دقت و صحت به‌صورت زیر بیان می‌شود:

❶ دقت و صحت هر دو پایین است.

❷ دقت بالا و صحت پایین است. (چون نتایج نزدیک هم هستند، دقت اندازه‌گیری بالا است ولی نتایج صحیح نیستند).

- ۳ دقت پایین و صحت بالا است. (نتایج با هم فاصله دارند ولی متوسط نتایج دارای صحت بالایی است).
- ۴ دقت و صحت هر دو بالا است.
- شکل ۴ نیز از بالا به پایین نتایج مثال را نشان می دهد.



شکل ۴- نتایج دقت و صحت

- ۱ خطاهای نمونه گیری به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۲ انواع خطاهای اندازه گیری را نام ببرید.
- ۳ دقت و صحت را تعریف کنید.
- ۴ اگر نمونه ها به طور صحیح جمع آوری نشوند، چه اشکالی به وجود می آید؟
- ۵ عوامل مؤثر در نمونه گیری چیست؟

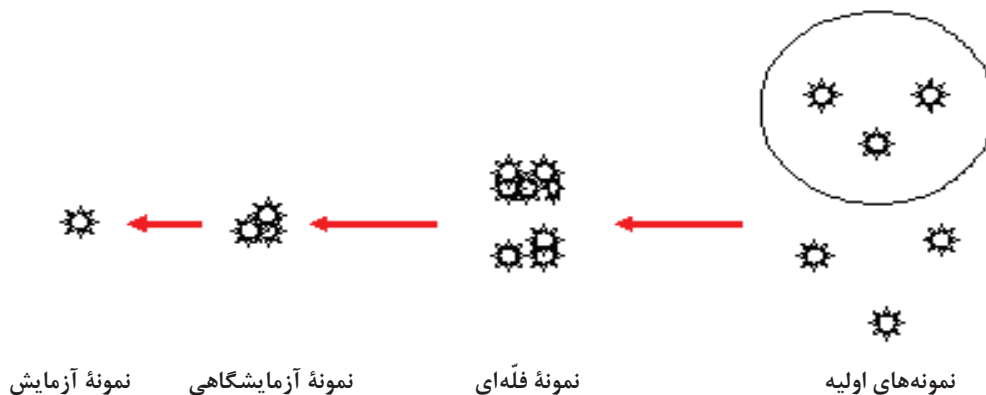
پرسش ۱



نمونه‌گیری جامدات

مطابق شکل ۵، در فرایند نمونه‌گیری جامدات انواع نمونه‌ها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- **نمونه اولیه^۱:** که از کل محموله و یا قسمتی از آن در یک بهر^۲ نمونه‌گیری می‌شود.
- **نمونه فله‌ای^۳:** نمونه‌هایی شامل ترکیبی از نمونه‌های اولیه یک‌دست‌شده که از قسمت‌هایی از یک بهر یا محموله گرفته می‌شود.
- **نمونه آزمایشگاهی^۴:** قسمتی از نمونه فله‌ای است که برای انجام آزمایش‌های معمولی استفاده می‌شود.
- **نمونه آزمایش^۵:** قسمتی از نمونه آزمایشگاهی است که برای انجام آزمایش‌های خاص استفاده می‌شود.
- **نمونه مرجع^۶:** نمونه‌هایی هستند که از نمونه‌های آزمایشگاهی و نمونه آزمایش در طی بازرسی‌ها گرفته شده و برای اقدامات بعدی انبار می‌شوند.



شکل ۵- انواع نمونه‌های تعریف‌شده در فرایند نمونه‌گیری جامدات

وسایل نمونه‌گیری از جامدات

نمونه‌های اولیه بهتر است توسط وسایل مکانیکی خاص و توصیه‌شده تهیه شوند. در ادامه تعدادی از این وسیله‌ها معرفی شده‌اند:

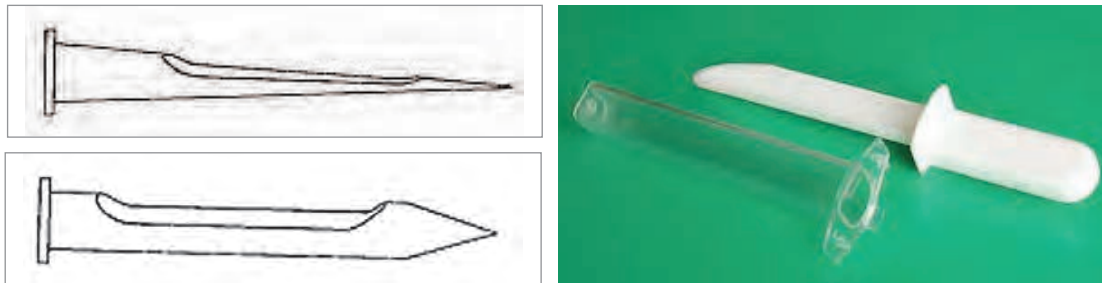
– **میله‌های نمونه‌گیری^۷:** این تجهیزات نوک تیز هستند و طول آنها برای نمونه‌گیری از داخل کیسه‌ها طراحی شده است. قطر داخلی این نوع سوند^۸ برای دانه‌های کوچک مانند گندم و جو ۱۲ میلی‌متر، و برای دانه‌های بزرگتر مانند ذرت ۲۵ میلی‌متر است (شکل ۶).

۱- Primary Sample

۲- Lot مقدار معینی از کالای تولیدی در شرایطی از ساخت که یکنواخت فرض شده است. در برخی صنایع، اصطلاح Batch نیز ممکن است به جای بهر به کار گرفته شود.

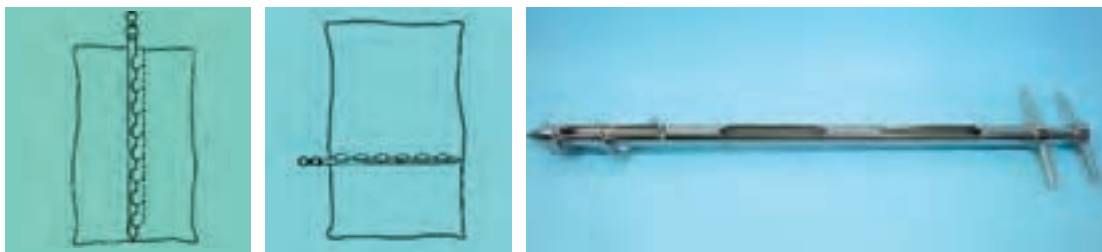
۳- Bulk Sample ۴- Laboratory Sample ۵- Test Sample 6- Reference Sample ۷- Sample Probe

۸- لوله باریک توخالی است که برای جمع‌آوری نمونه، درون محموله قرار داده می‌شود.



شکل ۶- میله‌های نمونه‌گیری جامدات

– **لوله‌های انتخابگر^۱**: شامل دو لوله، یکی استوانه گردان و دیگری دسته آن است. این دو داخل هم قرار می‌گیرند و با گرداندن دسته داخلی، قسمت پهلویی نمونه‌گیر باز می‌شود و از قسمت‌های نمونه به‌طور هم‌زمان نمونه‌گیری می‌کند. این وسیله برای نمونه‌گیری از کیسه‌های باز و محموله‌های فله‌ای به کار می‌رود و عملیات نمونه‌گیری در عمق‌های مختلف به طول سوند (از ۱/۳ تا ۲ متر) بستگی دارد. قطر داخلی این نوع سوند از ۱۲ تا ۵۰ میلی‌متر و طول آن از ۴۵ سانتی‌متر به بالا است (شکل ۷).



شکل ۷- لوله‌های انتخابگر

■ **نمونه‌گیرهای مخروطی^۲** که می‌تواند به قسمت‌های داخلی محموله‌های بسته‌بندی شده نفوذ کند و در داخل آن باز شود و مقداری از محموله را در خود جای دهد. برای نمونه‌گیری از محموله‌های فله‌ای، دسته‌های مختلف و به اندازه‌های متفاوت وجود دارد (شکل ۸).



شکل ۸- نمونه‌گیرهای مخروطی

۱- Sector Probe

۲- Conical Sampler

■ نمونه‌گیرهای پیچی^۱ که می‌تواند به قسمت‌های داخلی در عمق‌های مختلف محموله وارد شود و توسط دست پیچانده می‌شوند. این وسیله برای نمونه‌گیری از آردها و بذره‌های فله‌ای مناسب است (شکل ۹).



شکل ۹- نمونه‌گیرهای پیچی



■ تاس نمونه‌گیر^۲، وسیله‌ای که برای نمونه‌گیری از محموله‌های فله‌ای در طی بارگیری و یا تخلیه به کار می‌رود (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- تاس نمونه‌گیر

تقسیم‌کننده‌ها^۳: تجهیزاتی هستند که یک نمونه را به دو یا چند قسمت تقسیم می‌کنند. با چند بار تکرار می‌توان جرم نمونه ارسالی به آزمایشگاه را کاهش داد (شکل ۱۱ الف و ب).



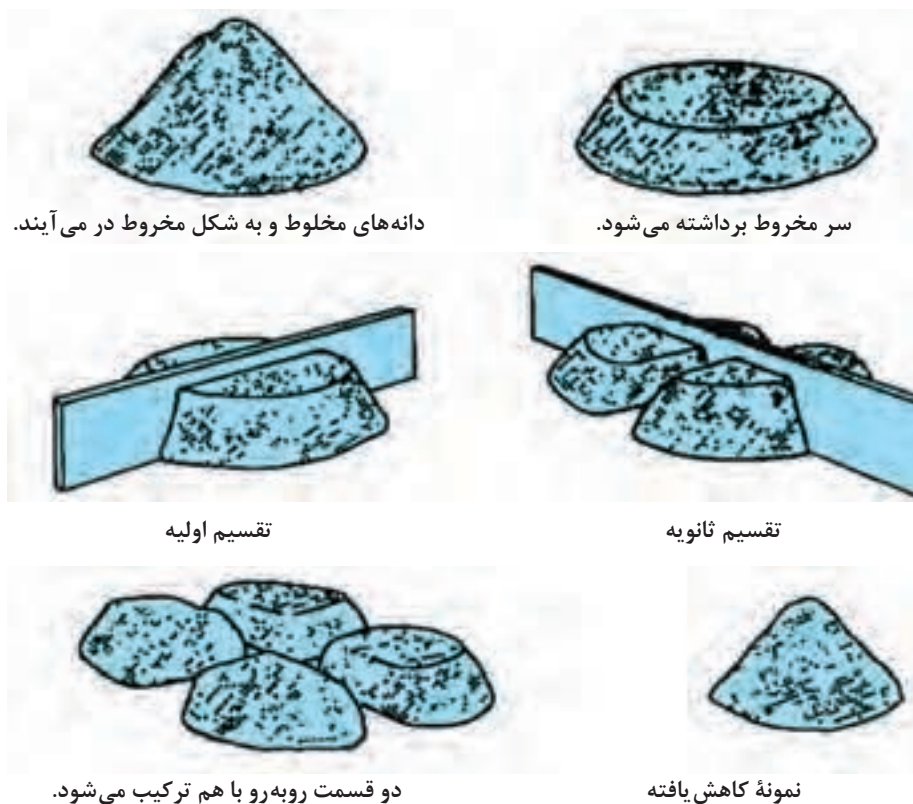
ب) تقسیم‌کننده بورنر^۵

الف) تقسیم‌کننده ریفل^۴

شکل ۱۱- انواع تقسیم‌کننده‌ها

- ۱- Screw Sampler
- ۲- Sampler Spoon
- ۳- Divider
- ۴- Riffle Divider
- ۵- Boerner Divider

مخروط کردن و سپس یک چهارم کردن: ساده‌ترین روش تقسیم نمونه‌های فله‌ای است. نمونه‌های اولیه روی هم ریخته می‌شوند و سپس مخلوط می‌گردند. این مقدار از نمونه‌ها به شکل مخروط در می‌آید و نوک آن صاف می‌شود. توسط وسیله مشخص شده در شکل ۱۲ توده نمونه جامد به چهار قسمت تقسیم شده و دو مقدار روبه‌روی حذف می‌شوند و اگر باز مقدار نمونه مورد نیاز آزمایش زیاد بود، دوباره دو توده روبه‌روی هم، با یکدیگر مخلوط و چهار قسمت می‌شود و این کار تا رسیدن نمونه مورد نیاز آزمایش به حد لازم ادامه می‌یابد.



شکل ۱۲- مخروط کردن و سپس یک چهارم کردن

نمونه‌گیری جامدات

فیلم آموزشی



پرسش ۲



- ۱ ساده‌ترین روش تقسیم نمونه‌های فله‌ای (مخروط کردن و سپس یک چهارم کردن) را شرح دهید.
- ۲ چرا بعضی از وسایل نمونه‌گیری (میله‌های نمونه‌گیری) نوک تیز هستند و قطرهای مختلف دارند؟
- ۳ دو دستگاه نمونه‌گیری از جامدات را بیان کنید که مشابه روش مخروط کردن و سپس یک چهارم کردن هستند.



یک نمونه بزرگ از یک ماده معدنی همگن به جرم ۲۵۶۰۰ گرم در اختیار است. چگونه می توان با استفاده از دستگاه ریفل که در شکل ۷ نشان داده شده است، ۲۰۰ گرم نمونه برای ارسال به آزمایشگاه تهیه کرد؟ چند بار نمونه درون دستگاه ریخته می شود؟ آیا می توانید برای تعداد دفعات، قاعده ای ارائه دهید؟

فعالیت عملی ۳



تهیه و ساخت نمونه گیر جامدات

روش کار:

الف) جدولی از نمونه گیرهای جامدات در آزمایشگاه و کارگاه هنرستان خود تهیه کنید.
ب) هر گروه یک نمونه گیر برای جامدات طراحی کند و بسازد.

فعالیت عملی ۴



نمونه گیری از جامدات

روش کار:

- ۱ با استفاده از میله های نمونه گیری (شکل ۶)، مقداری نمونه از یک کیسه حاوی شن و ماسه یا خاک بردارید و پس از وزن کردن درون کیسه نمونه گیری بریزید. اطلاعات لازم را بر روی برچسب نمونه گیری بنویسید و به مسئول آزمایشگاه تحویل دهید.
- ۲ حدود ۱ کیلوگرم شن و ماسه را بردارید و با روش مخروط کردن و سپس یک چهارم کردن به ۲۵۰ گرم برسانید و پس از وزن کردن درون کیسه نمونه گیری بریزید. اطلاعات لازم را بر روی برچسب نمونه بنویسید و به مسئول آزمایشگاه تحویل دهید.

فعالیت عملی ۵



نمونه گیری از سنگ نمک

روش کار:

- ۱ ۵۰ گرم از یک نمونه جامد سنگ نمک را آسیاب کنید تا اندازه ذرات آن کاهش یابد، سپس آنها را مخلوط کنید تا همگن شود.
- ۲ مطابق روش مخروط کردن و یک چهارم کردن در شکل ۱۰، عملیات تقسیم کردن جامد را انجام دهید.
- ۳ عمل مخروط کردن و یک چهارم کردن را دو بار دیگر نیز تکرار کنید.
- ۴ نمونه را در ظرف مناسب نگهداری کنید.
- ۵ بر روی ظرف نمونه برچسب اطلاعات نصب کنید.

تحقیق کنید
۲



در شهر و استان شما، چه نوع معادنی وجود دارد؟ آیا می‌توانید نمونه‌های کوچکی از سنگ و پودر آنها را تهیه کنید و ترکیب آنها را حدس بزنید.

- نگهداری نمونه‌ها:** برخی از استانداردهای نگهداری نمونه‌ها شامل استانداردهای بین‌المللی^۱ و استاندارد انگلیسی^۲ هستند که به‌طور خلاصه شامل دستورهای زیر هستند:
- الف)** نمونه‌های آزمایشگاهی که در حجم کم تهیه و آماده می‌شوند.
- نمونه‌هایی که برای آزمایش‌های رطوبت‌سنجی آماده شده‌اند، باید در ظروف پلاستیکی و یا شیشه‌ای کدر نگهداری شوند.
 - حجم ظروف نگهداری نمونه‌های رطوبت‌سنجی باید به اندازه‌ای باشد که به‌طور کامل با مقدار نمونه تهیه شده، پر شود.
 - ظروف نگهداری نمونه‌های تجزیه شیمیایی و یا مطالعات خشک باید کاملاً ضد نفوذ هوا و رطوبت باشند.
 - برای نگهداری نمونه‌ها با خاصیت اسیدی یا قلیایی، از ظروف شیشه‌ای استفاده شود.
 - ظروف نگهداری نمونه‌های رطوبت‌سنجی باید در جای خشک و خنک (دمای کمتر از 25°C) و دیگر نمونه‌ها در جای خشک (حداکثر 40°C) نگهداری شوند.
- ب)** نمونه‌هایی که در حجم‌های متوسط هستند و برای انجام مطالعات تحقیقاتی یا بهینه‌سازی (غیر از انجام تجزیه شیمیایی و رطوبت‌سنجی) تهیه شده‌اند.
- این نمونه‌ها را می‌توان با توجه به ماهیت و یا اهمیت در ظروف درباز و یا دربسته نگهداری کرد.
 - پیشنهاد می‌شود تا در صورت امکان، ظرف‌های مربوطه در رنگ‌های متفاوت و مشخص شده انتخاب شوند.
- اشکالات نمونه‌گیری از جامدات:** اشکال نمونه‌گیری از جامدات، ناهمگن بودن و متفاوت بودن اندازه ذرات است.

بحث‌گروهی
۲



به نظر شما، همگن نبودن جسم جامد را چگونه می‌توان برطرف کرد؟

تحقیق کنید
۳



بهترین زمان برای نمونه‌گیری از سنگ‌های معدنی چه وقتی است؟

پرسش
۳



- ۱ در نمونه‌گیری جامدات، نمونه و نمونه اولیه را تعریف کنید.
- ۲ ویژگی وسایل نمونه‌گیری از جامدات را توضیح دهید.
- ۳ اشکالات نمونه‌گیری از جامدات را نام ببرید.

۱- ISO: سازمان بین‌المللی استاندارد است که تدوین استانداردها را بر عهده دارد.

۲- BS: استانداردهایی هستند که در کشور انگلستان تهیه و تدوین می‌شوند.



۱ برای نمونه‌گیری از موادی که به صورت پودر هستند، مانند سیمان و آرد، پس از مخلوط کردن از میله نمونه‌گیری استفاده شود. میله نمونه‌گیری را از چند جهت تا نیمه کیسه یا ظرف حاوی نمونه بزرگ فرو ببرید و نمونه لازم را برای آزمایش بیرون آورید.

۲ برای نمونه‌گیری از موادی که بسته‌بندی شده‌اند، مثل کیسه‌ها، و به همین صورت از کارخانه خارج می‌شوند، باید از هر ۱۰ یا ۵۰ کیسه، یکی را انتخاب کرد و مواد آن را مخلوط کرد، آنگاه از مخلوط حاصل نمونه مورد نظر را برداشت.

۳ درمورد شمش فلزات و آلیاژها، باید به وسیله سوهان، سند یا وسایل دیگر، از نقاط مختلف آنها، یعنی قسمت‌های خارجی و داخلی، نمونه‌گیری کرد. زیرا در این گونه موارد تنها نمونه‌گیری از سطح فلز کافی نیست. نمونه موردنظر، از مخلوط کردن مواد برداشته شده به دست می‌آید.

نمونه‌گیری مایعات

نمونه‌گیری از مایعات در صنایع به روش‌های مختلف انجام می‌شود. شکل ۱۳ تعدادی از تجهیزات نمونه‌گیری و شیوه‌های مختلف نمونه‌گیری مایعات را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- تعدادی از تجهیزات نمونه‌گیری مایعات

روش‌های نمونه‌گیری از مایعات به نوع محلول و شکل ظرف بستگی دارد و به صورت‌های زیر انجام می‌شود:

۱ چنانچه محلول مورد نظر همگن باشد، یعنی تنها از یک فاز تشکیل شده باشد، نمونه‌گیری کار آسانی است و می‌توان هر قسمتی از آن را توسط روش‌هایی مانند سیفون کردن، ریختن و پی‌پت کردن به عنوان نمونه انتخاب کرد.



برای حالت سوسپانسیون (تعلیق) چه روشی برای نمونه‌گیری پیشنهاد می‌کنید؟

- ۱ اگر محلول همگن نباشد، مانند امولسیون باید پس از به هم زدن حجم‌های مساوی از قسمت بالا، پایین و وسط ظرف نمونه‌های مجزا را برداشت و سپس، با هم مخلوط کرد.
- ۲ در مایعات مخلوط نشدنی، که تشکیل چند لایه جدا از هم را می‌دهند (مانند آب و نفت)، از هر مایع به اندازه حجم نسبی آنها، به‌طور مجزا، نمونه‌گیری می‌شود.
- ۳ اگر محلول دارای ذراتی باشد که ته‌نشین می‌شوند، ابتدا باید آنها را به‌خوبی مخلوط کرده و سپس به سرعت از آن نمونه‌گیری شود. همچنین می‌توان قسمت جامد را صاف کرد و سپس به‌طور جداگانه از قسمت‌های مایع و جامد، برحسب وزن نسبی آنها نمونه‌گیری انجام داد.
- ۴ محلول‌های فزّار باید پیش از نمونه‌گیری خنک شود و محلول‌های غیرفزّار که دارای بلور هستند، باید ابتدا گرم شوند تا بلورهای تولید شده حل شوند.
- ۵ از محلول‌هایی که به‌وسیله لوله انتقال پیدا می‌کنند، باید در فاصله‌های زمانی مساوی، در مدت ۲۴ ساعت از محلی که مایع خارج می‌شود، مقادیر مساوی از ماده را انتخاب کرد و با یکدیگر مخلوط نمود. اگر چندین شیر خروجی وجود داشته باشد، باید از هریک به مقدار مساوی نمونه‌گیری کرد و سپس آنها را با هم مخلوط نمود.

فعالیت عملی ۶



نمونه‌گیری از مایعات به روش سیفون کردن

وسایل مورد نیاز:

بشر دو عدد، لوله پلاستیکی

روش کار:

- مطابق شکل، شیشه بزرگ و دهان‌گشادی را پر از آب کنید و روی میز بگذارید. شیشه مشابه دیگری را که خالی است، روی صندلی کنار میز بگذارید.
- یک شلنگ یا لوله خرطومی را پر از آب کنید. با فشار دو انگشت یا با گیره لباس مسیر شلنگ را کاملاً ببندید.
- حال یک سر شلنگ را در داخل شیشه روی میز و سر دیگر آن را داخل شیشه خالی بگذارید. دو سر شلنگ را آزاد کنید یا گیره‌ها را بردارید. چه اتفاقی می‌افتد؟
- وقتی جریان آب متوقف شد، جای شیشه‌ها را با یکدیگر عوض کنید. حال چه مشاهده می‌کنید؟



ظروف نمونه‌گیری از مایعات

تعدادی از ظروف نمونه‌گیری مایعات در جدول ۱ به همراه کاربردهای آنها آورده شده است:

جدول ۱- ظروف نمونه‌گیری مایعات و ویژگی‌های آنها

نام ظرف	ویژگی‌ها و کاربردها	شکل ظرف نمونه‌گیری
نمونه‌گیر مایع مستر ^۱	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای برداشتن مایعات با گران‌روی متوسط و پایین - مناسب برای نمونه‌ها با حجم‌های مختلف - از جنس فولاد ضدزنگ^۲ با کیفیت بالا و یا پلاستیک - مناسب برای نمونه‌گیری چند بخشی از مایعات یا نمونه‌گیری از یک نقطه خاص - موجود در طول‌ها و قطرهای مختلف 	
نمونه‌گیر پمپی ^۳	<ul style="list-style-type: none"> - نمونه‌گیری سریع - کاهش احتمال آلودگی - مناسب برای برداشتن مایعات با گران‌روی متوسط و پایین - مناسب برای نمونه‌گیری از یک نقطه خاص - سهولت نمونه‌گیری از مایعات در مخازنی تا ارتفاع ۴ متر - از جنس فولاد ضدزنگ با کیفیت بالا و یا پلاستیک 	
نمونه‌گیر تلسکوپی ^۴	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه‌گیری از مایعات و سوسپانسیون‌ها - مناسب برای نمونه‌گیری از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها - وزن کم - دسته آلومینیومی 	
نمونه‌گیر از نوع بطری ^۵	<ul style="list-style-type: none"> - برای نمونه‌گیری مستقیم یک نقطه مشخص - مناسب برای برداشتن مایعات با گران‌روی متوسط و پایین - بدنه نمونه‌گیر از جنس فولاد ضدزنگ با کیفیت بالا و بطری شیشه‌ای 	
نمونه‌گیر فنجان‌ی ^۶	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای برداشتن مایعات و سوسپانسیون‌های با گران‌روی پایین و بالا - جنس فولاد ضدزنگ با کیفیت بالا 	
نمونه‌گیر دیپر ^۸	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه‌گیری از مایعات و سوسپانسیون‌ها - امکان نمونه‌گیری از سطح مایعات - جنس فولاد ضد زنگ با کیفیت بالا 	

۱- Master Liquid Sampler ۲- Stainless Steel ۳- Pump Sampler ۴- Telescopic Sampler ۵- Bottle Sampler ۶- Stainless Steel ۷- Cup Sampler ۸- Utility Dipper Sampler

	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه گیری از سطح مایعات - جنس فولاد ضدزنگ 	نمونه گیر محیطی دیپر ^۱
	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای برداشتن مایعات با حجم مشخص - استفاده در صنعت دارویی 	نمونه گیر دارویی ^۲
	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه گیری از مایعات شامل آب، روغن و لجن - جنس: برنج - دارای سامانه منحصربه فرد جداکننده بطری تحتانی^۳ 	نمونه گیر قسمت های تحتانی ^۳
	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه گیری حجم های کم تا متوسط از مایعات - قابلیت کار کردن با دست یا پا 	پمپ های آسان
	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه گیری از بشکه ها - مناسب برای برداشت حجم زیادی از نمونه - مناسب برای استفاده های بهداشتی 	پمپ های ضدزنگ
	<ul style="list-style-type: none"> - مناسب برای نمونه گیری از سیلوها یا چاه ها 	نمونه گیر یک بار مصرف
توجه: نیازی به حفظ کردن اطلاعات جدول نیست.		

۱- Enviro Dipper sampler

۲- U-D Doser Sampler

۳- Sub Sampler



شناسایی نمونه‌گیرها و نمونه‌گیری مایعات

الف) شناسایی نمونه‌گیرهای موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان
جدولی از مشخصات نمونه‌گیرهای موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان خود تهیه کنید.

ردیف	جنس نمونه‌گیر	حجم نمونه قابل برداشت	نوع مایع قابل برداشت	ویژگی	...
۱					
۲					
۳					
۴					
۵					

ب) نمونه‌گیری مایعات: ۲ لیتر آب و حدود ۲۰ گرم شن و ماسه را با هم مخلوط کنید و سپس با دو روش متفاوت، حدود ۵۰ میلی‌لیتر نمونه‌گیری کنید. کدام یک از روش‌های استفاده‌شده، آسان‌تر و دقیق‌تر است؟ چرا؟

نمونه‌گیری آب

هدف از نمونه‌گیری، به‌دست آوردن قسمت کوچکی از آب است که نمایانگر خصوصیات واقعی منبع اصلی باشد. عوامل مهم در این راستا شامل نقاط نمونه‌گیری، زمان و تناوب نمونه‌گیری و حفظ ترکیبات نمونه تا لحظه آزمون است.

در هر روش نمونه‌گیری آب موارد زیر باید رعایت شوند:

الف) نمونه‌ها باید نمایانگر وضعیت موجود در نقطه نمونه‌گیری باشد.

ب) حجم نمونه باید در حدی باشد که تکرار آزمون به تعداد موردنظر میسر شود.

پ) نمونه‌ها باید طبق روشی جمع‌آوری، بسته‌بندی و حمل و نقل شود که پیش‌بینی و مراقبت‌های لازم برای تغییر نیافتن در ترکیبات و خصوصیات ویژه آن تا مرحله اجرای آزمایش، صورت پذیرد.

ت) در صورتی که آب موجود در منبع اصلی دارای مواد کلئیدی و یا مواد معلق به هم پیوسته باشد، نمونه‌ها را باید به‌طور معمول بدون جدا کردن ذرات معلق برداشت.

ظرف حمل نمونه آبی: این ظرف باید از نوع پلی‌اتیلن و یا شیشه‌ای باشد. ظروف پلی‌اتیلن به دلیل نشکن بودن معمولاً به نوع شیشه‌ای برتری دارد، ولی در مورد نمونه‌هایی که دارای ترکیباتی مانند فسفر در غلظت‌های بالا باشد، باید از نوع شیشه‌ای استفاده کرد.

نکته



در جمع‌آوری نمونه برای آزمون‌های میکروپشناسی لازم است ظروف حمل نمونه در ابتدا سترون شده و سپس به کار رود. این‌گونه نمونه‌ها باید به فوریت مورد آزمون قرار گیرد.

تحقیق کنید
۴



استاندارد شماره ۲۳۴۸ (روش روزمره نمونه‌گیری آب)، را تهیه کنید و در مورد قسمت‌های مختلف آن گفت‌وگو کنید.

فعالیت عملی ۸



روش‌های نمونه‌گیری آب

الف) روش نمونه‌گیری از آب‌های زیرزمینی (چاه‌های سرباز کم‌عمق)

وسایل مورد نیاز:

- بطری دهان‌گشاد شیشه‌ای و یا پلاستیکی ساخته‌شده از مواد غیرسمی به حجم ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌لیتر که پیش‌تر سترون شده و درپوش آن از نوع پیچی و یا توپی باشد. درپوش نیز به‌وسیله ورقه آلومینیمی و یا یک کاغذ ضخیم استریل، پوشیده شده و توسط کش و یا نخ محکم شود.
- یخدان

روش کار:

- ۱ هنگام نمونه‌گیری از چاه و یا یک منبع سرباز کم‌عمق، درپوش بطری را بردارید و آن را واژگون کنید و طوری در آب فرو برید که در عمق ۲۵ تا ۴۰ سانتی‌متری سطح آب قرار گیرد.
- ۲ بطری را به آرامی طوری کج کنید که دهانه و گردن آن به سمت بالا قرارگیرد و در هنگام پر شدن از آب، آن را در جهت مخالف خود، به‌طور افقی حرکت دهید.
- ۳ چنانچه آب دارای جریان باشد، دهانه بطری را به‌طور مستقیم در مقابل آب قرار دهید.
- ۴ بطری را از آب خارج کنید و مقداری از آب آن را خالی نمایید، به‌گونه‌ای که سطح آب به ۳ الی ۴ سانتی‌متری لبه برسد.
- ۵ بطری نمونه را درون یخدان قرار دهید.
- ۶ پس از جمع‌آوری نمونه، بطری به‌صورت زیر برچسب‌گذاری شود:

- نام و نام خانوادگی نمونه‌گیر
- محل نمونه‌گیری (با جزئیات درحدی که با در دست داشتن این مشخصات فرد دیگری بتواند از همان نقطه نمونه‌گیری کند).
- دمای آب در نقطه نمونه‌گیری
- زمان نمونه‌گیری (ساعت، روز، ماه و سال)

ب) روش نمونه‌گیری از شیر و یا پمپ آب

- ۱ با شعله گاز و یا چراغ الکلی محل خروج آب را گرم کنید.
- ۲ برای به دست آوردن یک نمونه که نمایانگر خصوصیات اصلی منبع آب از شیر و یا پمپ باشد، لازم است جریان آب به مدت یک تا دو دقیقه برقرار باشد.
- ۳ کاغذ محافظ و سرپوش بطری نمونه‌گیری را به طور یکجا از روی بطری بردارید.
- ۴ بطری را تا حدود ۳ الی ۴ سانتی متری لبه آن از آب پر کنید.
- ۵ سرپوش و کاغذ را به جای خود بگذارید و پس از محکم کردن، بطری را درون یخدان قرار دهید.
- ۶ نمونه را برچسب گذاری کنید.

پ) روش نمونه‌گیری از چشمه آب

مطابق روش ب عمل کنید و دهانه بطری را در زیر آب چشمه در محلی که آب آن به پایین ریخته می‌شود، به دقت طوری بگیرید که مشابه برداشتن آب از شیر باشد.

نکته

در صورت حمل و نقل، نمونه‌ها را باید در ظرف با جدار عایق که محتوی یخ است، منتقل کرد تا دمای آن بین صفر تا چهار درجه سلسیوس باقی بماند و امکان استفاده برای آزمون، ظرف ۱۲ ساعت پس از جمع‌آوری فراهم شود. شرایط واقعی در گزارش آزمون بیان می‌شود.



فیلم آموزشی



۱ نمونه‌گیری از آب رودخانه

۲ نمونه‌گیری از آب شهری

نمونه‌گیری فراورده‌های نفتی

معمولاً نمونه‌گیری در صنایع شیمیایی و نفتی به سه دلیل عمده انجام می‌شود:

- ۱ تعیین کیفیت محصول
 - ۲ انجام آزمایش برای طراحی کارخانه‌های شیمیایی و یا پالایشگاه‌ها
 - ۳ تعیین کارکرد صحیح فرایند تولید
- نمونه‌هایی که برای ارزیابی مشخصات و کنترل کیفیت به آزمایشگاه فرستاده می‌شوند، باید نمایانگر واقعی فراورده و یا محتوای مخزن مورد نظر باشند. مهم‌ترین نکات نمونه‌گیری به شرح زیر است:
- هنگام نمونه‌گیری از فراورده‌های نفتی باید دقت شود تا از آلوده شدن نمونه به مواد خارجی و یا تبخیر مواد سبک و نیز اکسید شدن آنها و تغییرات دیگر جلوگیری شود.
 - در جریان نمونه‌گیری، باید تا آنجا که ممکن است، اثر عوامل خارجی، مانند جریان هوا و رطوبت را کم کرد و پس از نمونه‌گیری، بی‌درنگ تماس هوا با آن قطع شود.

- نمونه‌گیری از درون تانک‌ها (مخازن) باید مطابق با روش استاندارد باشد و نمونه‌گیری فقط از دریچه بالای مخزن انجام شود. نمونه به هیچ وجه نباید از محل دیگری مثل شیر یا لوله عمق‌سنج گرفته شود، مگر اینکه تصریح شده باشد.
- وسایل نمونه‌گیری از جمله طناب، ظرف نمونه، ظرف حامل نمونه و موارد مشابه برای هر نمونه باید اختصاصی باشد.
- هنگام نمونه‌گیری از اعماق مختلف مخزن، قاعده این است که نمونه‌ها به ترتیب از بالا به پایین گرفته شود. نمونه‌گیری مایعات نفتی به دو روش غیر پیوسته و نمونه‌گیری از خطوط لوله انجام می‌گیرد.

الف) روش نمونه‌گیری ناپیوسته

این روش برای نمونه‌گیری از نفت خام و محصولات نفتی در مخازن ذخیره استفاده می‌شود. هنگامی که نفت خام تولید و در مخازن ذخیره می‌شود، به مرور ترکیبات هیدروکربنی موجود در آن به ترتیب جرم مولکولی آرایش جدیدی در مخزن ایجاد می‌کنند. پس از گذشت چند روز از ذخیره‌سازی، مشاهده شده است غلظت ترکیبات سبک در بالای مخزن و ترکیبات سنگین در کف مخزن افزایش می‌یابد. از این رو لازم است با استفاده از روش‌های استاندارد، نمونه‌گیری به صورتی انجام شود تا نمونه گرفته شده، نماینده محتوای کلی مخزن اصلی باشد. مهم‌ترین استاندارد مورد استفاده، استاندارد ASTM D۴۰۵۷ است که برای نمونه‌گیری از مواد هیدروکربنی با فشار بخار کمتر از ۱۴/۷ PSI در دمای محیط توصیه شده است. در شکل ۱۴، یک مخزن ذخیره مواد هیدروکربنی نشان داده شده است. برای مثال، در صنایع نفت برای نمونه‌گیری در مخازن از روش دستی استفاده می‌شود. همان‌طوری که در شکل نشان داده شده است، محتوی هیدروکربنی مخزن ذخیره به ۳ قسمت اصلی بالا، وسط و پایین تقسیم می‌شود. حال نمونه‌هایی که می‌توان از این مخزن تهیه نمود به شرح زیر است.

- نمونه بالاترین قسمت مخزن^۱ عبارت است از نمونه‌ای که از ۱۵ سانتی‌متری سطح نمونه از بالای مخزن گرفته شود.
- نمونه قسمت بالا^۲ به نمونه‌ای اطلاق می‌شود که از وسط ناحیه بالا تهیه شود.
- نمونه قسمت وسط^۳ به نمونه‌ای اطلاق می‌شود که از وسط قسمت میانی تهیه شود. به عبارت دیگر این نمونه درست از قسمت میانی مخزن ذخیره تهیه می‌شود.
- نمونه قسمت یک‌سوم پایین^۴ مخزن به نمونه‌ای اطلاق می‌شود که از وسط این ناحیه تهیه شود.
- در قسمت دیواره پایین مخزن معمولاً شیری وجود دارد که به آن شیر تخلیه می‌گویند. محل نصب شیر تخلیه مقداری از کف مخزن فاصله دارد. اگر از این قسمت نمونه تهیه شود، به آن نمونه خروجی^۵ می‌گویند.
- معمولاً کف مخازن نفتی محل تجمع آب و رسوبات است. اگر مقدار آنها در مخزن زیاد شود، باید از کف مخزن تخلیه شوند. نمونه‌ای که از آنها تهیه شود، نمونه ته مخزن تا تحتانی^۶ است.

۱- Top Sample

۲- Upper Sample

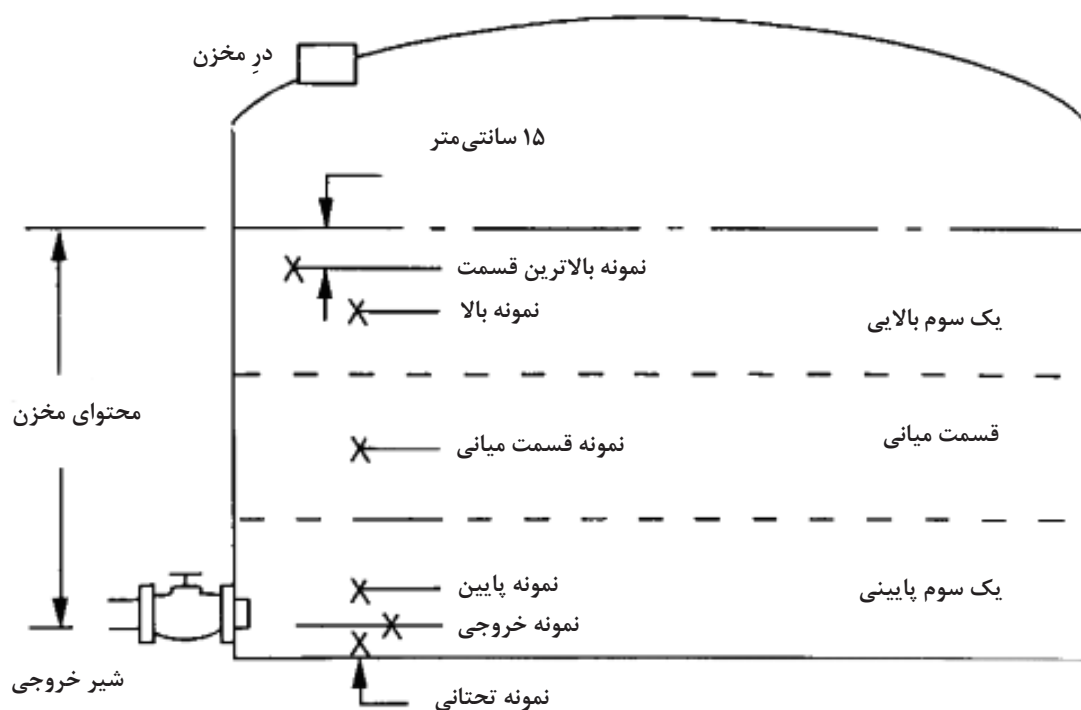
۳- Middle Sample

۴- Lower Sample

۵- Outlet Sample

۶- Bottom Sample

همان طوری که در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، نمونه‌های زیادی با اهداف گوناگون می‌توان از یک مخزن تهیه کرد. برای مثال، می‌توان به نمونه تحتانی اشاره کرد که معمولاً در یک مخزن ذخیره نفت یا فراورده نفتی نشان‌دهنده وجود آب و رسوبات در مخزن است. اگر هدف از نمونه‌گیری دستی، شناسایی محتوای کلی مخزن باشد، باید نمونه‌ها را به نسبت مساوی از قسمت‌های بالا، میانی و پایین مخزن تهیه کرد و سپس آنها در ظرف دیگری مخلوط شوند. به نمونه‌های تهیه‌شده با این روش، نمونه نماینده مخزن گفته می‌شود.



شکل ۱۴- تقسیم‌بندی مخزن در نمونه‌گیری دستی

معمولاً به دلیل یکنواخت نبودن مواد در مخازن در روش دستی نمونه‌گیری به طریق گفته‌شده در بالا عمل می‌شود. این روش، روش کم‌هزینه‌ای است. اما در صورتی که به هر دلیلی نتوان از این روش برای نمونه‌گیری استفاده کرد، می‌توان با استفاده از پمپ و ایجاد جریان برگشتی، مواد را از پایین مخزن به بالای مخزن وارد کرد. این عمل باعث تلاطم در مخزن می‌شود و پس از گذشت زمان، غلظت مواد در سراسر مخزن یکنواخت می‌شود.

فعالیت عملی ۹



نمونه‌گیری مواد نفتی

روش کار:

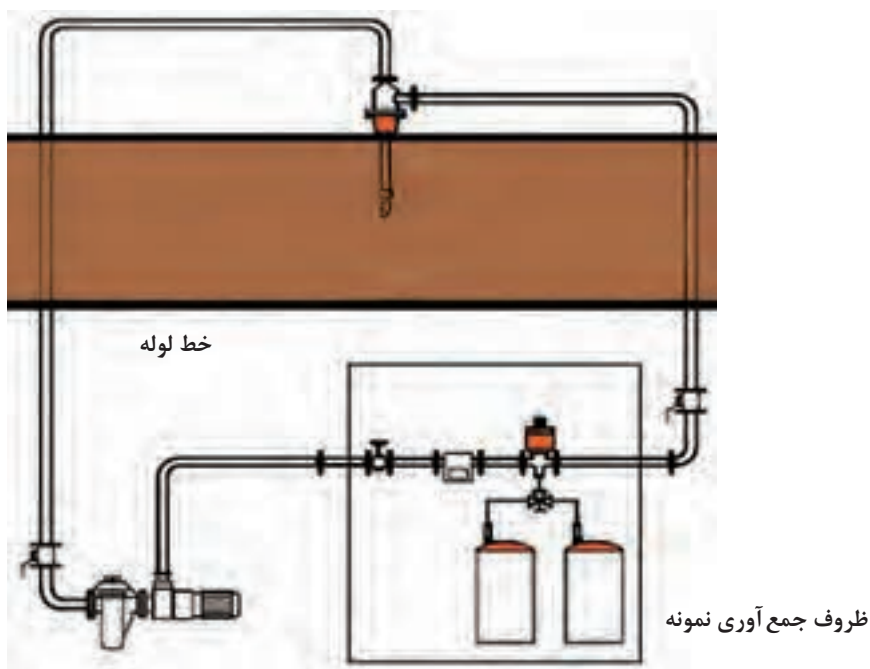
در یک ستون شیشه‌ای آب، نفت و روغن خودرو (روغن استفاده‌شده و دورریز باشد) را بریزید و سپس از ۳ محل متفاوت از ستون شیشه‌ای نمونه بردارید. نمونه‌ها را مخلوط کنید و درون یک ظرف نمونه‌گیری بریزید مشخصات نمونه را روی ظرف بنویسید و به مسئول آزمایشگاه تحویل دهید.

نکته



با نمونه‌گیر مایع مستر و یا نمونه‌گیر دیپر می‌توانید نمونه‌گیری را انجام دهید.

ب) نمونه‌گیری از خطوط لوله مواد نفتی: روش استاندارد برای نمونه‌گیری از خطوط لوله انتقال مواد، از جمله نفت خام و فراورده‌های نفتی، استفاده از روش خودکار است. شکل ۱۵ یک سامانه خودکار نمونه‌گیری از خط لوله را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵- نمونه‌گیری خودکار از خطوط لوله

فیلم آموزشی



۱) نمونه‌گیری از مخازن

۲) نمونه‌گیری از خطوط لوله نفت خام

تحقیق کنید

۵



با توجه به شکل ۱۵، نمونه‌گیری خودکار از خطوط لوله نفت خام را شرح دهید.

وسایل نمونه‌گیری خودکار برای نمونه‌گیری از خطوط لوله گران‌قیمت هستند و معمولاً در جاهایی که حجم نمونه صادراتی بالا باشد و کوچک‌ترین خطا، باعث ضرر و زیان بزرگی شود، نصب می‌شوند. در کشور ما، در پایانه صادراتی در آخرین نقطه تحویل نفت خام به مشتری، دستگاه نمونه‌گیری خودکار نصب شده است. در اغلب صنایع، محلی برای نمونه‌گیری از خط لوله طراحی شده و موجود است. اما باید توجه داشت که همانند شکل ۱۵، سر لوله نمونه‌گیر در وسط لوله اصلی جریان قرار گیرد.

نمونه‌گیری از روغن‌های روانکاری

یکی از عوامل مؤثر در تعیین مشخصات روغن، نمونه‌گیری صحیح از آن است. با وجود سادگی کار، با توجه به حساسیت و دقت مورد نیاز در نمونه‌گیری، آموزش نیروها و اجرای روش نمونه‌گیری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است.

نکته

از نقاطی که روغن در آنجا ساکن است، نباید نمونه‌گیری انجام شود.



فعالیت عملی ۱۰



نمونه‌گیری از روغن‌های روانکاری

روش کار:

- ۱ پیش از انجام نمونه‌گیری، مسیر روغن را بررسی کنید که سامانه روغن در حال گردش باشد.
- ۲ نمونه‌گیری از تجهیز در حال کار بهترین نمونه و نماینده واقعی سیال است. اگر این کار امکان‌پذیر نیست، بلافاصله پس از خاموش کردن دستگاه، نمونه‌گیری صورت گیرد.
- ۳ نمونه‌گیری را همیشه به یک روش و در شرایط یکسان انجام دهید تا نتایج قابل مقایسه‌ای از خواص روغن به دست آید.
- ۴ سرعت جریان روغن را بررسی کنید تا ذراتی که در روغن هستند، در نمونه جمع‌آوری شوند.
- ۵ از نقاط تعیین‌شده نمونه‌گیری انجام گیرد.
- ۶ در مواردی که بررسی وضعیت یک قطعه مدنظر باشد، توصیه می‌شود در صورت امکان، نمونه‌گیری بلافاصله بعد از قطعه انجام شود.
- ۷ ظرف نمونه باید به اندازه یک سوم خالی باشد تا بتوان پیش از آزمایش با تکان دادن آن را کاملاً مخلوط کرد.
- ۸ در تمامی موارد، نقطه و محل نمونه‌گیری باید روی ظرف نمونه‌گیری درج شود.
- ۹ توصیه می‌شود فاصله زمانی تهیه نمونه و ارسال به آزمایشگاه و دریافت نتایج، به ویژه در شرایط اضطراری تعمیراتی، بیش از ۷۲ ساعت نباشد.
- ۱۰ پس از نمونه‌گیری، مطابق روش زیر برچسب‌گذاری روی ظرف نمونه‌گیری انجام شود:
اطلاعات دقیق تجهیز، اطلاعات محل (نام کارخانه)، تاریخ نمونه‌گیری، محل نمونه‌گیری، میزان کارکرد روغن، نام و نوع روغن، نام سازنده روغن، ساعت‌های کارکرد روغن و تجهیز، نوع سامانه تصفیه و خالص‌سازی (صافی، سانتریفیوژ و...) نام نمونه‌گیر.

توجه

در مواقعی که یک نمونه خاص مد نظر باشد، باید دستور کار نمونه‌گیری مطابق با آنچه مورد تقاضا است، انجام شود. برای مثال، برای پی بردن به وجود ناخالصی‌ها ممکن است نمونه‌گیری از بالا یا پایین مخزن نیاز باشد.



نکته



- ۱ مزیت ظروف پلاستیکی نسبت به ظروف فلزی این است که خورده نمی‌شوند.
- ۲ دقت کنید برخی پلاستیک‌ها در روغن‌های فسفاتی مقاوم در برابر آتش، حل می‌شوند.

پرسش ۴



- ۱ برای نگهداری نمونه‌های با خاصیت اسیدی یا بازی از چه ظرفی استفاده می‌شود؟
- ۲ اگر محلول همگن نباشد و به حالت امولسیون و سوسپانسیون باشد، چگونه نمونه‌گیری انجام می‌شود؟
- ۳ نمونه‌گیری از محلول‌های دارای ذرات ته‌نشین‌شونده چگونه انجام می‌شود؟
- ۴ نمونه‌گیری در صنایع شیمیایی و نفتی به چه دلایلی انجام می‌شود؟

نمونه‌گیری از گازها

برای انتخاب نمونه از گازها دو روش کلی وجود دارد؛ روش اول لحظه‌ای است، که در آن، نمونه در زمان و مکان معین و در عرض چند ثانیه تا دو دقیقه انتخاب می‌شود و بی‌درنگ مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. نمونه‌گازی در ظروف تخلیه مانند لوله‌ها و بطری‌های شیشه‌ای، فلزی و یا پلاستیکی جا داده می‌شود. روش دوم انتخاب نمونه‌های پیوسته است. این شیوه برای حالتی است که ترکیب گازها برحسب زمان متغیر باشد.

روش‌های نمونه‌گیری گازها و بخارات

روش‌های نمونه‌گیری گازها عبارت‌اند از:

- نمونه‌گیری با جاذب‌های سطحی
 - نمونه‌گیری با صافی‌های آغشته به ترکیبات شیمیایی
 - نمونه‌گیری با بطری‌های گازشوی
 - کیسه‌های نمونه‌گیری
 - سیلندرهای نمونه‌گیری
- در ادامه، توضیح مختصر این روش‌ها آورده شده است.

نمونه‌گیری با جاذب‌های سطحی

لوله‌های جذب سطحی: این وسایل بیشتر به منظور اندازه‌گیری کیفی کاربرد دارند و مناسب مکان‌هایی هستند که حجم آلودگی بالایی دارند. لوله‌های جذب سطحی مجموعه‌ای از دو بخش پمپ و لوله‌های شناساگر رنگ‌سنجی هستند. پمپ ممکن است از نوع پیستونی باشد. لوله‌های شیشه‌ای شناساگر دارای قطر ۴-۶ میلی‌متر است و از گرانول‌های پر شده از ژل‌های جاذب مانند سیلیکاژل، زغال فعال، آلومین فعال شده و یا گرانول‌های بی‌اثر تشکیل گردیده و به ماده‌های شیمیایی مخصوص آغشته شده است. وقتی گاز یا هوای حاوی یک آلوده‌کننده خاص یا گروهی از آلوده‌کننده‌ها به داخل لوله کشیده می‌شود، شناساگر تغییر رنگ می‌دهد. با مقایسه تغییر رنگ ایجاد شده با استاندارد معین می‌توان به نوع آلاینده پی‌برد. برای مثال، در صورتی که گاز کربن مونوکسید وجود داشته باشد، قسمت آغشته به مواد شیمیایی فوق در اثر ترکیب با گاز مزبور به رنگ سبز مایل به قهوه‌ای تغییر رنگ خواهد داد. میزان اندازه‌گیری آلاینده بر اساس درصد و یا ppm است. یک نمونه از بسته دستگاه معرفی شده در شکل ۱۶ نشان داده شده است.



شکل ۱۶- بسته کامل لوله جاذب سطحی

طرز قرار گرفتن لوله‌های جاذب درون پمپ نمونه‌گیری در شکل ۱۷ نشان داده شده است.



شکل ۱۷- طرز قرار گرفتن لوله‌های جاذب درون پمپ نمونه‌گیری

همچنین شیوه اتصال دستگاه به افراد در شکل ۱۸ نمایش داده شده است.



شکل ۱۸- شیوه اتصال دستگاه لوله جاذب به شخص نمونه‌گیر

انواع جاذب‌ها در لوله‌های جذب سطحی

■ **جاذب زغالی یا چارکول^۱:** رایج‌ترین جاذب گازها و بخارات آلی است. از این جاذب در جنگ جهانی اول استفاده شد و منشأ آن پوست نارگیل است. نمونه‌گیری از چند آلاینده (مانند آروماتیک‌ها) به صورت هم‌زمان می‌تواند انجام گیرد. زغال فعال^۲ حالت بی‌شکل کربن است که در نتیجه سوختن بسیاری از مواد کربن‌دار تشکیل می‌شود و با گرما دادن در دمای ۸۰۰-۹۰۰ درجه سلسیوس تهیه می‌شود (شکل ۱۹). زغال فعال مهم‌ترین و درعین حال پرکاربردترین ماده در نمونه‌گیری از گازها و بخارات ناقطبی در هوای محیط کار است (شکل ۲۰).

زغال فعال



شکل ۱۹- زغال فعال

تولید زغال فعال

فیلم آموزشی



نکته



زغال فعال برای نمونه‌گیری از ترکیبات زیر به دلیل واکنش زغال فعال با این گونه مواد توصیه نمی‌شود:

- ترکیبات آلی: مرکاپتان‌ها و آلدهیدها
- ترکیبات غیر آلی: فسژن، O_3 ، NO_2 ، Cl_2 ، H_2S ، SO_2



شکل ۲۰- لوله جذب سطحی حاوی زغال فعال

۱- Charcoal

۲- Activated Charcoal

معایب:

- ۱ حجم هوای نمونه‌گیری شده با توجه به ظرفیت زغال فعال محدود است، و افزایش جریان عبوری باعث خارج شدن مواد آلاینده از طرف دیگر زغال فعال می‌شود.
- ۲ رطوبت موجود در هوا باعث کاهش جذب ترکیبات آلی توسط زغال فعال می‌شود.
- ۳ در طی عمل نمونه‌گیری، مقاومت زغال فعال بر روی دبی پمپ تأثیر می‌گذارد و گذشت زمان باعث کاهش دبی پمپ می‌شود.

■ **سیلیکاژل:** سیلیکاژل، حالت بی‌شکل سیلیس است که در نتیجه واکنش شیمیایی میان سولفوریک اسید و سدیم سیلیکات به وجود می‌آید. سیلیکاژل به شکل گرانول‌های بَرّاق، سفید و دانه‌ای شکل در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شود (شکل ۲۱). سیلیکاژل ترکیب قطبی است و ترکیبات قطبی را بهتر از زغال فعال جذب می‌کند؛ به همین دلیل نیز جاذب رطوبت است و افزایش جذب رطوبت باعث ترک آلاینده از آن می‌شود.



■ **غربال‌های مولکولی^۱:** از تفکافت (پیرولیز)^۲ یک بسپار مصنوعی یا مواد حاصل از تقطیر نفت ساخته می‌شود و از ساختار متخلخل برخوردار است. این مواد جاذب خوبی برای نیتروژن دیوکسید و ترکیبات آلی ناقطبی بسیار فرّار است.

مزایای استفاده از لوله جاذب سطحی:

- ۱ وسیله نمونه‌گیری کوچک و قابل حمل است و در موقع نمونه‌گیری محلول شیمیایی مورد نیاز نیست.
- ۲ با جاذب‌های سطحی می‌توان به‌طور هم‌زمان ترکیبات شیمیایی مختلف را نمونه‌گیری کرد.

۱- Molecular Sieves

۲- Pyrolysis: تفکافت (پیرولیز) تجزیه شیمیایی ماده در اثر گرما

فعالیت عملی ۱۱



کار با لوله های جذب سطحی

وسایل مورد نیاز: مجموعه دستگاه (لوله های جذب سطحی) نمونه گیری از گازها

روش کار

- ۱ پمپ را پیش از نمونه گیری به مدت ۵ دقیقه روشن کنید و مطابق دفترچه راهنمای دستگاه تنظیم کنید.
- ۲ دبی پمپ (۰/۰۱ تا ۰/۲ لیتر بر دقیقه) را با پیچ گوشتی تنظیم کنید.
- ۳ دو سر لوله آشکارساز شکسته شود.
- ۴ با توجه به جهت پیکان نشانگر روی آشکارساز، به پمپ نمونه گیری وصل شود.
- ۵ حجم مشخصی از هوا یا گاز آلاینده از داخل لوله آشکارساز با استفاده از پمپ نمونه گیری عبور داده شود تا تغییر رنگ ایجاد شود.
- ۶ انتهای ترین نقطه تغییر رنگ را بخوانید و بر حسب ppm گزارش کنید.
- ۷ یک عدد لوله جذب سطحی مشابه لوله جذب سطحی که عمل نمونه برداری با آن انجام شده است، به عنوان شاهد انتخاب گردد و تمام عملیاتی که در ارتباط با نمونه اصلی انجام شده است (شکستن دوطرف، گذاشتن سرپوش پلاستیکی و حمل) برای نمونه شاهد انجام گیرد؛ با این تفاوت که هوا نباید از نمونه شاهد عبور کند.

نکته



- ۱ چنانچه از دو لوله جذب سطحی به صورت متوالی استفاده می شود، پس از شکستن دو طرف لوله های جذب سطحی با یک لوله رابط به طول تقریبی ۵ سانتی متر به ترتیبی به یکدیگر وصل می شوند تا بخش بزرگ تر جذب در مجاورت محیط، و بخش کوچکتر آن در سمت پمپ قرار گیرد.
- ۲ لازم است لوله جذب سطحی به طور عمودی در مسیر جریان گاز یا هوا قرار گیرد و در صورتی که عمل نمونه گیری فردی انجام می گیرد، به یقه نمونه بردار در مجاورت دستگاه تنفسی وصل شود. در ضمن هوا نباید پیش از ورود به جذب سطحی از مسیر دیگری بگذرد.

شیوه اتصال لوله جذب به پمپ جذب

فیلم آموزشی



فعالیت عملی ۱۲



تعیین میزان کربن دیوکسید هوای محیط

روش کار:

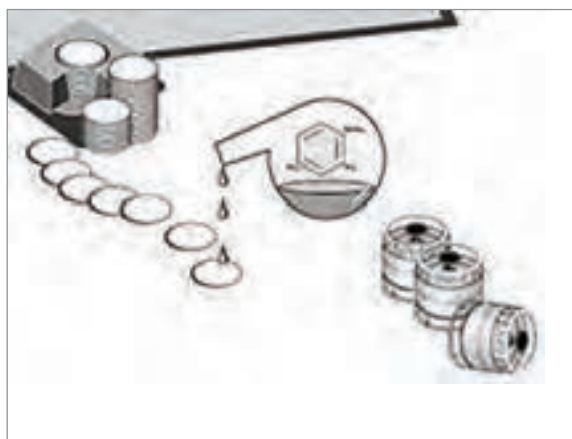
مطابق فعالیت ۱۱ و با استفاده از لوله های تشخیص کیفی و کمی دراگر^۱ و پمپ نمونه گیری، میزان CO_۲ موجود در هوا را تعیین کنید.



لوله تشخیص کیفی و کمی دراگر CO_۲

۲- نمونه‌گیری با صافی‌های آغشته به ترکیبات شیمیایی

برای جمع‌آوری ذرات گرد و غبار از روش صاف کردن استفاده می‌شود. صافی‌های متنوعی برای نمونه‌گیری از هوا وجود دارند که هر یک کاربردی خاص دارند و نمی‌توان از یک صافی برای هر نوع ذره یا در هر شرایطی استفاده کرد (شکل ۲۱). انتخاب صافی به خاصیت فیزیکی و شیمیایی ذرات، حجم نمونه و روش شیمیایی مورد استفاده برای آماده‌سازی نمونه بستگی دارد. در هنگام عبور هوای حاوی آلاینده از روی صافی، ذرات در خلل و فرج صافی به دام می‌افتند، جمع‌آوری و تجزیه می‌شوند. جنس، قطر و اندازه سوراخ‌های صافی‌ها باید مشخص باشد.



شکل ۲۱- صافی‌های آغشته به ترکیبات شیمیایی

جنس، قطر و اندازه سوراخ‌های صافی‌ها با توجه به روش نمونه‌گیری و وسایل اندازه‌گیری انتخاب می‌شود.

انواع صافی‌ها

- ۱ صافی‌های PVC (پلی‌وینیل کلرید) مناسب برای ذرات غبار معمولی و سیلیس
- ۲ صافی‌های فایبرگلاس^۱ مناسب برای ذرات و آفت‌کش‌ها
- ۳ صافی‌های غشایی سلولزی مناسب برای ذرات فلزی و الیاف پنبه نسوز
- ۴ صافی‌های غشایی نقره‌ای مناسب برای تجزیه سیلیس
- ۵ صافی‌های پلی‌تترافلوئوراتیلن (PTFE) مناسب برای نمونه‌گیری آرد

مزایای روش صاف کردن عبارت‌اند از:

- ۱ مواد شیمیایی واکنش داده سریع‌تر، آسان‌تر، و ایمن‌تر جمع‌آوری می‌شوند.
- ۲ به واسطه کوچکی و سبک بودن، از فرایند نمونه‌گیری آسانی برخوردار هستند.
- ۳ هزینه کمتر در مقایسه با دیگر روش‌ها.
- ۴ قابلیت نگهداری نمونه‌ها برای مدت طولانی پیش از تجزیه.
- ۵ با آغشته کردن سطح صافی می‌توان گازها و بخارات خاص را نیز نمونه‌گیری کرد. برای مثال، با آغشته نمودن صافی فایبرگلاس به سولفوریک اسید، می‌توان نمونه‌گیری از ۴۰۲ دی‌آمین تولوئن را انجام داد.

1- Fiberglass



۵ امکان جمع آوری آئروسول‌ها، میست‌ها^۱ و برخی ترکیبات با نقطه جوش بالا با این روش فراهم است.

شکل ۲۲- شیوه اتصال صافی به پمپ نمونه گیر هوا

فعالیت عملی ۱۳



کار با صافی‌های آغشته به ترکیبات شیمیایی

وسایل مورد نیاز: وسایل و دستگاه نمونه گیری با صافی

روش کار:



۱ صافی‌ها ۲۴ ساعت پیش از نمونه گیری در خشکانه قرار گیرند و بعد از تنظیم ترازو، مانعی وزن شود.

۲ در هنگام نمونه گیری، دوبار ترازو تنظیم شود و صافی وزن شود. اگر اختلاف میان دو اندازه گیری کمتر از 0.05 mg باشد، میانگین جرم به عنوان جرم صافی پیش از نمونه گیری یادداشت شود.

۳ پس از تنظیم پمپ نمونه گیری و توزین صافی‌های مورد و شاهد، صافی مورد نظر در نگهدارنده صافی قرار داده شود و توسط لوله‌های رابط به پمپ وصل شود.

۴ پمپ نمونه گیری در ناحیه کمر و نگهدارنده صافی در ناحیه تنفسی شخص نمونه گیر نصب گردد (مطابق شکل). صافی‌های شاهد در هنگام نمونه گیری در محیط نمونه گیری قرار گیرند تا تغییرات ناشی از فشار، رطوبت و بار آلودگی بر روی آن اعمال شوند.

نصب صافی در ناحیه تنفسی شخص نمونه گیر

۱- Aerosol

۲- Mist

(قطرات کروی با قطر $1/10$ تا 10 میکرون، که در اثر تراکم حالت گازی مواد در مایع یا در اثر انتشار به روش‌های افشانه‌ای، ریزپاشی، دمیدن گاز به مایع تولید می‌شود)

۵ پس از تکمیل مدار و نصب، شدت جریان مورد نظر تنظیم گردد و نمونه‌گیری در مدت زمان بیان شده توسط استاندارد انجام شود.

۶ با داشتن زمان نمونه‌گیری بر حسب ثانیه و شدت جریان پمپ بر حسب لیتر بر ثانیه، میزان هوای ورودی به صافی با استفاده از معادله ۲ محاسبه می‌گردد.

$$V = Q \times T \quad \text{معادله (۲)}$$

Q = شدت جریان پمپ نمونه‌گیری بر حسب لیتر بر ثانیه

V = حجم هوای عبور داده شده از صافی بر حسب لیتر

T = زمان نمونه‌گیری بر حسب ثانیه

۷ نگهدارنده صافی از پمپ نمونه‌گیری جدا گردد، و نمونه به آزمایشگاه منتقل شود.

۳- نمونه‌گیری با بطری‌های گازشوی

بطری‌های گازشوی برای گازها و بخارات محلول یا واکنش‌پذیر با جاذب‌های مایع استفاده می‌شوند. این وسیله دارای بطری‌های کوچک با ظرفیت‌های مختلف است که محلول جاذب در آنها ریخته می‌شود و سپس با دبی ۱ لیتر بر دقیقه نمونه‌گیری انجام می‌شود. بطری‌های گازشوی دارای یک مخزن مدرج محلول جاذب، یک ورودی برای انتقال هوا به درون محلول و یک خروجی که به پمپ نمونه‌گیری وصل می‌شود، هستند.

در این ظرف‌ها، میزان جذب آلودگی به ارتفاع مایع و قطر بطری نمونه‌گیری بستگی دارد. اگر ۲ یا ۴ بطری به‌طور سری نصب شوند، میزان بازده جذب گازها و بخارات افزایش می‌یابد. بطری‌های گازشوی انواع مختلفی دارند شکل (۲۳).

بطری‌های گازشوی حاوی آب یون‌زدوده یا شناساگرهای شیمیایی رقیق محلول در آب هستند. این دستگاه‌ها از دو لوله شیشه‌ای متصل به هم تشکیل شده است. در بعضی از بطری‌های گازشوی از جیوه استفاده شده است که علاوه بر گرانی، خطر مسمومیت نیز وجود دارد؛ همچنین سنگینی آن باعث ایجاد مشکلاتی می‌شود. به علاوه، اگر در نمونه گازهای H_2S ، SO_2 یا Cl_2 وجود داشته باشد، با جیوه ترکیب خواهند شد.



شکل ۲۳- انواع بطری گازشوی شیشه‌ای

برای هر آلاینده، جاذب مایع خاصی انتخاب می‌شود؛ برای مثال، متانول و بوتانول در آب مقطر، استر در جاذب الکل، گوگرد دیوکسید در آب اکسیژنه.

عوامل مهم و مؤثر جذب آلاینده‌ها در جاذب مایع عبارت‌اند از:

- نوع آلاینده
- حل پذیری آلاینده در جاذب مایع
- فراریت آلاینده
- حجم هوای نمونه گیری شده
- شدت جریان نمونه گیری
- فشار بخار آلاینده در دمای نمونه گیری
- واکنش شیمیایی آلاینده با شناساگر

جدول ۲ چند مثال برای جذب گازها در محلول‌های جاذب را نشان می‌دهد.

جدول ۲- انواع محلول جاذب برای گازها و بخارات مختلف

محلول جاذب	گاز یا بخار
سولفوریک اسید رقیق	آمونیاک
آب مقطر	متانول و بوتانول
الکل	استرها
بوتانول	کلریدهای آلی
کادمیم سولفات	هیدروژن سولفید
آب اکسیژنه	گوگرد دیوکسید

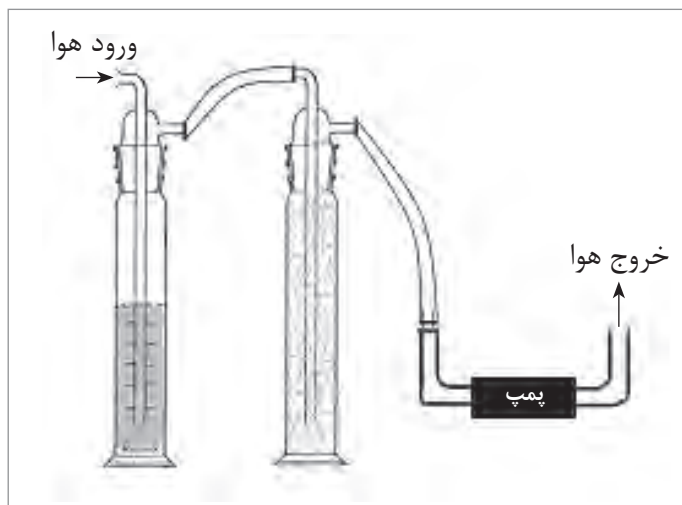
فعالیت عملی ۱۴



آماده سازی و کار کردن با بطری‌های گازشوی

روش کار:

بطری گازشوی را به صورت عمودی مطابق شکل (الف) طوری قرار دهید که ورودی آن به سمت هوای حاوی آلاینده باشد. مطابق شکل (ب)، برای جلوگیری از ریختن مایع به درون پمپ از یک لوله گازشوی خالی استفاده شود. پس از پایان نمونه گیری محلول حاوی آلاینده داخل لوله گازشوی را در ظرف شیشه‌ای بریزید و به آزمایشگاه منتقل کنید.



ب) استفاده از لوله گازشوی خالی



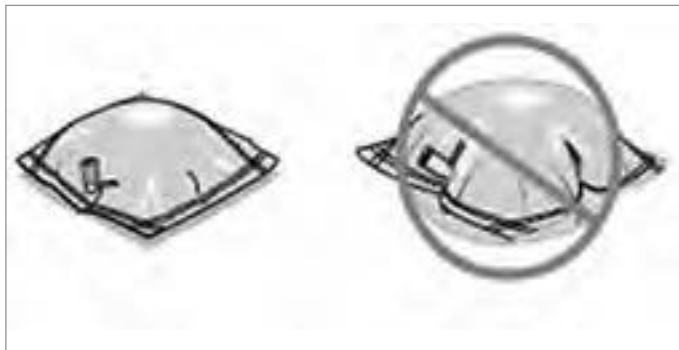
الف) شیوه اتصال لوله گازشوی به ناحیه تنفسی شخص نمونه‌بردار

۴- کیسه‌های نمونه‌گیری

کیسه‌های نمونه‌گیری یکی دیگر از وسایل جمع‌آوری و نمونه‌گیری گازها هستند. از مزایای کیسه‌ها شفاف بودن آنها است. کیسه‌های ۱، ۵، ۱۰ و ۱۰۰ لیتری در بازار موجود است. قسمت‌های مختلف کیسه شامل شیر چند منظوره از جنس نیکل برای پرکردن کیسه، کیسه از جنس سیلیکون یا نئوپرن برای تزریق نمونه است.

راهنمای نمونه‌گیری با کیسه:

- ۱ پر کردن کیسه‌ها با هوای تمیز و یا نیتروژن ۳ بار
 - ۲ اطمینان از واکنش‌ناپذیری آلاینده با کیسه نمونه‌گیری
 - ۳ انجام تجزیه آزمایشگاهی در مدت زمان ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از نمونه‌گیری
 - ۴ استفاده هر کیسه برای یک بار نمونه‌گیری
 - ۵ جمع‌آوری نکردن ترکیبات خطرناک
 - ۶ استفاده از کیسه ۵ لایه، برای نمونه‌گیری طولانی مدت.
- معمولاً این کیسه‌ها به یک مدار نمونه‌گیری متصل می‌شوند. در استفاده از کیسه‌های نمونه‌گیری محدودیت‌هایی وجود دارد که عبارت‌اند از: حجم کیسه، حمل و نقل، پاره شدن کیسه و تجزیه نمونه در کیسه پیش از تجزیه. کیسه‌های نمونه‌گیری نباید بیش از حد پر شوند (۸۰ درصد ظرفیت کیسه پر شود). در شکل ۲۵ (الف) مدار نمونه‌گیری و قسمت (ب) روش صحیح و غلط پر کردن کیسه را نشان می‌دهد:



شکل ۲۵- الف) مدار نمونه گیری

ب) روش صحیح و غلط پر کردن کیسه نمونه گیری

مهم ترین دلایل استفاده از کیسه های نمونه گیر هوا شامل موارد زیر است:

- هیچ روش پیشنهادی وجود ندارد.
- وجود مخلوطی از آلاینده ها که با هم سازگاری ندارند.
- نفوذ آلاینده بر روی جاذب ها بسیار پایین است.

فعالیت عملی ۱۵



استفاده از کیسه های نمونه گیری هوا

توسط کیسه های نمونه گیری گازها از هوای محیط های مختلف (محیط هنرستان، سطح شهر و روستایی که در آن ساکن هستید) و یا هوای معادن استان خود نمونه گیری کنید.

فیلم آموزشی



نمونه گیری با استفاده از کیسه نمونه گیری

سیلندرهای نمونه گیری

این وسیله راه حل مطلوبی برای جمع آوری نمونه و تجزیه و تحلیل آن است. در حال حاضر ده ها هزار سیلندر نمونه گیری در صنایع مختلف مانند نفت و پتروشیمی، آزمایشگاه های تحلیلی، فناوری های سوخت در سراسر جهان استفاده می شوند. هر جا که خطوط سیال مایع و گاز جریان دارند، نیاز است که از سیال مورد نظر نمونه گیری شده و آن را مورد آزمایش قرار داد. در همین راستا همواره نیاز به سیلندر نمونه گیری احساس می شود. سیلندر نمونه گیری از لوله ای بدون درز ساخته شده که موجب انسجام و یکپارچگی در ضخامت دیواره، اندازه و ظرفیت می شود. سیلندر نمونه گیری دارای انحنای ملایم در ناحیه گردن بوده که موجب می شود به آسانی

تمیز شده و مایعات به دام افتاده در آن حذف شوند. معمولاً جنس سیلندرهای نمونه‌گیری، فولاد ضدزنگ است و دارای حجم ۵۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۲۵۰ سانتی‌متر مکعب و یک گالنی هستند (شکل ۲۶). سیلندرهای نمونه‌گیری تا فشار کاری ۵۰۰۰ psi معادل ۳۰۰ بار را تحمل می‌کنند.



شکل ۲۶- سیلندرهای نمونه‌گیری

فعالیت عملی ۱۶



نمونه‌گیری گازها

روش کار:

مشابه سیلندرهای نمونه‌گیری گازها، وسایلی طراحی کرده و از هوای مکان‌های مختلف نمونه‌گیری کنید.

کار کردن با سیلندرهای نمونه‌گیری

فیلم آموزشی



پرسش‌های پایانی:

- ۱ مسئولیت‌های فرد نمونه‌گیر را نام ببرید.
- ۲ غلظت آلاینده جمع‌آوری شده در بطری گازشوی، زغال فعال و یا صافی بر حسب چه واحدی ارائه می‌شود؟
- ۳ دو ماده که در ساخت جاذب‌های سطحی استفاده می‌شود، نام ببرید.
- ۴ عوامل مهم و مؤثر جذب آلاینده‌ها در جاذب مایع چیست؟
- ۵ خطاهای ناشی از نمونه‌گیری از هوا و حمل نمونه چیست؟
- ۶ از مزایای صافی‌های آغشته به مواد شیمیایی در نمونه‌گیری از هوا چیست؟
- ۷ دلایل استفاده از کیسه‌های نمونه‌گیر هوا چیست؟
- ۸ محدودیت استفاده از کیسه‌های نمونه‌گیر هوا چیست؟
- ۹ چه مواردی در تعیین تعداد نمونه در نمونه‌گیری از هوا مهم هستند؟
- ۱۰ کالیبراسیون پمپ نمونه‌گیری چیست؟
- ۱۱ میزان جریان هوا در نمونه‌گیری بر حسب چه واحدی اندازه‌گیری می‌شود؟
- ۱۲ چگونه می‌توان حجم نمونه را به‌دست آورد؟
- ۱۳ لوله جاذب چیست و چه کاربردی دارد؟
- ۱۴ چگونگی جمع‌آوری یک نمونه با لوله‌های جاذب را شرح دهید.
- ۱۵ انواع نمونه‌گیرها را نام ببرید.
- ۱۶ چه مواردی باید پیش از اقدام به نمونه‌گیری مورد توجه قرار گیرد؟
- ۱۷ نمونه‌گیری از هوای محیط کارگاه به چه منظور انجام می‌گیرد؟
- ۱۸ اهداف نمونه‌گیری هوا را برشمارید.

ارزشیابی شایستگی نمونه‌گیری مواد شیمیایی

<p>شرح کار:</p> <p>چگونگی استفاده تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد . هنگام کار مراقب باشد که وسایل صدمه نبیند . پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم درحالت اولیه قرار دهد .</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>انجام نمونه‌گیری از جامدات، مایعات و گازها طبق دستورکار</p>			
<p>شاخص‌ها: ■ رعایت مسائل ایمنی حین کار ■ انجام کار طبق دستورکار</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط مکان: کارگاه / آزمایشگاه شرایط دستگاه: آماده به کار زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی ، تجهیزات کارگاهی، ظروف مخصوص نمونه‌گیری</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نمونه‌گیری از جامدات	۱	
۲	نمونه‌گیری از مایعات	۲	
۳	نمونه‌گیری از گازها	۱	
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی</p> <p>۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی‌های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه ای ۲- مدیریت منابع</p> <p>۳- محاسبه و کاربست ریاضی</p> <p>۵- مستندسازی: گزارش نویسی</p>	۲	
<p>میانگین نمرات</p>			
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			

پودمان دوم

عملیات در صنایع معدنی



کارخانه‌های صنایع شیمیایی از دیدگاه اقتصادی و ملی حائز اهمیت است. تولید صنعتی هر ماده معدنی در مجتمع‌ها و کارخانه‌های صنایع شیمیایی معدنی انجام می‌شود.

واحد یادگیری ۲

انجام عملیات در صنایع معدنی

مقدمه:

تولید صنعتی هر ماده معدنی مانند انواع اسیدها و بازها، نمک‌ها، رنگ‌های معدنی، سیمان، لعاب و غیره در حیطه کار مهندسی شیمی گرایش صنایع شیمیایی معدنی قرار دارد. در این پودمان با روش‌های صنعتی تولید سولفوریک اسید، نیتریک اسید، سدیم هیدروکسید، پتاسیم هیدروکسید، کلسیم هیدروکسید، نمک‌ها، استخراج فلزات از سنگ معدن و لعاب و کاربرد آنها همراه با فیلم آموزشی، تحقیق کنید فعالیت‌های عملی قابل اجرا، نکات ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط آورده شده است.

استاندارد عملکرد:

انجام عملیات در صنایع معدنی طبق دستورالعمل واحد

شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت شناسی - انجام وظایف و کارهای محول - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده بهینه از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام کارها و وظایف محول
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی:

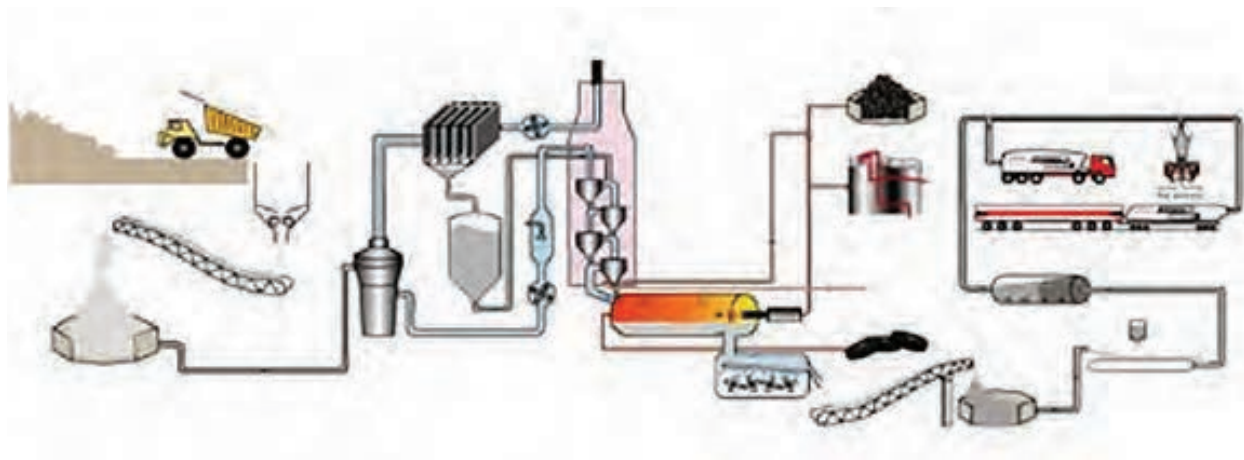
پس از اتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود:

- ۱ برخی از اسیدها و بازهای معدنی را تهیه کنند.
- ۲ برخی از نمک‌ها را تهیه کنند.
- ۳ برخی از فلزات را استخراج نمایند.
- ۴ برخی از انواع لعاب کاری را انجام دهند.

صنایع شیمیایی معدنی

پیدایش صنایع شیمیایی به دوران قدیم و عصر آتش نسبت داده می‌شود. مفهوم واقعی شیمی صنعتی، شناختن و تسلط بر مناسب‌ترین و با صرفه‌ترین وسیله‌ها، امکانات و روش‌هایی است که کالاهای مورد نیاز را از راه تغییر و اجزای مواد خام موجود تولید و عرضه کند که از آن به عنوان فناوری یاد می‌شود. کارخانه‌های شیمیایی از دیدگاه اقتصادی و ملی در کشورهای مختلف حائز اهمیت است. تولید صنعتی هر ماده معدنی مثل انواع اسیدها و بازها، کودهای شیمیایی معدنی، حشره‌کش‌ها، نمک‌ها، رنگ‌های معدنی، سیمان، لعاب و غیره در حیطه کار مهندسی شیمی گرایش شیمیایی معدنی قرار دارد.

انواع مختلفی از اسیدها و بازهای معدنی در صنعت و زندگی روزمره ما استفاده می‌شوند. این مواد اغلب به دلیل واکنش پذیری بالا و تأثیری که در تولید سایر مواد شیمیایی دارند، به عنوان مواد اولیه در صنایع مختلف استفاده شده و منجر به تولید محصولات متنوعی می‌شوند. استفاده از انواع اسیدها و بازها در تولید کودهای شیمیایی، مواد شوینده، پتروشیمی، صنعت ساختمان و غیره، نشان‌دهنده اهمیت این مواد است. شکل ۱، نشان‌دهنده ارتباط بین علم شیمی و دنیای صنعت است. اهمیت مواد تولیدی در صنایع شیمیایی معدنی در ادامه پودمان، بررسی می‌شوند.



شکل ۱- صنایع شیمی معدنی

با توجه به مطالب آموخته در کتاب‌های تخصصی سال دهم خود، بگویید صنایع شیمیایی و صنایع شیمیایی معدنی چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

پرسش ۱



اسید و باز: در طول تاریخ علم شیمی، تعریف‌های مختلفی برای اسیدها و بازها پیشنهاد شده است. لاوازیه^۱ که بنیان‌گذار شیمی جدید محسوب می‌شود، اکسیژن را به عنوان عنصر اصلی سازنده اسیدها در نظر گرفت. در ادامه دیوی^۲ هیدروژن را به عنوان عنصر مشترک در ساختار اسیدها معرفی کرد. با پیشرفت مباحث نظری شیمی مشاهدات بیشتر، مدل‌های پیچیده‌تر و دیدگاه‌های فراگیرتری برای اسیدها و بازها ارائه شد. یک اسید یا باز معدنی، اسید و بازی مشتق شده از یک ترکیب معدنی است. اسیدهای معدنی به خوبی در آب حل شده و یون هیدروژن آزاد می‌کنند. از جمله مهم‌ترین اسیدهای معدنی می‌توان به سولفوریک اسید، هیدروکلریک اسید و نیتریک اسید اشاره کرد. بازهای معدنی، گروه بزرگی از ترکیبات معدنی با توانایی واکنش با اسیدها و تشکیل نمک هستند. امروزه میزان تولید و مصرف اسیدها و بازهای معدنی، که در بسیاری از بخش‌های صنایع شیمیایی استفاده می‌شوند، نشانگر سطح توسعه صنعتی یک کشور است.

سولفوریک اسید

سولفوریک اسید یک اسید معدنی سوزاننده با فرمول مولکولی H_2SO_4 است. این ماده از نظر فیزیکی به صورت مایع شفاف، بی‌رنگ و کاملاً محلول در آب است. سولفوریک اسید خاصیت خوردگی زیادی بر روی فلزات، بافت‌های زنده و حتی سنگ دارد و در غلظت‌های بالا یک خشک‌کننده قوی است.

پرسش ۲



- ۱ با توجه به اطلاعات گذشته خود، در مورد پرکاربردترین اسید صنعتی به سؤالات زیر پاسخ دهید.
(الف) مواد اولیه تولید سولفوریک اسید را بنویسید.
(ب) واکنش‌های تولید سولفوریک اسید را بنویسید.
- ۲ برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی آن را نام ببرید.
- ۳ چه زمانی ممکن است، باران اسیدی ایجاد شود؟
- ۴ باران اسیدی چه ضررهایی می‌تواند داشته باشد؟
- ۵ کاربردهای سولفوریک اسید را نام ببرید.

۱- Lavoisier

۲- Davy

به برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی سولفوریک اسید در جدول ۱ اشاره شده است.

جدول ۱- برخی از خواص سولفوریک اسید

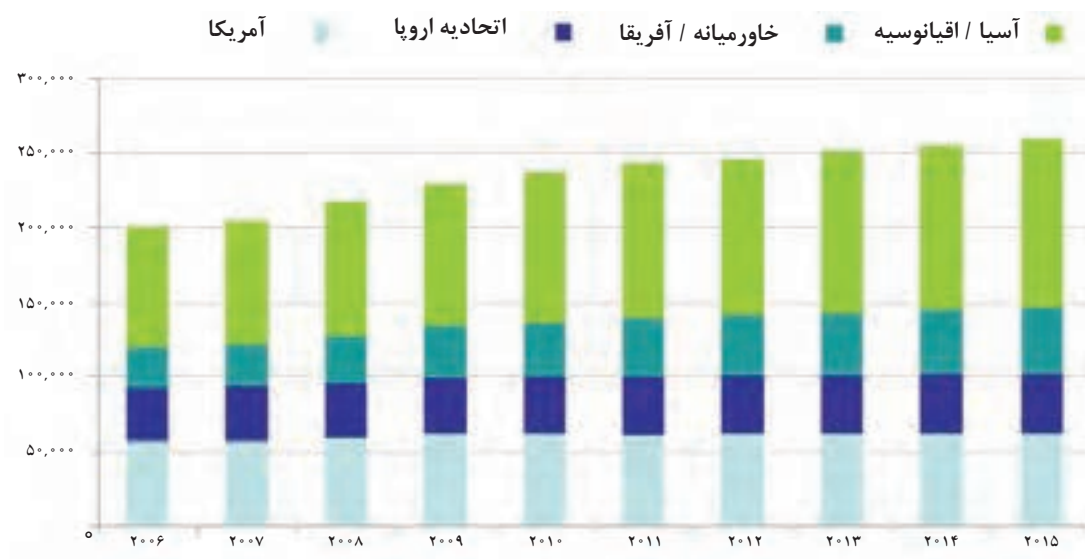
فرمول شیمیایی	H_2SO_4
جرم مولکولی (g/mol)	۹۸/۰۸
شکل ظاهری (خالص)	مایع شفاف، بی‌رنگ و بی‌بو
دمای ذوب ($^{\circ}C$)	۱۰
دمای جوش ($^{\circ}C$)	۳۳۷
چگالی (g/cm^3)	۱/۸۴
حل‌پذیری در آب	کاملاً محلول

کاربرد سولفوریک اسید: بر طبق نتایجی که در سال ۲۰۱۷ اعلام شده است، سولفوریک اسید، در صدر جدول تولید سالانه مواد شیمیایی در دنیا قرار گرفته است. در شکل ۲ به برخی از مهم‌ترین کاربردهای سولفوریک اسید اشاره شده است.



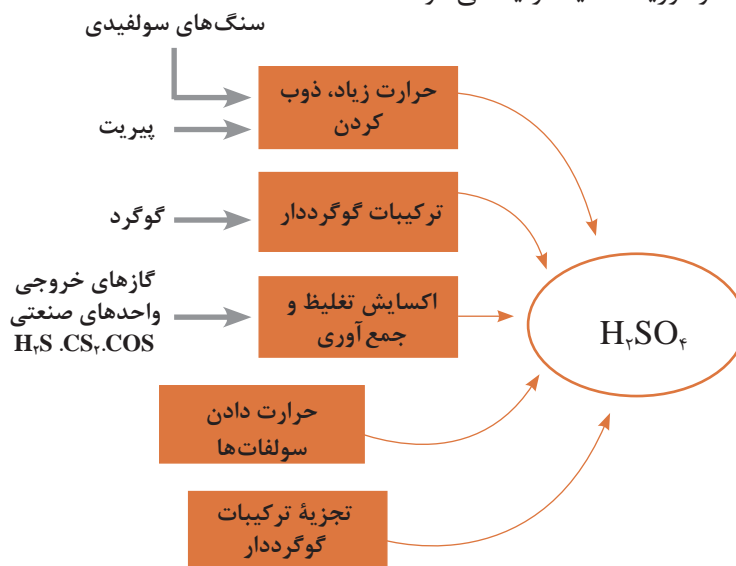
شکل ۲- برخی از کاربردهای اصلی سولفوریک اسید

به دلیل اهمیت سولفوریک اسید، تولید سالانه این محصول در جهان در سال ۲۰۱۶ به بیش از ۲۶۰ میلیون تن رسید. ایران به دلیل دارا بودن صنایع نفت، گاز و پتروشیمی عظیم یکی از تولیدکنندگان مهم این محصول در قاره آسیا است. در نمودار شکل ۳، روند عرضه سالانه سولفوریک اسید نشان داده شده است.



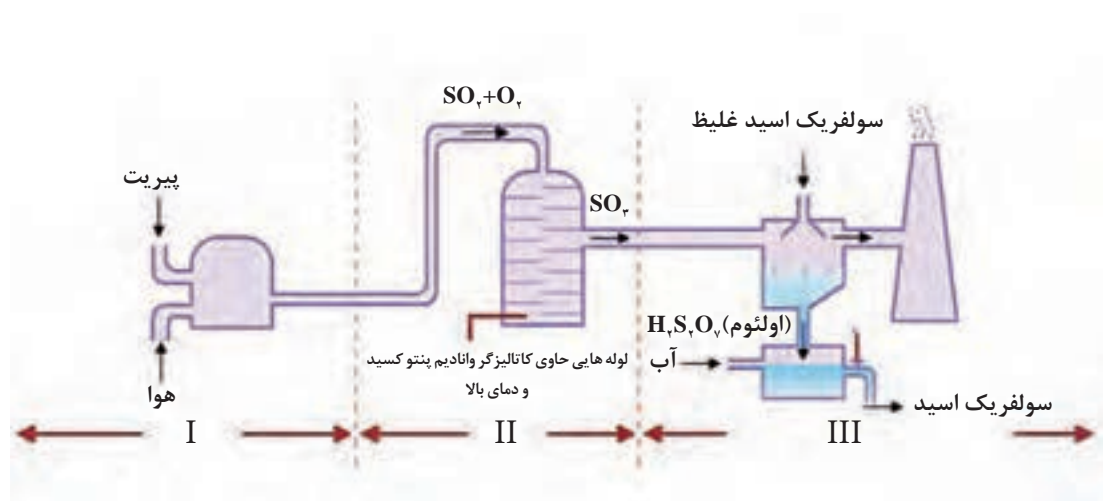
شکل ۳- عرضه جهانی سولفوریک اسید از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵

تهیه سولفوریک اسید: صنعت سولفوریک اسید سازی از سال ۱۸۱۳ شروع شد و در قرن ۱۹ تکمیل گردید. امروزه برای تهیه سولفوریک اسید از دو روش تماسی (مجاورت) و مرطوب استفاده می‌شود. مواد اولیه طی واکنش‌هایی به گوگرد دیوکسید (SO_2) تبدیل می‌گردد و در ادامه با حضور اکسیژن، آب و کاتالیزگر در دماهای بالا سولفوریک اسید تولید می‌شود.



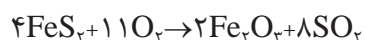
شکل ۴- برخی مواد خام اولیه برای تهیه سولفوریک اسید

در روش تماسی که نسبت به روش مرطوب متداول تر است، مهم‌ترین روش تولید گوگرد دیوکسید در مرحله نخست، استفاده از گوگرد عنصری است. مهم‌ترین معدن‌های گوگرد آزاد در مناطقی مثل ایتالیا، آمریکا و آرژانتین وجود دارد. در ایران نیز معدن گوگرد زیادی وجود دارد. (به دلیل فراوانی منابع نفت و گاز اغلب تولیدات گوگرد ایران از نوع نفتی است). در برخی موارد و در مناطقی که منابع گوگرد عنصری محدود است، مانند کشور چین، برای تهیه گوگرد دیوکسید، از سولفیدهای فلزی نظیر آهن سولفید (FeS_2) استفاده می‌شود. آهن سولفید در طبیعت به شکل کانی^۱ پیریت یافت می‌شود. طرح ساده‌ای از تهیه سولفوریک اسید از پیریت در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- مراحل مختلف تهیه سولفوریک اسید از پیریت

مرحله اول: گرما دادن کانی پیریت در کوره‌های مناسب در دمای $1000-600^\circ\text{C}$ به منظور تولید گاز گوگرد دیوکسید مطابق واکنش زیر:



مرحله دوم: عبور گاز SO_2 از برج‌های شست‌وشو به منظور حذف مواد ناخالص و رطوبت

مرحله سوم: واکنش SO_2 با اکسیژن (O_2) به منظور تولید SO_3 در برج تماس که متشکل از لوله‌هایی حاوی کاتالیزگر وانادیم پنتوکسید و دمای بالا ($400-500^\circ\text{C}$) است.



با در نظر گرفتن واکنش بالا، توجه به چند نکته به لحاظ عملی الزامی است:

۱- جامد طبیعی با ساختار بلوری است که در ترکیب سنگ‌های پوسته زمان یافت می‌شود.

۱ با توجه به گرمازا بودن این واکنش و طبق اصل لوشاتلیه، کاهش دما باعث افزایش تولید گاز SO_3 می‌شود. از سوی دیگر کاهش دما باعث کاهش سرعت واکنش می‌شود و زمان لازم برای تولید محصول را افزایش می‌دهد، که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. برای رفع این مشکل از کاتالیزگر و دمای مناسب استفاده می‌شود. همچنین در این واکنش تعادلی چون تعداد مول محصول تولید شده کمتر از مواد اولیه است، به منظور افزایش بازده، می‌توان از فشار بالا استفاده کرد. استفاده از فشارهای بالا هزینه تجهیزات را تا چندبرابر افزایش می‌دهد، به همین دلیل این واکنش در فشارهای نزدیک به فشار جو انجام می‌شود.

۲ در واکنش‌های تعادلی، افزایش غلظت مواد اولیه سبب پیشرفت واکنش به سمت تولید محصول بیشتر خواهد شد. در این واکنش اگر غلظت اکسیژن زیادتر باشد، تولید گاز گوگرد تری‌اکسید نیز بیشتر می‌شود. بدین منظور نسبت ۱:۱ از گازهای اکسیژن و گوگرد دی‌اکسید در حضور کاتالیزگر واکنش می‌دهند (اکسیژن دو برابر مقدار استوکیومتری به کار رفته است).

مرحله چهارم: SO_3 در H_2SO_4 غلیظ حل شده و پیروسولفوریک اسید (اولئوم) تولید می‌شود.



مرحله پنجم: پیروسولفوریک اسید با آب رقیق می‌شود تا H_2SO_4 با غلظت مورد نیاز تولید شود.



فعالیت عملی ۱



تولید سولفوریک اسید به روش جابر

وسایل و مواد مورد نیاز: ارلن، بالن، مبرد (چگالنده)، لوله‌های رابط، چراغ گازی، کاغذ pH، آهن (II) سولفات (FeSO_4)

نکته ایمنی



- ۱ آزمایش حتماً در زیر هود با قدرت مکش انجام شود.
- ۲ استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه ضروری است.
- ۳ قبل از انجام واکنش، از بسته بودن سامانه انجام واکنش اطمینان حاصل کنید.

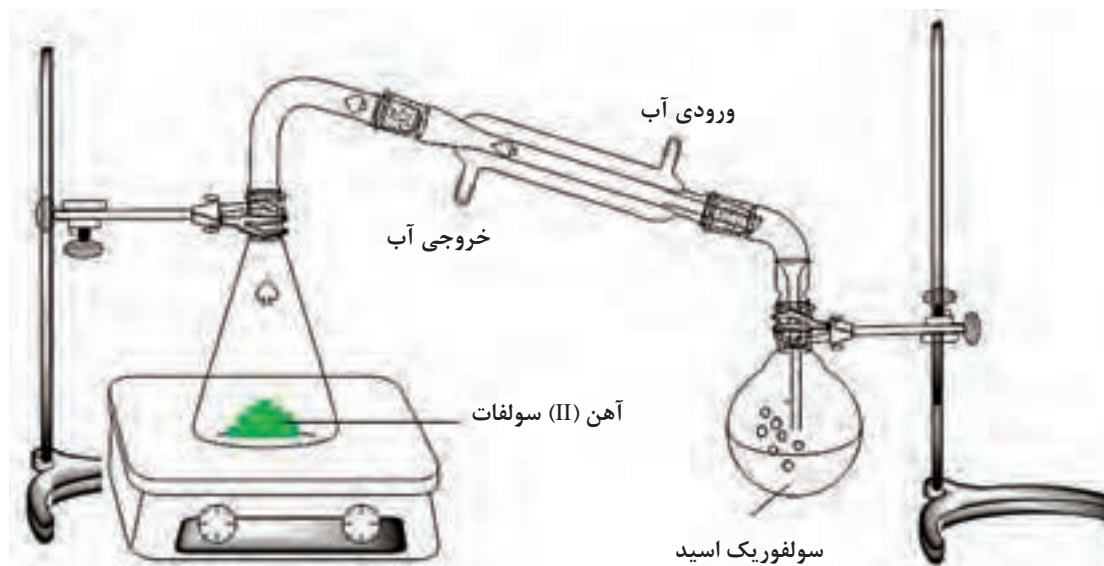
روش کار:

- ۱ مقداری آهن (II) سولفات را در ارلن بریزید و با کمک مسئول آزمایشگاه سامانه‌ای مانند شکل ۶ سوار کنید.
- ۲ با استفاده از چراغ گازی رسوب موجود در ارلن را به شدت گرما دهید تا قهوه‌ای رنگ شود. بخارات حاصل را پس از سرد شدن در مبرد (چگالنده)، در ظرف دیگر که حاوی آب مقطر است، جمع‌آوری کنید.

۳ با استفاده از کاغذ pH، خاصیت اسیدی محلول به دست آمده را بررسی کنید.

۴ در یک لوله آزمایش تکه کوچکی نوار منیزیم بیندازید و چند قطره از محلول به دست آمده از واکنش بالا را بر روی آن بریزید.

مشاهدات خود را یادداشت کنید.



شکل ۶- سامانه تولید سولفوریک اسید

۱ مزایا و معایب استفاده از پیریت برای تولید سولفوریک اسید در مقایسه با گوگرد عنصری چیست؟
۲ یکی از مراحل پالایش گاز طبیعی جداسازی کربن دیوکسید و هیدروژن سولفید است (شیرین سازی گاز). با تحقیق در مراجع علمی، اهمیت استفاده از گوگرد حاصل از شیرین سازی گاز طبیعی برای تولید سولفوریک اسید را بیان کنید.

تحقیق کنید
۱



فیلم آموزشی



تولید سولفوریک اسید در آزمایشگاه و صنعت



استفاده سولفوریک اسید در چرم سازی

سولفوریک اسید در صنایع مختلف، از جمله صنعت چرم سازی دارای اهمیت زیادی است. در فرایند چرم سازی برای حذف موهای پوست از آهک استفاده می شود. عمل آهک دهی برای سست کردن ریشه مو و کمک به از بین بردن پروتئین های زائد و چربی های موجود در پوست است. در مراحل بعدی آهک باقیمانده باید به طور کامل حذف شود، چرا که باعث ایجاد ترک هایی در سطح چرم و کاهش کیفیت محصول تولیدی می شود. حذف آهک توسط مواد شیمیایی مانند سولفوریک اسید انجام می گیرد.

نیتریک اسید

نیتریک اسید یا جوهر شوره، با فرمول مولکولی HNO_3 ، یک اسید معدنی سمی است که به شدت خاصیت خورندگی دارد. نیتریک اسید خالص مایع بی رنگی است و با گذشت زمان به علت تجمع نیتروژن اکسید، رنگ آن به زردی می گراید. این ماده به نور حساس است و اغلب در بطری های شیشه ای قهوه ای رنگ ذخیره می شود. به عنوان یک اسید قوی، میزان حل پذیری نیتریک اسید در آب بسیار زیاد است.

واکنش انجام شده در ظرف حاوی نیتریک اسید را که باعث تغییر رنگ از بی رنگ به زرد می شود، بنویسید.

تحقیق کنید
۲



برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی نیتریک اسید در جدول ۲ اشاره شده است.

جدول ۲- برخی از خواص نیتریک اسید

HNO_3	فرمول شیمیایی
۶۳/۰۱	جرم مولکولی (g/mol)
مایع بی رنگ	شکل ظاهری
-۴۲	دمای ذوب ($^{\circ}\text{C}$)
۸۴	دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)
۱/۵۱	چگالی (g/cm^3)
به طور کامل محلول	حل پذیری در آب

کاربردهای نیتریک اسید: بخش عمده نیتریک اسید در تولید آمونیم نیترات که ماده اصلی در تهیه کود است، استفاده می شود. از نیتریک اسید در تهیه مواد منفجره مثل تی ان تی^۱ و نیتروگلیسرین^۲ نیز استفاده می شود. از سایر موارد استفاده نیتریک اسید می توان به استفاده در سوخت مایع موشک ها در صنعت هوافضا، خالص سازی فلزات با ارزش مانند طلا، نقره و پلاتین، استفاده به عنوان یکی از مواد اولیه در تولید نایلون، پارچه، لاستیک و رنگ ها و همچنین استفاده در فعالیت های آزمایشگاهی، تولید مواد شیمیایی و تهیه تیزاب سلطانی^۳ اشاره کرد.

تهیه نیتریک اسید: اولین گزارش ها از تولید نیتریک اسید به قرون وسطی و واکنش سولفوریک اسید با سدیم نیترات اشاره دارد.

فعالیت عملی ۲



تولید نیتریک اسید در آزمایشگاه

وسایل و مواد مورد نیاز: بالن، چگالنده، شلنگ آب، ترازو، گرمکن برقی^۴، پتاسیم نیترات، سولفوریک اسید، کاغذ pH

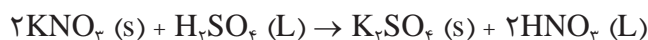
نکته ایمنی



این آزمایش به دلیل تولید گاز سمی NO_۲ زیر هود با قدرت مکش بالا انجام شود. استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه الزامی است.

روش کار:

- ۱- ۱۰ گرم پتاسیم نیترات را وزن کنید و در یک بالن شیشه ای بریزید.
- ۲- ۵۰ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ به بالن اضافه کنید.
- ۳- به کمک مسئول آزمایشگاه سامانه ای مانند شکل ۷ را سوار کنید. (زیر هود)
- ۴- ظرف واکنش را گرما دهید تا گاز خرمایی رنگ NO_۲ متصاعد شود و از طریق میعان در طرف دیگر جمع آوری شود.
- ۵- از کاغذ pH برای بررسی اسیدیته محصول استفاده کنید.



۱- TNT

۲- Nitroglycerin

۳- مخلوطی از نیتریک اسید و هیدروکلریک اسید غلیظ با نسبت حجمی ۱ به ۳ است و برای حل کردن فلزات (از جمله طلا و پلاتین) به کار می رود.

۴- Heater



شکل ۷- سامانه تهیه نیتریک اسید

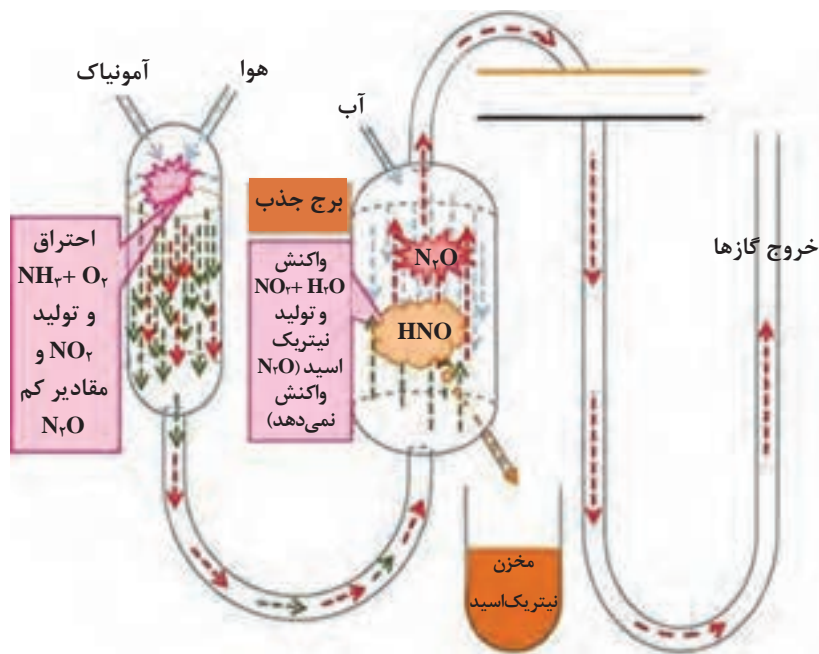
مشاهدات خود را یادداشت کنید.

انجام آزمایش تهیه نیتریک اسید

فیلم آموزشی

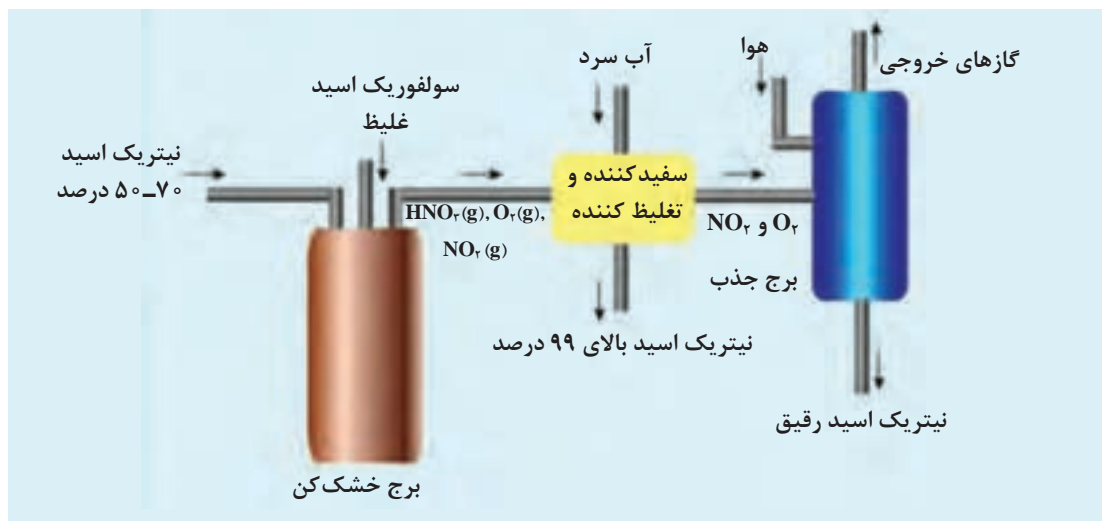


امروزه با توسعه روزافزون صنعت آمونیاک سازی تقریباً تمام مقادیر تجاری نیتریک اسید از ترکیب شدن آمونیاک با اکسیژن در یک فرایند سه مرحله‌ای به نام فرایند استوالد^۱ تولید می‌شود (شکل ۸).



شکل ۸- مراحل تولید نیتریک اسید

تهیه نیتریک اسید با غلظت بالا: نیتریک اسید غلیظ برای بسیاری از فرایندهای شیمیایی مورد نیاز است. این اسید غلیظ را می‌توان از خشک کردن، بی‌رنگ کردن، متراکم کردن و جذب کردن نیتریک اسید رقیق تهیه کرد. در این روش، سولفوریک اسید و نیتریک اسید رقیق به داخل یک استوانه خشک‌کننده بسته ریخته می‌شوند. بخار اسید حاصل، متراکم می‌شود و نیتریک اسید با غلظت ۹۸ تا ۹۹ درصد تولید می‌کند (شکل ۹).



شکل ۹- تهیه نیتریک اسید غلیظ

نقش سولفوریک اسید در فرایند تولید نیتریک اسید غلیظ چیست؟

پرسش ۳



بیشتر بدانید



فریدریش ویلهلم استوالد

فریدریش ویلهلم استوالد^۱ (۱۸۵۳-۱۹۳۲) یک شیمی‌دان آلمانی بود. او با ابداع فرایند تولید نیتریک اسید در سال ۱۹۰۲ اعتبار فراوانی کسب کرد. استوالد مطالعات زیادی در زمینه علم شیمی انجام داد و در سال ۱۹۰۹ جایزه نوبل شیمی را در زمینه شیمی، تعادل شیمیایی و سرعت واکنش دریافت کرد.

۱- Friedrich Wilhelm Ostwald



نیتریک اسید و سولفوریک اسید از جمله خطرناک‌ترین اسیدهای شناخته‌شده هستند که اگر موارد ایمنی آن رعایت نشود، می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیری به بدن انسان وارد کند که از سوختگی گرفته تا احتمال مرگ را شامل می‌شود. در صورت تماس با پوست و چشم باعث سوزش، خارش و در غلظت‌های بالا باعث نابینایی می‌شود. در صورت تماس با چشم یا پوست باید موضع مورد نظر با آب فراوان شسته شود. تنفس بخارات و ذرات ریز این ماده سبب تحریک دستگاه تنفسی و در موارد شدیدتر خوردگی دندان‌ها و حتی منجر به مرگ می‌شود. قرار گرفتن در هوای آزاد تأثیرات حاصل از تنفس اسید را کاهش می‌دهد.



تولید آزمایشگاهی و صنعتی نیتریک اسید

هیدروکلریک اسید

هیدروکلریک اسید یا جوهرنمک یک محلول شفاف، بی‌رنگ و با بویی بسیار تند و نافذ است که حاصل حل شدن گاز هیدروژن کلرید در آب است. این ماده یک اسید معدنی قوی با خاصیت خوردگی بسیار بالا است. به برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی هیدروکلریک اسید در جدول ۳ اشاره شده است.

جدول ۳- برخی از خواص هیدروکلریک اسید (۳۶٪)

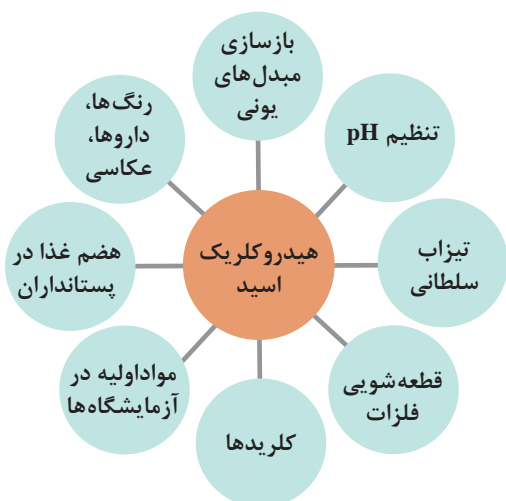
HCl	فرمول شیمیایی
۳۶/۴۶	جرم مولکولی (g/mol)
مایع بی‌رنگ یا زرد کم‌رنگ و دارای بوی تند	شکل ظاهری
-۳۰	دمای ذوب (°C)
۶۱	دمای جوش (°C)
۱/۱۸	چگالی (g/cm ^۳)
به‌طور کامل محلول	حل‌پذیری در آب



اسید معده یک مایع گوارشی اسیدی، رقیق و یکی از اجزای اصلی شیرۀ معده است که توسط سلول‌های موجود در پوشش معده تولید می‌شود. از جمله موادی که در اسید معده وجود دارد، هیدروکلریک اسید است. این اسید با فعال شدن آنزیم‌های گوارشی که زنجیره‌های طولانی اسید آمینه را تجزیه می‌کنند، نقش مهمی در هضم پروتئین‌ها دارد. از سوی دیگر هیدروکلریک اسید با از بین بردن باکتری‌هایی که با تغذیه وارد معده می‌شوند، بدن را از بیماری محافظت می‌کند و از این طریق به سامانه ایمنی بدن کمک می‌کند.



تولید آزمایشگاهی و صنعتی هیدروکلریک اسید

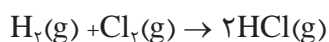


کاربردهای هیدروکلریک اسید:

هیدروکلریک اسید جزء مواد شیمیایی اولیه (پایه) است که استفاده های صنعتی زیادی دارد. به برخی از کاربردهای مهم این اسید در شکل ۱۰ اشاره شده است.

شکل ۱۰- نمایی از کاربردهای هیدروکلریک اسید

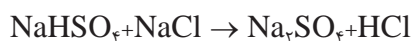
تهیه هیدروکلریک اسید: گازهای هیدروژن و کلر مواد اولیه برای تولید هیدروکلریک اسید هستند. در این شرایط گاز کلر می تواند با گاز هیدروژن ترکیب شود و گاز هیدروژن کلرید خالص تولید کند، گاز HCl آزاد شده با حل شدن در آب به هیدروکلریک اسید تبدیل می شود.



حل شدن گاز هیدروژن کلرید در آب $HCl(g) \rightarrow HCl(aq)$

یکی دیگر از روش های تولید هیدروکلریک اسید استفاده از واکنش گاه های مانهایم^۱ است.

در این روش سولفوریک اسید (۹۸٪) و سدیم کلرید در یک واکنش گاه در دمای $150^\circ C$ طی دو مرحله ترکیب می شوند.



گاز هیدروژن کلرید حاصل از بالای واکنش گاه خارج می گردد و توسط لوله ها به برج های جذب آب هدایت می شود. جذب هیدروژن کلرید در آب به شدت گرمازا است، گرمای آزاد شده با استفاده از برج های خنک کننده جذب می شود.

واکنش گاه مانهایم چه واکنش گاهی است؟

تحقیق کنید
۳



فعالیت عملی ۳



تولید هیدروکلریک اسید در آزمایشگاه

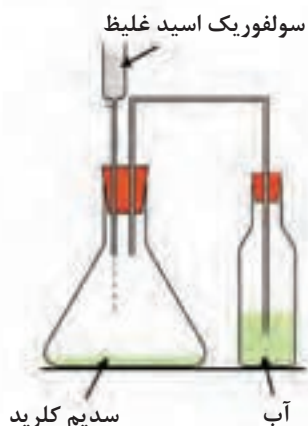
وسایل مورد نیاز: ترازو، ارلن، بشر، درپوش سوراخ دار، لوله پلاستیکی (شفاف) رابط، کاغذ pH، سدیم کلرید، سولفوریک اسید، آب مقطر

نکته ایمنی



- واکنش زیر هود با قدرت مکش بالا انجام شود.
- استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه الزامی است.

روش کار



شکل ۱۱- تهیه هیدروکلریک اسید

۱. ۵ گرم نمک سدیم کلرید را وزن کنید و داخل ارلن کاملاً خشک بریزید. در ظرف را با یک درپوش سوراخ دار ببوشانید. از یک سوراخ لوله پلاستیکی داخل یک ظرف آب بگذارید. سوراخ دیگر برای افزودن سولفوریک اسید است (برای انجام واکنش سامانه‌ای مانند آنچه در شکل ۱۱ نشان داده شده است، تهیه کنید).

۲. pH آب را اندازه‌گیری کنید.

۳. ۱۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ را قطره‌قطره به ظرف واکنش اضافه کنید. به خروج حباب‌های گاز HCl به داخل ظرف آب دقت کنید.

۴. دوباره pH آب را اندازه‌گیری کنید.

۵. مشاهدات خود را یادداشت کنید.

تحقیق کنید

۴



چرا هیدروکلریک اسید تا غلظت ۳۸٪ تهیه می‌شود؟

نکات ایمنی



در نگهداری و استعمال اسید باید به چند نکته توجه داشت:

۱. ظرف حاوی اسید باید در محل خشک، خنک و دور از آفتاب نگهداری شود.

۲. در ظرف حاوی اسید پس از هر بار استفاده باید محکم بسته شود.

۳. ظرف حاوی اسید باید از عوامل اکسایش، قلیاها، فلزات، منابع گرمایی و منابع غذایی دور نگه داشته شود.

۴. واکنش اضافه کردن آب به اسید گرمازا است که می‌تواند منجر به آتش‌سوزی شود. بنابراین باید همیشه اسید را به آب اضافه کرد.

۵. محل نگهداری اسید باید مجهز به تجهیزات ضدآتش باشد.

فعالیت عملی ۴



بررسی اثر جوهر نمک بر روی جرم‌ها

وسایل و مواد مورد نیاز: جوهر نمک، سرامیک جرم‌دار

روش کار:

- ۱ با رعایت نکات ایمنی و با کمک مسئول آزمایشگاه مقداری از جوهر نمک تجاری را روی جرم موجود در سرامیک‌ها بریزید.
- ۲ همین فعالیت را با هیدروکلریک اسید تولید شده در فعالیت عملی ۳ انجام دهید و میزان جرم‌زدایی آنها را با هم مقایسه کنید.
- ۳ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

سدیم هیدروکسید

سدیم هیدروکسید با فرمول شیمیایی NaOH ماده معدنی جامد و سفید رنگ با خاصیت خوردندگی است که در اصطلاح عامیانه به سود سوزآور معروف است (شکل ۱۲). این ماده به خوبی در آب حل می‌شود و گرمای زیادی تولید می‌کند، محلول حاصل معمولاً بی‌رنگ و بی‌بو است. این ترکیب، در تماس با پوست، دارای اثر خوردندگی است و هنگام استفاده باید نکته‌های ایمنی مورد توجه قرار گیرد.



حبه‌ای



پودری



پرک

شکل ۱۲- صورت‌های مختلف سود جامد

در جدول ۴، خواص فیزیکی و شیمیایی سدیم هیدروکسید خلاصه شده است.

جدول ۴- برخی از خواص سدیم هیدروکسید

فرمول شیمیایی	NaOH
جرم مولکولی (g/mol)	۳۹/۹۹
شکل ظاهری	جامد سفید رنگ
دمای ذوب (°C)	۳۱۸
دمای جوش (°C)	۱۳۸۸
چگالی (g/cm³)	۲/۱۳

کاربرد سدیم هیدروکسید: سدیم هیدروکسید، به عنوان یک باز قوی، یکی از مواد شیمیایی صنعتی بسیار مهم به شمار می‌رود که سالیانه حجم بسیار زیادی از آن در کشورهای مختلف تولید می‌شود. در زیر به برخی از کاربردهای مهم سدیم هیدروکسید اشاره شده است.

- تولید صابون و مواد شوینده و پاک‌کننده، این ترکیب بهترین ماده ضدچربی و ضدرسوب و شوینده در دنیای صنعت است. در دروس تخصصی سال‌های دهم و یازدهم صنایع شیمیایی، با این کاربرد آشنا شده‌اید.
- استفاده در صنعت کاغذسازی به منظور تجزیه چوب، تولید خمیر و سفید کردن الیاف قهوه‌ای
- استفاده در صنعت پتروشیمی و استخراج نفت به منظور خنثی‌سازی، چربی‌گیری و تصفیه محصولات نفتی
- ماده اولیه و واسطه برای تولید بسیاری از مواد شیمیایی (انواع ترکیبات آلی و معدنی)
- استفاده در صنایع فلزی و آبکاری، مانند حل کردن سنگ معدن بوکسیت (ماده اولیه تولید آلومینیم) در صنعت آلومینیم‌سازی

تهیه سدیم هیدروکسید: سدیم هیدروکسید از برقکافت (الکترولیز^۱) سدیم کلرید (سنگ نمک) تولید می‌شود. معدن‌های زیادی از سدیم کلرید در جای جای جهان یافت می‌شود. بیشتر این معادن چندصد متر عمق دارند و رسوب‌های استخراج شده از آنها تقریباً خالص است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- سنگ نمک موجود در معدن نمک سمنان

فرایند برقکافت محلول‌های سدیم کلرید که در صنعت به فرایند کلر-قلیایی یا کلر-آلکالی^۲ معروف است، در یکی از انواع سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود. در این فرایند از محلول آبی سدیم کلرید (آب نمک) به عنوان ماده اولیه استفاده می‌شود و گاز کلر، گاز هیدروژن و سود مایع به عنوان محصولات نهایی تولید می‌شوند. انواع مختلف سلول‌های الکترولیتی که به طور تجاری استفاده می‌شوند، عبارت‌اند از: روش غشایی^۳، روش دیافراگم^۴ و روش جیوه‌ای^۵. روش‌های الکترولیتی بر اساس واکنش‌های زیر پایه‌گذاری شده‌اند. غلظت و خلوص سدیم هیدروکسید تولیدشده در هر فرایند متفاوت است.

۱- Electrolysis

۲- Chloralkali process

۳- Membrane Cell

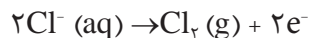
۴- Diaphragm Cell

۵- Mercury Cell

تفکیک نمک به یون‌های سازنده ضمن انحلال در آب



نیم‌واکنش انجام شده در آند



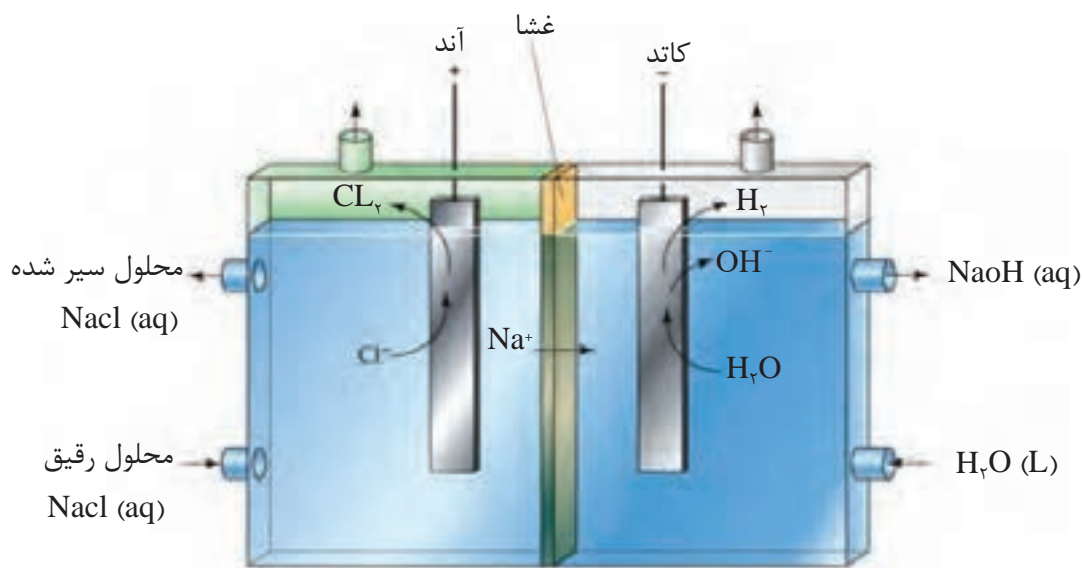
نیم‌واکنش انجام شده در کاتد



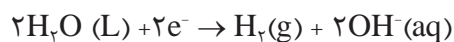
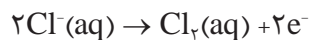
واکنش کلی



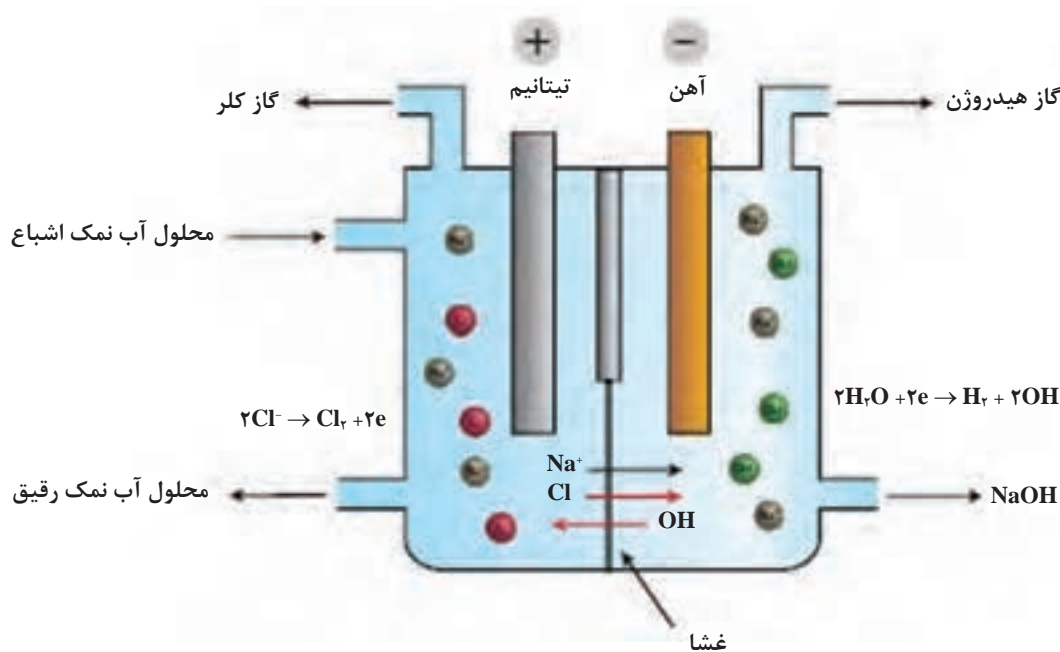
روش غشایی: در این روش، غشای به کار رفته انتخابی عمل می‌کند و فقط به یون‌های مثبت (سدیم) اجازه عبور می‌دهد و از واکنش سدیم هیدروکسید و هیدروژن با کلر جلوگیری می‌کند. با ورود آب نمک اشباع به محفظه آندی، یون‌های کلرید با از دست دادن الکترون به گاز کلر تبدیل می‌شوند. در ادامه با عبور کاتیون‌های سدیم و آب از غشا به سمت محفظه کاتدی، واکنش کاهش آب و تولید گاز هیدروژن و آنیون هیدروکسید در کاتد انجام می‌شود. آنیون هیدروکسید با کاتیون سدیم ترکیب می‌شوند و محلول سدیم هیدروکسید تولید می‌کند. نمونه‌ای از این سل در شکل ۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۱۴- سل غشایی

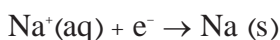


روش دیافراگمی: سل مورد استفاده در این روش توسط یک صفحه دیافراگمی نفوذپذیر به دو بخش تقسیم می‌شود و مانع از عبور گازهای تولیدی در آند و کاتد می‌شود (شکل ۱۵). در روش دیافراگمی محلولی از آب نمک وارد محفظه آندی می‌گردد و با حذف الکترون از آنیون‌های کلر در آند، گاز کلر تولید می‌شود. با عبور محلول آب نمک از دیافراگم به سمت کاتد، گاز هیدروژن و آنیون هیدروکسید در کاتد تولید می‌شوند. کاتیون سدیم با عبور از دیافراگم وارد کاتد می‌گردد و محلولی از سدیم هیدروکسید تولید می‌شود. با عبور آنیون‌های کلر از دیافراگم، مقداری سدیم کلرید به همراه سدیم هیدروکسید تولید می‌شود. پس از تغلیظ این مخلوط از طریق تبخیر، محلولی حاوی ۵۰٪ سدیم هیدروکسید حاصل می‌شود.

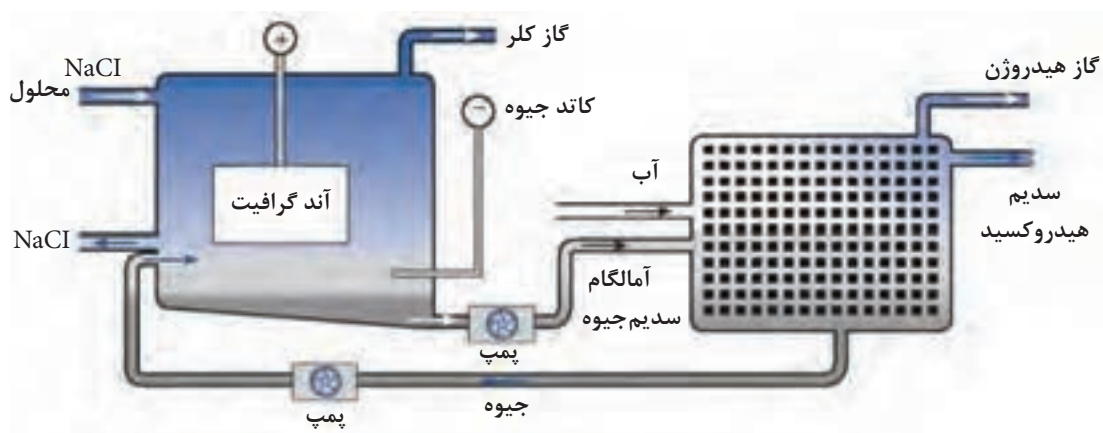


شکل ۱۵- سل دیافراگمی

روش جیوه‌ای: در فرایند سل جیوه‌ای، عنصر سدیم در کاتد، که لایه نازکی از جریان فلز جیوه است، تشکیل می‌شود.



سدیم تولید شده با جریان جیوه مخلوط می‌شود و به صورت ملغمه (آمالگام) سدیم - جیوه از سلول خارج می‌شود. ملغمه مایع در محفظه تفکیک کننده و در حضور کاتالیزگر گرافیت با آب واکنش می‌دهد و سدیم هیدروکسید، گاز هیدروژن و جیوه تولید می‌کند. جیوه حاصل از تجزیه ملغمه به سل بازگردانده می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. در الکترودهای آند که در فاصله چند میلی متری از سطح جیوه در محلول الکترولیت معلق هستند، واکنش اکسایش یون‌های کلرید و تولید گاز کلر انجام می‌شوند.



شکل ۱۶- سل جیوه‌ای

برای تولید سدیم هیدروکسید جامد از فرایند تغلیظ استفاده می‌شود. برای این منظور سود مایع تولید شده به مخزن‌های کوچک منتقل می‌گردد و روی سینی‌های نیکل سرریز می‌شود. در دماهای بالا غلظت سود مایع به ۹۸٪ می‌رسد و در ادامه با استفاده از دستگاه خنک کننده و با سرمایش به ورقه‌های نازک پرک تبدیل می‌شود.

تولید سدیم هیدروکسید با روش‌های مختلف

فیلم آموزشی



بیشتر بدانید



اولین واحد کلر آلکالی ایران در استان خوزستان با هدف تولید کلر مایع برای تصفیه آب نوشیدنی و سود برای صناعی مثل کاغذسازی راه‌اندازی گردید. در این واحد سدیم کلرید مورد نیاز برای تولید سود در سل‌های جیوه‌ای، از تبخیر خورشیدی آب‌های خلیج فارس تأمین می‌شد. امروزه به علت مصرف بالای جیوه در مقایسه با واحدهای کلر آلکالی اروپا و مشکلات زیست محیطی ایجاد شده، این روش از مدار خارج شده است. این واحد صنعتی در نظر دارد، به منظور تولید بیشتر سدیم هیدروکسید و حفظ محیط زیست، با بهره‌گیری از فرایند غشایی، در مصرف انرژی نیز صرفه جویی کند. منطقه ماهشهر و صنایع آلومینای جاجرم از مهم‌ترین مصرف‌کننده‌های این ماده هستند.



واحد کلر آلکالی پتروشیمی بندر امام خمینی

با بررسی مراجع علمی، سه روش تهیه سدیم هیدروکسید را از نظر خلوص سود تولیدی، محصولات جانبی، معایب و مزایا مقایسه کنید.

تحقیق کنید
۵





استفاده از سدیم هیدروکسید در صنایع غذایی (شیرین کردن زیتون): کاشت و پرورش زیتون از گذشته در کشور ایران رایج بوده و در سال‌های اخیر با اصلاح ژنتیکی درختان زیتون طرفداران زیادی پیدا کرده است. اغلب صاحبان درختان زیتون راغب هستند تا روش ساده‌ای را برای فراوری محصول به کار گیرند. اولین مرحله برای فراوری زیتون شیرین کردن آن است که با استفاده از محلول سود انجام می‌شود. دانه‌های زیتون پس از تلخی‌زدایی، چندین بار در آب شسته می‌شود و در انتها برای خنثی شدن باقیمانده احتمالی سود، از مخلوط آب و سرکه استفاده می‌شود.

پتاسیم هیدروکسید

پتاسیم هیدروکسید یا پتاس، با فرمول شیمیایی KOH، یک ترکیب معدنی سفیدرنگ است که مانند سدیم هیدروکسید از قوی‌ترین بازها هستند. این ماده بیشتر به شکل پودر و حبه‌های سفیدرنگ تولید شده و به فروش می‌رسد. پتاسیم هیدروکسید به شدت جذب‌کننده رطوبت است و به عنوان یک ماده خشک‌کننده در آزمایشگاه عمل می‌کند. این ماده حل‌پذیری بیشتری نسبت به سدیم هیدروکسید در آب حل می‌شود و طی یک واکنش شدید، گرمای زیادی تولید می‌کند. جدول ۵ نشان‌دهنده برخی خواص پتاسیم هیدروکسید است.

جدول ۵- برخی از خواص پتاسیم هیدروکسید

KOH	فرمول شیمیایی
۵۶/۱۱	جرم مولکولی (g/mol)
جامد سفید رنگ	شکل ظاهری
۳۶۰	دمای ذوب (°C)
۱۳۲۷	دمای جوش (°C)
۲/۱	چگالی (g/cm ^۳)

کاربرد پتاسیم هیدروکسید: پتاسیم هیدروکسید به دلیل خاصیت بازی قوی، کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف دارد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

- استفاده برای خنثی کردن قدرت اسیدی، تنظیم pH محلول‌ها و تعیین غلظت اسید در روش تیتراسیون
- تولید شامپو، صابون‌های مایع و شوینده‌هایی با کیفیت بالا. صابون‌های پتاسیم نرم‌تر و محلول‌تر از صابون‌های سدیم هستند؛ در نتیجه، صابون‌های مایع معمولاً صابون‌های پتاسیم هستند. در سال دهم این صابون‌ها را تهیه کردید.

- تولید باتری‌ها و سلول‌های سوختی. محلول آبی از پتاسیم هیدروکسید به عنوان الکترولیت در انواع باتری‌ها استفاده می‌شود.
- تهیه کودهای شیمیایی، به‌منظور تأمین منبع پتاسیم (یکی از سه غذای اصلی گیاهی) برای محصولات کشاورزی
- کمک به تجزیه بافت‌های نرم موجودات و موزدایی از پوست حیوانات
- تولید مواد شیمیایی (سایر ترکیبات پتاسیم)، رنگدانه‌ها و شیشه
- مصارف پزشکی و دارویی. پتاسیم هیدروکسید برای تشخیص عفونت‌های قارچی استفاده می‌شود.
- به عنوان ماده اولیه برای تهیه برخی مواد نگهدارنده در صنایع غذایی

فعالیت عملی ۵



اندازه‌گیری گرمای حاصل از حل شدن سود و پتاس در آب با استفاده از دماهای خوانده شده

وسایل و مواد مورد نیاز: بشر، استوانه مدرج، دماسنج، همزن شیشه‌ای، سدیم هیدروکسید، پتاسیم هیدروکسید، آب مقطر

روش کار

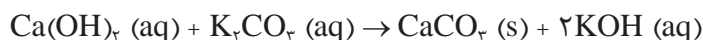
- ۱ با استفاده از یک استوانه مدرج ۳۰ میلی لیتر آب مقطر اندازه‌گیری کنید و در یک بشر بریزید و دمای آن را با استفاده از دماسنج یادداشت کنید.
- ۲ ۵ گرم سدیم هیدروکسید را وزن کنید و به بشر بیفزایید.
- ۳ در حالی که دماسنج در ظرف واکنش است، مخلوط واکنش را با احتیاط به هم بزنید تا سدیم هیدروکسید کاملاً حل شود. در تمامی مراحل دما را یادداشت کنید.
- ۴ تفاوت دمای اولیه و نهایی را محاسبه کنید.
- ۵ همین آزمایش را برای پتاسیم هیدروکسید انجام دهید.
- ۶ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

(تجزیه بال مرغ)

فیلم آموزشی



تهیه پتاسیم هیدروکسید: در روش‌های قدیمی برای تولید پتاسیم هیدروکسید از واکنش کلسیم هیدروکسید با پتاسیم کربنات استفاده می‌شد. این واکنش در زیر نشان داده شده است.



محلول به‌دست آمده از این واکنش صاف می‌شود و کلسیم کربنات رسوب کرده جدا می‌شود. در ادامه، محلول به‌دست آمده تغلیظ می‌شود تا پتاسیم هیدروکسید جامد حاصل شود.



تولید پتاسیم هیدروکسید در آزمایشگاه

وسایل و مواد مورد نیاز: استوانه مدرج، بشر، همزن شیشه‌ای، قیف، کاغذ صافی، ترازو، کلسیم هیدروکسید، پتاسیم کربنات، آب مقطر

روش کار:

۱. ۵ گرم کلسیم هیدروکسید را وزن کنید و در ۳۰ میلی لیتر آب به خوبی به هم بزنید و سپس صاف کنید. محلول زیر صافی حاوی کلسیم هیدروکسید محلول است.
۲. به محلول کلسیم هیدروکسید، ۱ گرم پتاسیم کربنات اضافه کنید و خوب به هم بزنید.
۳. رسوب تشکیل شده در ظرف را که کلسیم کربنات است، صاف کنید. محلول زیر صافی حاوی پتاسیم هیدروکسید است. مشاهدات خود را یادداشت کنید.

فیلم آموزشی



تولید پتاسیم هیدروکسید در آزمایشگاه و صنعت

در روش جدید برای تولید پتاسیم هیدروکسید، از برقکافت محلول‌های پتاسیم کلرید با استفاده از سل‌های جیوه‌ای و غشایی استفاده می‌شود. فرایند برقکافت پتاسیم کلرید مشابه الکترولیز سدیم کلرید است (ولتاژ پیل کمی کمتر است).

نکته ایمنی



سدیم هیدروکسید و پتاسیم هیدروکسید به عنوان بازهای قوی و خورنده هستند که می‌توانند در پوست و بافت نفوذ کنند و آسیب‌های جدی برای انسان به دنبال داشته باشند. شدت جراحات به مدت زمان تماس مواد با اندام‌های بدن بستگی دارد. چشم، دستگاه تنفسی و پوست بیشتر در معرض آسیب هستند که در نتیجه آلوده شدن با مواد، فرد دچار سوزش، تاول، سوختگی، التهاب، تنگی نفس و سرفه‌های شدید می‌شود و در موارد شدیدتر، کاهش بینایی و یا کوری را به دنبال دارد. استفاده از آب و شست‌وشوی عضو آسیب‌دیده باعث کاهش تأثیرات مخرب سود و پتاس بر بدن می‌شود. استفاده از وسایل ایمنی مثل عینک آزمایشگاهی، روپوش و دستکش‌های مناسب مواد شیمیایی در هنگام کار با این مواد الزامی است.

کلسیم هیدروکسید

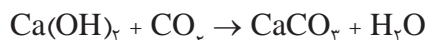


شکل ۱۷- پودر سفید کلسیم هیدروکسید

کلسیم هیدروکسید (شکل ۱۷) که با نام‌های آهک آب‌دار، شکفته و مرده نیز شناخته می‌شود، یک ماده معدنی با فرمول شیمیایی Ca(OH)_2 است. این ماده از لحاظ فیزیکی به صورت بلورهای بی‌رنگ یا پودر سفیدرنگ وجود دارد و از واکنش شیمیایی بین کلسیم اکسید (آهک زنده CaO) و آب تولید می‌شود. این واکنش که با آزاد شدن گرما همراه است، در دما و فشارهای بالا برگشت پذیر است.



کلسیم هیدروکسید با جذب کربن دی‌اکسید به کلسیم کربنات تبدیل می‌شود.



حل پذیری کلسیم هیدروکسید در آب بسیار کم است؛ با این حال محلول، حاصل که آب آهک نام دارد دارای خاصیت قلیایی است و قابلیت واکنش با محلول‌های اسیدی را دارد. با افزودن کلسیم هیدروکسید اضافی به آب آهک، مخلوطی متشکل از ذرات کلسیم هیدروکسید حاصل می‌شود (تعلیق) که شیر آهک یا دوغاب آهک نامیده می‌شود و یک محصول بسیار پرمصرف در صنعت ساختمان است.

فعالیت عملی ۷



تهیه شیر آهک و آب آهک

وسایل و مواد مورد نیاز: بشر، همزن شیشه‌ای، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، نی، کاغذ pH، کلسیم هیدروکسید، آب مقطر

روش کار:

- ۱ قاشق چای خوری کلسیم هیدروکسید را در یک بشر شیشه‌ای تمیز بریزید.
- ۲ ۳۰ میلی‌لیتر آب به بشر اضافه کنید.
- ۳ مخلوط واکنش را به مدت ۳ الی ۴ دقیقه خوب به هم بزنید. (در صورت امکان از دستگاه همزن برقی استفاده کنید). این مخلوط شیر آهک است.
- ۴ پس از هم زدن صبر کنید رسوب موجود در ظرف واکنش ته‌نشین شود.
- ۵ محلول بالای بشر را به آرامی و با استفاده از کاغذ صافی، صاف کنید.
- ۶ pH محلول زیر صافی (آب آهک) را با استفاده از دستگاه pH متر یا کاغذ pH بررسی کنید.
- ۷ با استفاده از یک نی در داخل محلول بدمید.
- ۸ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

کاربرد کلسیم هیدروکسید

- تصفیه آب و فاضلاب، شفاف کردن آب با حذف ذرات ریز و تنظیم قدرت اسیدی آب
- استفاده در صنایع غذایی (استفاده از آهک برای تهیه قند از نیشکر به منظور تنظیم pH)
- استفاده در ساختمان سازی (تولید ملات، تهیه سیمان و....)
- استفاده در صنایع چرم (کمک به زدودن مو از روی پوست چرم)
- استفاده در صنایع فولاد (کمک به جدا کردن ناخالصی های آهن)
- استفاده در صنایع شیمیایی، پتروشیمی و نفت
- کنترل آلودگی هوا (با جذب گازهای سمی)

فیلم آموزشی



تهیه قند از چغندر قند

فعالیت عملی ۸



کاربرد کلسیم هیدروکسید در تهیه قند

وسایل و مواد مورد نیاز: چغندر قند، ترازو، قیف شیشه ای، کاغذ صافی، کلسیم هیدروکسید، آب مقطر

روش کار:

- ۱ یک چغندر قند تهیه کنید و پس از شست و شو، آن را به خلال های باریک برش دهید.
- ۲ ۲۰ گرم خلال را با استفاده از ترازو وزن کنید و به آن ۶۰ میلی لیتر آب اضافه کنید و مخلوط واکنش را تا ۷۰ °C گرما دهید. برای جلوگیری از تبخیر آب از درپوش استفاده کنید.
- ۳ پس از گذشت دستکم ۲۰ دقیقه و با تغییر رنگ محلول، آن را از تفاله های باقی مانده جدا کنید (شربت قند خام).
- ۴ به شربت قند خام مقداری شیر آهک اضافه کنید و به هم بزنید تا ناخالصی ها به صورت رسوب از محیط خارج شود.
- ۵ محلول حاصل را صاف نمایید و خلال آن را تبخیر کنید تا بلورهای قند تشکیل شود.
- ۶ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

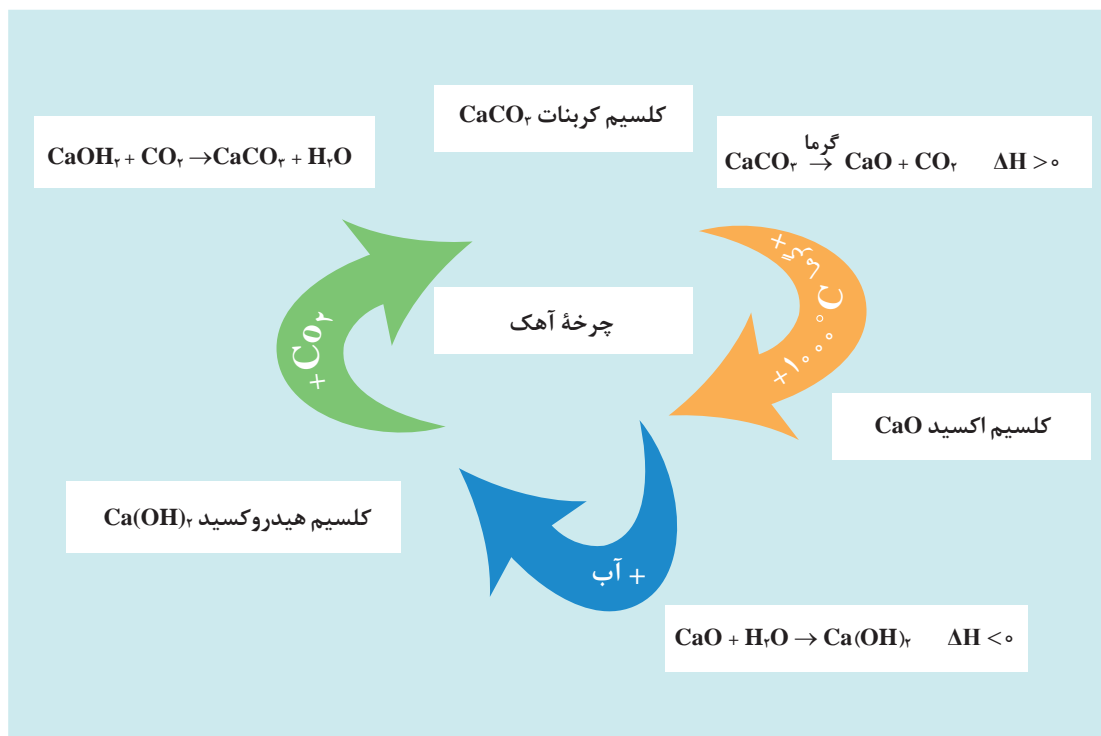
تحقیق کنید

۶



آهک چگونه می تواند باعث تصفیه هوا شود.

تهیه کلسیم هیدروکسید: ماده اولیه در تهیه کلسیم هیدروکسید، کلسیم اکسید است. این ماده اولیه از گرما دادن کلسیم کربنات (سنگ آهک) حاصل می‌شود. کلسیم اکسید تولیدشده در ادامه با جذب آب به کلسیم هیدروکسید تبدیل می‌شود. این ماده با جذب کربن دی‌اکسید مجدداً به کلسیم کربنات تبدیل می‌شود. این روند به چرخه آهک معروف است که به خوبی ماهیت و طبیعت علم شیمی است (شکل ۱۸).



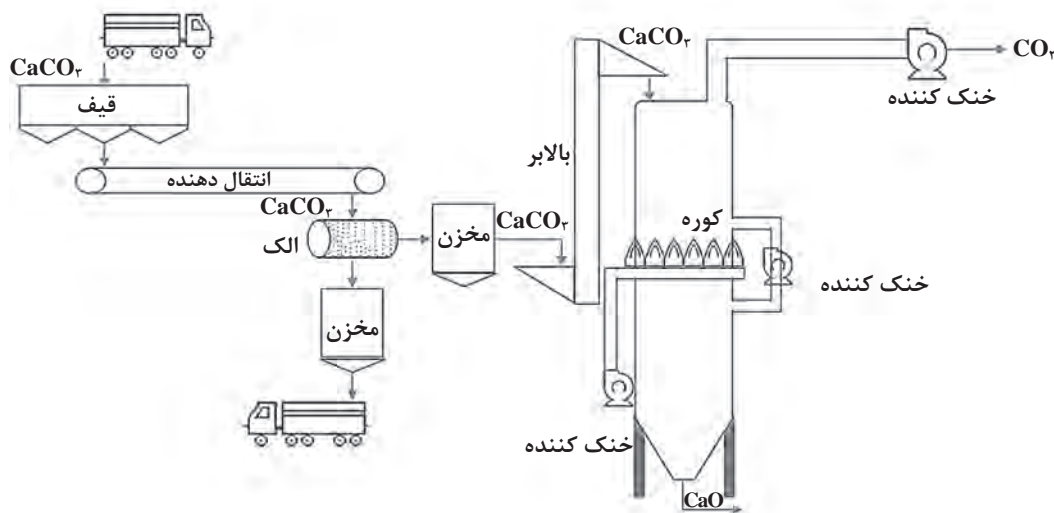
شکل ۱۸- چرخه آهک، سه ماده اصلی چرخه عبارت‌اند از: کلسیم کربنات (سنگ آهک)، کلسیم اکسید (آهک زنده) و کلسیم هیدروکسید (آهک آب‌دار)

مراحل تولید کلسیم هیدروکسید عبارت‌اند از:

مرحله اول: شکستن سنگ آهک استخراج‌شده از معدن توسط سنگ شکن

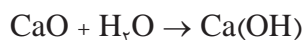
مرحله دوم: تجزیه حرارتی کلسیم کربنات در کوره‌هایی با دمای 1000°C و تولید کلسیم اکسید





شکل ۱۹- انتقال سنگ آهک به کوره و تجزیه حرارتی آن برای تولید کلسیم اکسید

مرحله سوم: آب زدن به آهک و انجام واکنش در دمای بالای 150°C و تولید کلسیم هیدروکسید



با استفاده از منابع علمی فرایند شکفته شدن آهک را بررسی کنید.

تحقیق کنید
۷



تولید کلسیم هیدروکسید

فیلم آموزشی



فعالیت عملی ۹



تولید کلسیم هیدروکسید در آزمایشگاه

وسایل و مواد مورد نیاز: ترازو، بشر، همزن شیشه‌ای، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، کلسیم کلرید، سدیم هیدروکسید، آب مقطر

روش کار:

۱ گرم از کلسیم کلرید را وزن کنید و در یک بشر بریزید و به آن ۴۰ میلی لیتر آب اضافه کنید و خوب به هم بزنید تا محلول شفاف شود.

۲ گرم سدیم هیدروکسید را پس از وزن کردن، در یک بشر بریزید و به آن ۱۵ میلی لیتر آب اضافه کنید و خوب به هم بزنید تا محلول شفاف شود.

۳ محلول سدیم هیدروکسید را به آرامی به محلول کلسیم کلرید اضافه کنید و مخلوط را به هم بزنید.

۴ رسوب حاصل را صاف کنید.

۵ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

فعالیت عملی ۱۰



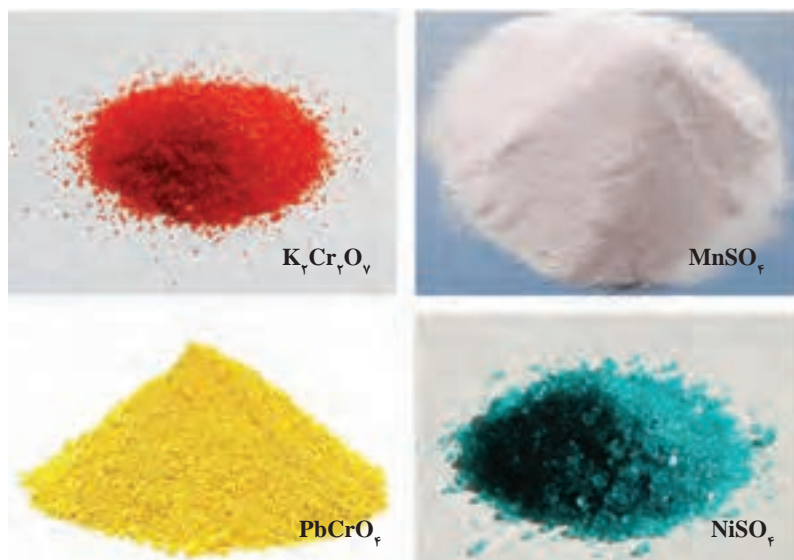
بازدید از کارخانه‌های تولید قلیا

روش کار:

با هماهنگی مسئولان هنرستان خود از یکی از مجتمع‌های تولیدی انواع باز دیدن کرده و در پایان، گزارشی تهیه کنید.

نمک‌ها

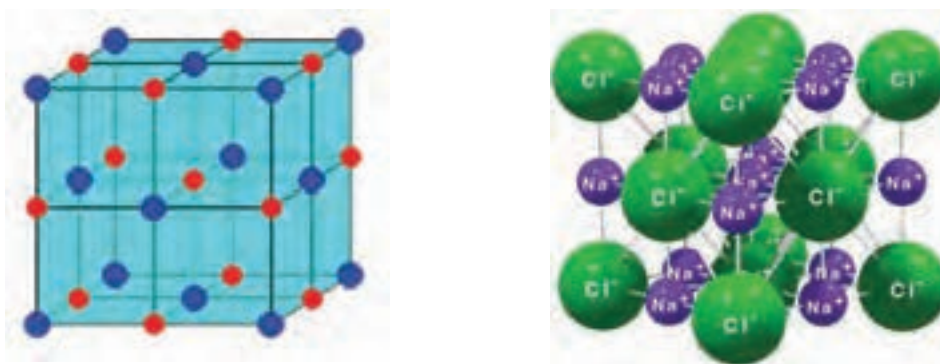
در علم شیمی نمک به موادی گفته می‌شود که از کاتیون‌ها (یون‌هایی با بار مثبت) و آنیون‌ها (یون‌هایی با بار منفی) تشکیل شده باشد؛ بنابراین محصول نهایی از نظر بار الکتریکی خنثی است. نمک‌ها اغلب از واکنش خنثی‌سازی بین اسید و باز حاصل می‌شود و خواص منحصر به فردی دارند که از جمله می‌توان به ساختار بلوری، دمای ذوب بالا و رسانایی جریان الکتریکی در حالت مذاب و حل‌پذیری اغلب آنها در آب اشاره کرد. نمک‌های شیمیایی دارای کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف برای تولید مواد گوناگون هستند. بسیاری از نمک‌ها مانند سدیم بی‌کربنات (جوش شیرین) و سدیم کلرید (نمک طعام)، که شناخته‌شده‌ترین نمک‌ها هستند، در منزل یافت می‌شوند و در زندگی روزمره استفاده می‌گردند.



شکل ۲۰- برخی از نمک‌های شیمیایی (منگنز سولفات در تهیه کودهای شیمیایی، نیکل سولفات در آبکاری نیکل، سرب کرومات در تهیه رنگدانه‌ها و پتاسیم دی‌کرومات به عنوان واکنشگر شیمیایی کاربرد دارد).

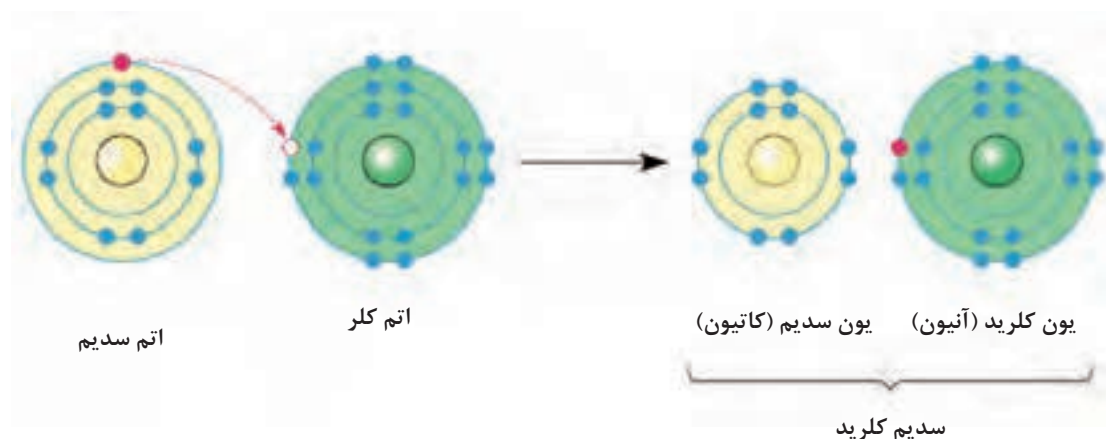
نمک سدیم کلرید

نمک طعام یا سدیم کلرید، با فرمول مولکولی NaCl ، جامد یونی است که از یون‌های سدیم و کلرید با نسبت ۱:۱ تشکیل شده است. ساختار بلوری این نمک به صورت یک شبکه مکعبی و به گونه‌ای است که یون‌های منفی کلر که بزرگ‌تر هستند، در ساختار مکعب‌شکلی قرار گرفته‌اند؛ در حالی که یون‌های مثبت سدیم که کوچک‌ترند، فاصله بین آنها را پر می‌کنند (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- شبکه مکعبی نمک طعام

با کنار هم قرار گرفتن یون‌های سدیم و کلرید، و ایجاد پیوند یونی، بلورهای NaCl تشکیل می‌شود که در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۲- انتقال الکترون بین اتم‌های سدیم و کلر در تشکیل سدیم کلرید

برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی سدیم کلرید در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶- برخی از خواص سدیم کلرید

فرمول شیمیایی	NaCl
جرم مولکولی (g/mol)	۵۸/۴۴
شکل ظاهری (خالص)	بلورهای بی‌رنگ و بی‌بو
دمای ذوب (°C)	۸۰۱
دمای جوش (°C)	۱۴۶۱
چگالی (g/cm ^۳)	۲/۱۷
حل‌پذیری در آب (g/L)	۳۵۸

بر طبق کتب تاریخی، نمک در ایران از هزاران سال پیش مورد استفاده قرار گرفته است. ایران از نظر ذخایر نمک بسیار غنی است. معدن‌های نمک در نواحی مختلف کشور دیده می‌شوند که اغلب به شکل کوه‌های نمکی هستند (شکل ۲۳) و گاهی رگه‌های ضخیم نمک در آنها به چند کیلومتر می‌رسد. امروزه معدن‌های نمک در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، بوشهر، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، فارس، قزوین، قم، کرمان، هرمزگان و یزد وجود دارد. تولید سالانه نمک در ایران بیش از سه و نیم میلیون تن است و با توجه به قرارگرفتن ایران در فهرست ۲۰ کشور اول تولیدکننده نمک، کشورمان یکی از قطب‌های اصلی تولید سنگ نمک در بازار جهانی به شمار می‌رود.



شکل ۲۳- کوه نمکی جاشک در استان بوشهر

گرمسار به عنوان یکی از شهرهای استان سمنان، دارای بهترین و وسیع‌ترین معدن‌های سنگ نمک در ایران است. از سالیان گذشته با توجه به موقعیت ممتاز جغرافیایی گنبد نمکی گرمسار و نزدیکی به تهران پژوهشگران و زمین‌شناسان متعددی را در این منطقه به خود جذب کرده است. به دلیل مرغوبیت و خلوص بالای سنگ نمک استخراج شده از معدن سنگ نمک گرمسار، از این نوع سنگ نمک در بازار جهانی، به عنوان یکی از بهترین سنگ نمک‌ها یاد می‌کنند. معدن‌های نمک فراوانی در این منطقه وجود دارد که علاوه بر استخراج نمک، صادرات و تأمین درصد بالایی از نمک خوراکی کشور، به سبب زیبایی طبیعی به‌عنوان مکانی برای بازدید گردشگران تبدیل شده است. زیبایی‌های ظاهری این معدن‌ها چشم هر بیننده‌ای را خیره می‌کند، شیارهای ایجاد شده توسط شست‌وشوی باران، سقف و دیواره‌های طبیعی از نمک با معماری جالب، تونل‌ها و ستون‌های ایجاد شده در اثر حفاری به‌همراه نحوه نورپردازی جلوه زیبایی ایجاد کرده است (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- معدن‌های نمک گرمسار (تصویرهای بالا) و کارخانجات فراوری نمک (تصویرهای پایین)

کاربرد نمک سدیم کلرید: نمک یکی از پرکاربردترین و مفیدترین مواد معدنی به‌دست‌آمده از طبیعت است که مصارف بسیار زیادی در زندگی بشر دارد. نمک‌ها بسته به نوع مصرف انواع گوناگونی دارند که از جمله آنها می‌توان به نمک‌های خوراکی و یددار، نمک‌های صنعتی و نمک دریا اشاره کرد. نمک‌های یددار که به منظور جبران کمبود عنصر ید در بدن مصرف می‌شود، معمولاً از افزودن ید به نمک خوراکی تصفیه‌شده با خلوص بالا حاصل می‌شوند. نمک صنعتی نمکی است که درجه خلوص آن کمتر از نمک خوراکی است و در صنایع مختلف استفاده می‌شوند. نمک دریا از تبخیر آب دریاها و دریاچه‌ها به‌دست می‌آید؛ از این رو هر عنصر مفید یا مضر که در دریا یا دریاچه وجود داشته باشد، در نمک حاصل نیز موجود است. از گذشته تا به امروز، به دلیل استفاده زیاد و ضروری نمک در برنامه غذایی، همواره مزه شور و مصرف خوراکی آن مد نظر است. اما جالب است که مصارف غذایی و خوراکی درصد کمی از مصرف نمک را به خود اختصاص می‌دهد.

تهیه نمک دریا

فیلم آموزشی



فعالیت عملی ۱۱



تعیین درصد کلر در نمک سدیم کلرید

وسایل و مواد مورد نیاز: بورت، ارلن، پیپت، پوآر، محلول سدیم کلرید، پتاسیم کرومات ۵ درصد، محلول نقره نیترات (۰/۱ مولار)

روش کار:

- ۱ با استفاده از پیپت، ۲۵ میلی لیتر محلول سدیم کلرید در ارلن بریزید و به آن دو تا سه قطره شناساگر پتاسیم دی کرومات اضافه کنید.
- ۲ بورت را با محلول نقره نیترات پر کنید.
- ۳ ارلن را در زیر شیر بورت قرار دهید و در حال همزدن، به آن نقره نیترات اضافه کنید تا رسوب تشکیل شده به رنگ زرد تیره تبدیل شود.
- ۴ با استفاده از رابطه $N_1 V_1 = N_2 V_2$ ، نرمالیت و سپس درصد یون های کلر را حساب کنید.
- ۵ آزمایش تیتراسیون را ۳ بار تکرار کنید و از نتایج حاصل میانگین بگیرید.

تشخیص ید در نمک طعام

فیلم آموزشی



صنایع شیمیایی بزرگترین مصرف کننده نمک است. بیشترین استفاده از نمک سدیم کلرید برای تولید مواد مهمی مانند گاز کلر، سدیم هیدروکسید و سدیم کربنات است که خود مواد اولیه بسیاری از صنایع هستند. مصارف خانگی نمک از جمله مصارف خوراکی و نظافتی از شناخته شده ترین کاربردهای نمک سدیم کلرید است. محلول آب نمک به عنوان یک تسکین دهنده گلودرد، میکروب کش و دهان شویه استفاده می شود. از سوی دیگر، یکی از منابع تأمین کننده سدیم مورد نیاز بدن، که نقش مهمی در زندگی انسان دارد، مصرف نمک طعام است.

سازمان بهداشت جهانی میزان استاندارد مصرف نمک را برای هر فرد ۳-۵ گرم در روز عنوان کرده است.

نکته
بهداشتی



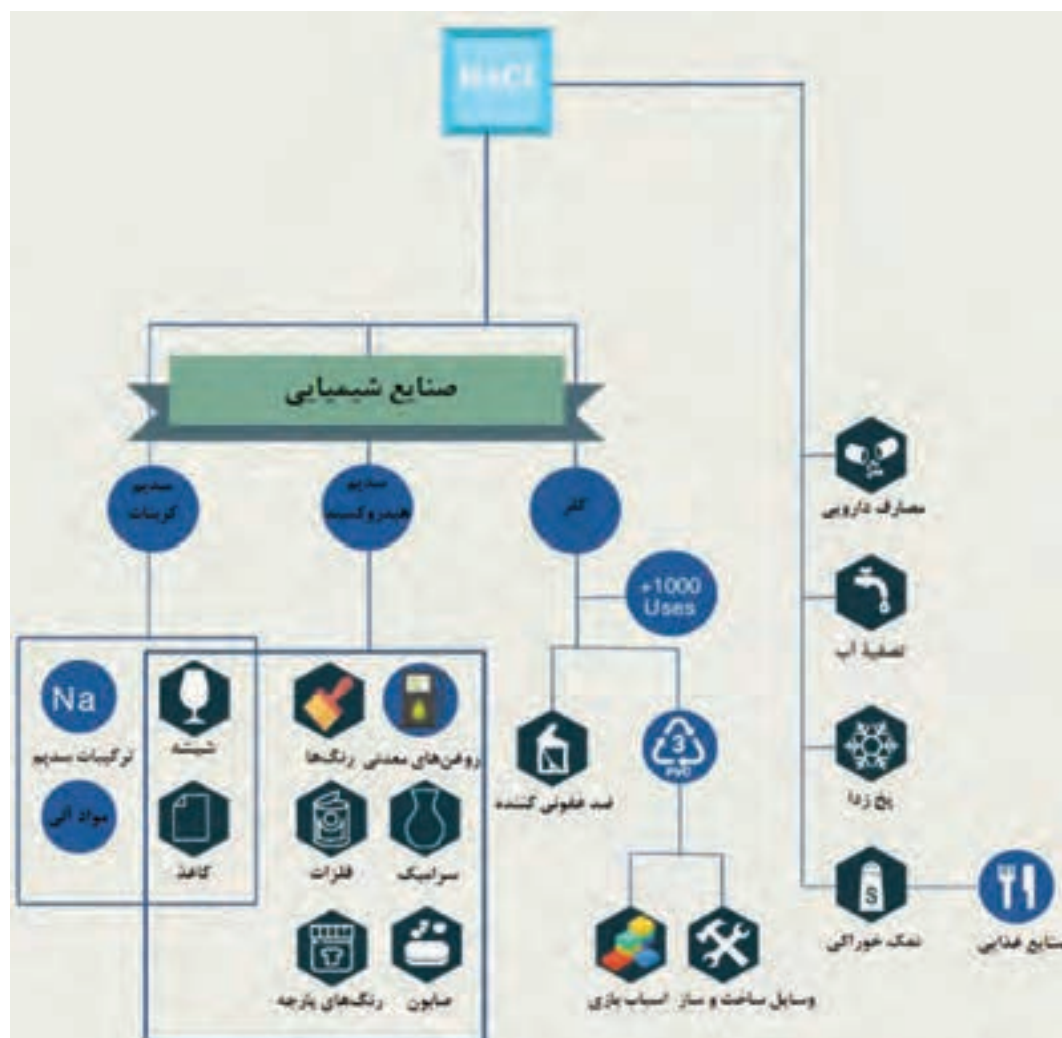
آماری از مصرف نمک سدیم کلرید در ایران تهیه کنید.

تحقیق کنید
۸





میزان مصرف نمک سدیم کلرید خود و خانواده را در یک روز اندازه گیری کنید. برخی از کاربردهای نمک سدیم کلرید در شکل ۲۵ نشان داده شده است.



شکل ۲۵- برخی از کاربردهای مختلف نمک طعام

تهیه نمک سدیم کلرید: معدن‌های تأمین نمک سدیم کلرید که به عنوان یک ماده ضروری در زندگی موجودات کره زمین شناخته شده است، آب‌های شور (ذخایر آبی) و معادن نمک (ذخایر سنگی) هستند (شکل ۲۶). آب‌های شور که برای استخراج نمک استفاده می‌شوند، به صورت محدود (دریاچه ارومیه) و یا دریا‌های آزاد هستند. نمک به دست آمده از دریا به صورت دانه‌های ریز و نمک معدن به صورت کلوخه است. روش‌های متداول استخراج نمک از منابع موجود، تبخیر، بهره‌برداری از معدن سنگ نمک و گنبد‌های نمکی داخل زمین است.



شکل ۲۶- ذخایر آبی نمک (سمت راست، دریاچه ارومیه)، معدن نمک (غار نمکدان در جزیره قشم)

فیلم آموزشی



- ۱ مستند نمک طعام
- ۲ آزمایش تشکیل سدیم کلرید
- ۳ تشکیل سدیم کلرید،

تحقیق کنید

۹



در رابطه با انواع نمک‌های موجود در دریاچه ارومیه تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.

برخی از مهم‌ترین نمک‌های معدنی و کاربردهای آنها در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- کاربرد برخی از نمک‌های معدنی مهم

نام	کاربرد
سدیم سولفات	تهیه شیشه
سدیم کربنات	تهیه شیشه، الیاف، پاک‌کننده‌های قلیایی، کاغذسازی
سدیم سولفیت، سدیم تیوسولفات، سدیم سولفید	عکاسی
نمک‌های سولفات، فسفات، نیترات	تهیه کودهای شیمیایی
پتاسیم کلرید	تهیه کودهای شیمیایی، مواد منفجره
سدیم و پتاسیم دیکرومات، سدیم فلئورید	تهیه صنعتی رنگ‌ها، الیاف صنعتی، پلاستیک‌ها، شوینده‌ها
سدیم بی‌کربنات	صنایع غذایی، شوینده‌ها
سدیم و پتاسیم برمید	عکاسی، مصارف دارویی



چرا نقطه ذوب نمک‌ها بالا است؟

استخراج فلزات

کانی‌ها جامدات طبیعی با ساختار بلوری هستند که خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. تجمع کانی‌ها باعث پیدایش سنگ‌ها می‌شود. کانی‌ها از نظر ترکیب شیمیایی، شکل ظاهری، رنگ و اندازه با هم متفاوت هستند و ممکن است از یک یا ترکیب چند نوع عنصر تشکیل شده باشند. کانی طلا، که البته کمتر به صورت خالص یافت می‌شود، از یک عنصر تشکیل شده است؛ در حالی که کانی کوارتز، ترکیبی از سیلیسیم و اکسیژن است. کانی‌ها کاربردهای فراوانی دارند و زمین‌شناسان از کانی‌ها برای مطالعه گذشته زمین استفاده می‌کنند. برخی از کانی‌ها به علت دارا بودن رنگ، جلا و سختی بالا بسیار زیبا هستند و از آنها به عنوان جواهر استفاده می‌شود. برخی کانی‌ها حاوی عناصر معدنی ارزشمندی هستند. اهمیت این نوع از کانی‌ها به دلیل عناصر فلزی و مواد معدنی قابل استخراجی است که در ساختار آنها وجود دارد. امروزه کانی‌های مختلفی شناخته شده است که البته اهمیت آنها با توجه به قابلیت بهره‌برداری و استخراج عناصر موجود در کانی، یکسان نیست.

استخراج معدن به دو روش روباز و زیرزمینی انجام می‌شود. روش روباز برای استخراج معدن‌هایی است که در سطح و یا نزدیک سطح زمین قرار گرفته‌اند. در این روش، حفاری به صورت پلکانی است و تا عمقی از ذخیره معدنی که عملیات اقتصادی باشد، ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- چاله‌های پلکانی در یک معدن روباز



در مواردی که مواد معدنی در نزدیکی سطح زمین نباشند، فرایند استخراج به شیوه زیرزمینی انجام می گیرد. (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- معدن زیرزمینی

پس از عملیات معدن کاری، سنگ های استخراج شده تحت فرایند فراوری قرار گرفته و کانی های معدنی و باارزش از سنگ های باطله جدا می شوند. در نتیجه عملیات فراوری، کانی های مورد نظر تغلیظ می شوند و برای عملیات متالورژی استخراجی آماده می شوند. متالورژی، علم جداسازی مواد معدنی از سنگ معدن، ذوب و استخراج کانی فراوری شده، تصفیه، بهبود خواص و تهیه آلیاژها، کار بر روی فلزات، شکل دادن آنها و محافظت از محصولات فلزی در برابر آسیب و خوردگی است.

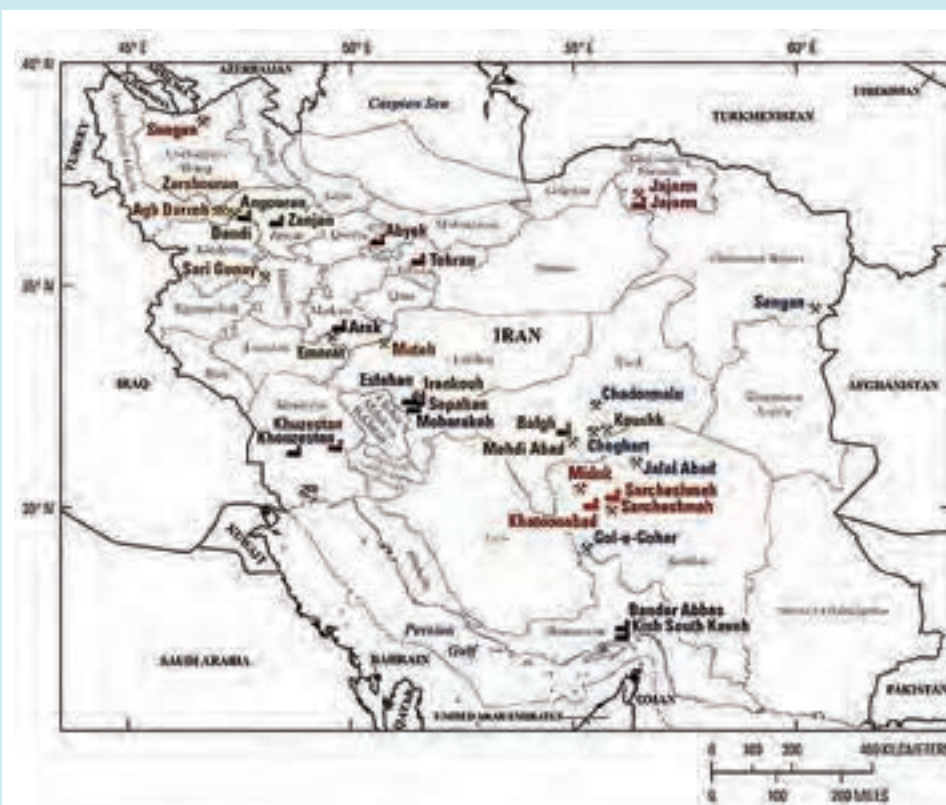


بازدید از یکی از موزه‌های زمین شناسی و آشنایی با انواع سنگ‌ها و کانی‌ها

بیشتر بدانید



کشورمان به عنوان یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان مواد معدنی جهان در میان ۱۵ کشور برتر جهان قرار دارد و بیشتر منابع مواد معدنی در ایران یافت می‌شود. در سال ۲۰۱۴ حدود ۳۷ میلیارد تن ذخایر اثبات شده است و بیشتر از ۵۷ میلیارد تن ذخایر بالقوه تخمین زده شده است. مهم‌ترین معدن‌ها در ایران عبارت‌اند از: ذغال سنگ، مواد معدنی فلزی، شن و ماسه، مواد معدنی شیمیایی و نمک.



مرز دریایی	تصفیه آلومینیم	معدن بوکسیت
مرز بین‌المللی	ذوب آلومینیم	معدن مس
مرز استانی	کارخانه سیمان	معدن طلا
	ذوب آهن	معدن سنگ آهن
	کارخانه فولاد	معدن روی
	تصفیه روی	

نقشه معدن ایران

معادن مس: مناطق مختلفی از ایران دارای سنگ‌های معدنی حاوی مس هستند که بیشتر آنها از درصد بالایی از مس خالص برخوردارند. یافته‌های باستان‌شناسی کشف‌شده در سیلک (ناحیه کاشان در استان اصفهان) نشان می‌دهد که ایران از اولین مکان‌های استخراج مس بوده است. بزرگ‌ترین کمر بند مس شناخته‌شده در ایران، کمر بند قلعه دختر ارومیه است. یکی از معادن اصلی مس، مس سرچشمه است که در جنوب شهرستان رفسنجان واقع شده است. از دیگر معادن مس میتوان به معدن مس سونگون ورزقان، میدوک کرمان و مزرعه اهر اشاره کرد. در کنار محصول اصلی این معادن، عناصر مولیبدن، نقره و طلا نیز به عنوان محصول فرعی استخراج می‌شوند.

معادن آهن: کانسارهای آهن منحصراً به دوره خاصی از تاریخ زمین‌ساختی ایران نیستند و تقریباً با فعالیت‌های زمین‌ساختی، کانی‌سازی آهن رخ داده است. در ایران بیش از چندین توده معدنی سنگ آهن شناخته شده است که تنها برخی از آنها مطالعه شده‌اند که از جمله آنها می‌توان به معدن گل گهر سیرجان، چغارت بافق یزد و چادرملو اشاره کرد. معدن سنگ آهن گل گهر در شهرستان سیرجان با ذخیره احتمالی در حدود یک میلیارد تن و ذخیره قطعی بیش از ۲۰۰ میلیون تن، بزرگترین معدن شناخته‌شده سنگ آهن خاورمیانه به حساب می‌آید.

معادن سرب و روی: معادن سرب و روی ایران، درون چند کمر بند مهم واقع شده‌اند. کانی‌سازی سرب و روی در ایران بسیار متنوع و گسترده است. حدود ۳ درصد ذخایر جهانی سرب و روی در مهم‌ترین معادن ایران قرار دارد. مهم‌ترین کانسارهای سرب ایران عبارت‌اند از: معدن سرب و روی انگوران، معدن سرب و روی ایرانکوه و معدن سرب و روی کوشک (واقع در شمال شرق شهرستان بافق در استان یزد).

استخراج آهن از سنگ معدن

آهن یک عنصر فلزی با نماد شیمیایی Fe و عدد اتمی ۲۶ است که در جدول تناوبی در نخستین دوره فلزهای واسطه جای دارد. آهن خالص سطوح صاف و نقره‌ای براق مایل به رنگ خاکستری دارد که در اثر ترکیب با اکسیژن هوا، به رنگ قرمز یا قهوه‌ای (زنگ آهن) درمی‌آید.

در تاریخ به‌طور دقیق ثبت نشده که بشر در چه زمانی و چگونه به‌وجود آهن پی برده است. با پیشرفت بشر و ساختن کوره‌های بلند با توانایی ایجاد دمایی بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس، آهن به شکل چدن تولید شد. در عصر صنعت و به دنبال اختراعاتی که منجر به انقلاب صنعتی در اروپا شد، پیشرفت‌های زیادی در تهیه آهن و آلیاژهای آن صورت گرفت.

۱- کانسار یا معدن بخشی از پوسته زمین است که تحت هر شرایط خاص زمین‌شناسی ماده معینی در آن متمرکز شده است که از نظر اقتصادی اهمیت دارد.



با استفاده از منابع معتبر جدول زیر را کامل کنید.
برخی از خواص آهن

	نماد شیمیایی
	جرم اتمی استاندارد (g.mol^{-1})
	حالت فیزیکی
	دمای ذوب ($^{\circ}\text{C}$)
	دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)



ساخته‌های آهنی برای اولین بار در ایران در عصر آهن (۱۲۰۰-۱۴۵۰ پیش از میلاد) به وجود آمده است. از یافته‌های این دوران می‌توان به کشف یک حلقه آهنی در محوطه باستانی حسنلو و یک خنجر در تپه گیان (غرب کشور) اشاره کرد. یافته‌های آهنی مربوط به سال‌های ۸۰۰-۱۲۰۰ پیش از میلاد در منطقه حسنلو به طرز چشمگیری افزایش یافته است (وسایلی مانند: پیکان، سرنیزه، سنجاق، عصای کوچک دستی، دکمه تزئینی، دستبند و سر گرز). علاوه بر منطقه حسنلو، در نقاط دیگر ایران، از جمله لرستان، اشیای آهنی متعددی کشف شده است که شمشیرهای آهنی تزئین شده از نمونه‌های کم‌نظیر آن است.



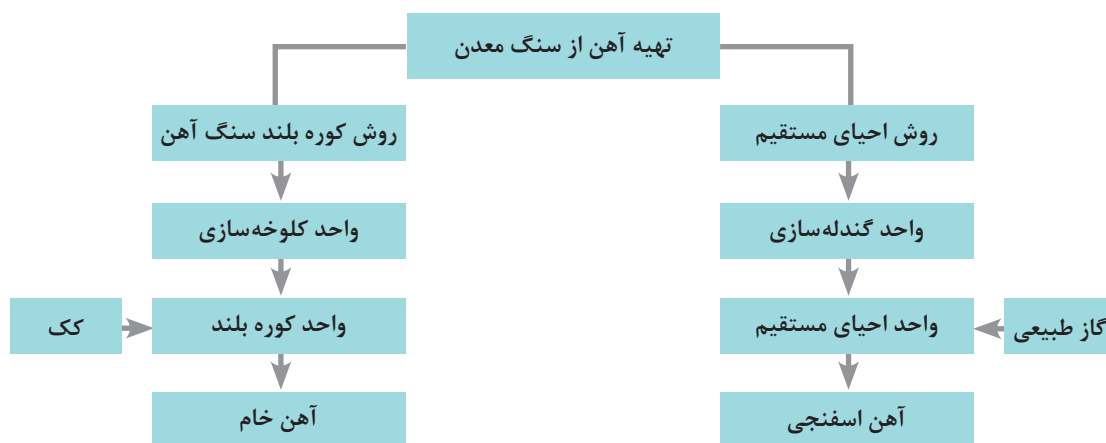
یافته‌هایی از جنس برنز و آهن در تپه حسنلو

استخراج آهن از سنگ معدن آن صورت می‌گیرد. اغلب مواد اولیه و سنگ‌های معدن آهن در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شوند که علاوه بر قسمت‌های فلزی، مقداری ناخالصی به همراه دارند. ناخالصی‌ها بیشتر شامل سیلیسیم اکسید (SiO_2)، آلومینیم اکسید (Al_2O_3) و اکسیدهای فلزات قلیایی خاکی، گوگرد و ترکیبات فسفردار است. انواع مختلفی از سنگ آهن در طبیعت یافت می‌شود که مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین آنها در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۹- اصلی‌ترین کانی‌های حاوی آهن

اسم کانی	فرمول شیمیایی	حدود درصد آهن در کانی
ماگنتیت ^۱	Fe_3O_4	۷۲
هماتیت ^۲	Fe_2O_3	۷۰
لیمونیت ^۳	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$	۶۵-۶۰
سیدریت ^۴	FeCO_3	۴۸

استخراج آهن از سنگ معدن‌های آن طی فرایندهای فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و در شرایط ویژه‌ای به دو روش مستقیم و غیرمستقیم صورت می‌گیرد که در شکل ۲۹ نشان داده شده است.



شکل ۲۹- روش‌های استخراج آهن از سنگ معدن

۱- Magnetite

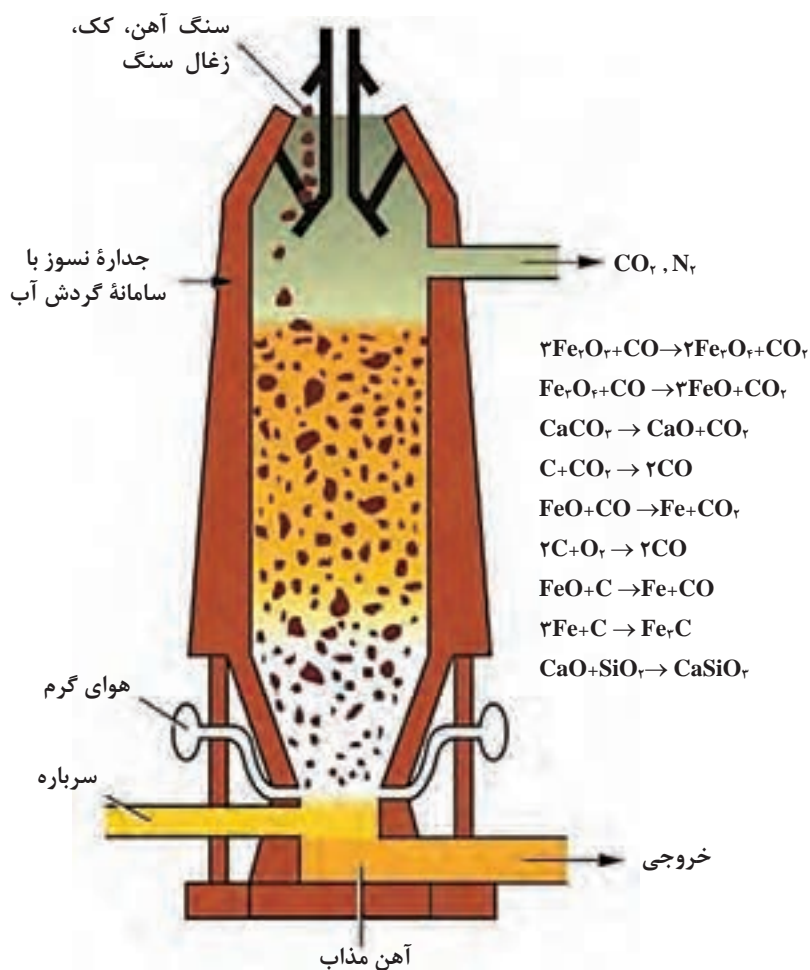
۲- Hematite

۳- Limonite

۴- Siderite

استخراج آهن به روش غیرمستقیم: برای تهیه آهن خام به روش غیرمستقیم، از کوره بلند استفاده می‌شود. در گام نخست، کانی استخراج‌شده از معدن، خرد و آسیاب می‌شود و سپس ناخالصی‌های غیرفلزی آن جدا می‌شوند. پودر سنگ معدن به دست آمده که غنی از آهن است، خشک می‌گردد و سپس برای استخراج آهن، به کوره بلند منتقل می‌شود.

کوره بلند برای احیای سنگ آهن و حذف اکسیژن موجود در سنگ آهن استفاده می‌شود. کوره بلند با ارتفاعی بین ۳۰ تا ۸۰ متر، ساختاری مخروطی شکل با بدن‌های از جنس فولاد است که قسمت‌های داخلی با مواد نسوز پوشیده شده است. جریان آب موجود در جداره کوره سبب خنکی آن می‌شود (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- کوره بلند ذوب آهن

در مورد مراحل تولید آهن در کوره‌های بلند تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید
۱۲

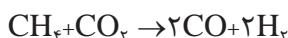


استخراج آهن به روش مستقیم: امروزه در فناوری مدرن تولید آهن خام، از کوره بلند و کک صرف نظر می کنند و از روش های مستقیم سنگ معدن آهن با استفاده از گاز طبیعی استفاده می شود. این روش در کشورهایی با منابع غنی گاز طبیعی، مانند ایران، بسیار مورد توجه است.

تولید آهن با فناوری مستقیم به روش های مختلف انجام می گیرد که از جمله مهم ترین آنها که در ایران استفاده می شود روش مستقیم میدرکس^۱ (شرکت فولاد مبارکه) و روش مستقیم پرد^۲ (فولاد بافت استان کرمان) هستند. در کارخانجاتی که آهن به روش مستقیم تولید می شود، بخش های متفاوتی وجود دارد که در زیر به مهم ترین آنها اشاره می شود:

واحد گندله سازی^۳: گندله به گلوله های تولید شده از نرمه سنگ آهن و سایر مواد افزودنی که نخست خام و سپس پخته شده، گفته می شود و گندله سازی یکی از روش های تبدیل ذرات نرم مواد اولیه به توده ای متراکم است. در روش احیای مستقیم، تهیه گندله به عنوان ماده اولیه برای تولید آهن خام است و ابعاد گندله های تولید شده ۵ تا ۲۵ میلی متر است.

واحد احیای مستقیم: در این روش اساس احیا، گازهایی هستند که میل ترکیبی بالایی با اکسیژن موجود در سنگ آهن دارند و بدون نیاز به ذوب سنگ آهن، اکسیژن آن را حذف کرده و آهن اسفنجی تولید می کنند. آهن اسفنجی به شکل قطعات کروی متخلخل یا اسفنج گونه است که در ساختار شیمیایی آن اکسید آهن به آهن احیا شده است. در روش میدرکس در اثر واکنش کربن دی اکسید با گاز طبیعی در حضور کاتالیزگر و گرمای بالا، گازهای احیاکننده هیدروژن و کربن مونوکسید تولید می شوند:



در ادامه سنگ معدن آهن با واکنشهای زیر به آهن خام اکسید می شود.

عامل احیاکننده گاز H_2	عامل احیاکننده گاز CO
$3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$	$3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow 3\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
$\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

در انتهای کوره، آهن اسفنجی با درصد خلوصی بین ۹۲ تا ۹۶ درصد تولید می شود. بخشی از گازهای احیا شده خروجی پس از تصفیه به همراه گاز طبیعی مجدداً وارد کوره می شوند و مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از این روش با استفاده از گاز طبیعی به جای کک، علاوه بر کاهش هزینه ها و افزایش سرعت تولید، کاهش آلودگی های زیست محیطی را نیز به همراه دارد.

۱- Midrex

۲- PERED

۳- Pelletizing: گندله در لغت به معنای گرد و مدور و گلوله شده است

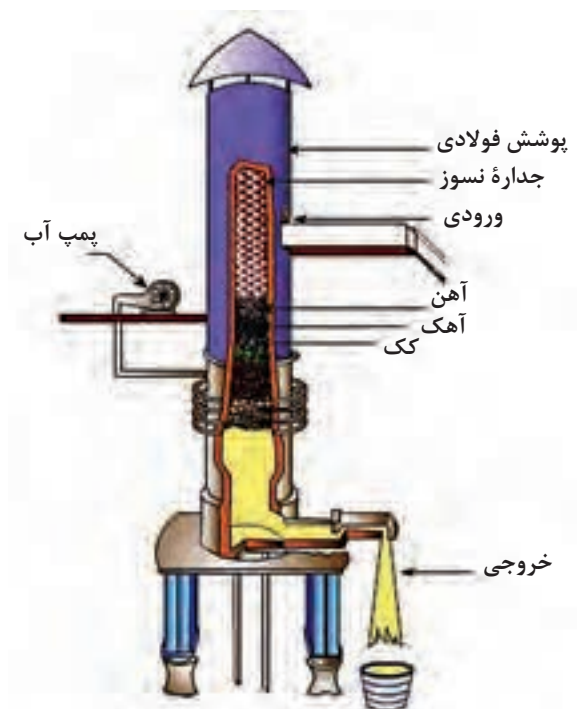


- ۱ در رابطه با روش‌های جدید تولید مستقیم آهن تحقیق انجام داده و در کلاس ارائه دهید.
- ۲ دلیل استفاده از مواد گداز آور در کوره بلند چیست؟

استخراج آهن

آلیاژهای آهن: به‌طور کلی منظور از آلیاژ مخلوط فلزی متشکل از یک فلز اصلی (فلز پایه) به‌همراه یک یا چند عنصر فلزی یا غیرفلزی است. برای مثال چدن و فولاد آلیاژهایی از آهن و کربن هستند و برای عملیات مکانیکی (آهن‌گری و پرس کاری) مناسب‌اند.

چدن آلیاژی از آهن است که حدود ۲ تا ۴ درصد کربن و ۱ تا ۳ درصد سیلیسیم داشته باشد و به‌عنوان آلیاژی سه‌گانه شناخته می‌شود. عناصر آلیاژی برای بهبود کیفیت چدن برای مصارف ویژه به آن افزوده می‌شود. چدن‌ها معمولاً از طریق ریخته‌گری^۲ تولید می‌شوند. در فرایند ریخته‌گری، آهن خام در کوره‌هایی موسوم به کوره کوپل^۳ ذوب و ناخالصی‌های موجود در آن (مانند گوگرد و فسفر) حذف می‌شود و عناصری مانند کربن و سیلیسیم با درصدهای مناسب به آن افزوده می‌شود.



شکل ۳۱- کوره کوپل

۱- Alloy

۲- ریخته‌گری عبارت است از گداختن دوباره آهن خام در کوره و ریختن مایع گداخته در قالب

۳- Copula furnace

چدن به دلیل قیمت تمام شده پایین و قابلیت ریخته‌گری، استحکام، قابلیت ماشین‌کاری، مقاومت در برابر سایش، مقاوم در برابر خوردگی و انتقال گرما یکی از آلیاژهای مهم و پرکاربرد آهن است. فولاد از مهم‌ترین و فراوان‌ترین آلیاژهای فلزی مورد استفاده در دنیای صنعت و یکی دیگر از آلیاژهای آهن و کربن است که عناصر دیگری مانند سیلیسیم، گوگرد و فسفر نیز به همراه دارند. تفاوت اصلی چدن و فولاد در مقدار کربن است، اگر درصد کربن کمتر از حدود ۲ درصد باشد، آلیاژ حاصل فولاد خواهد بود. آهن خام به‌دست‌آمده از سنگ معدن آهن معمولاً دارای ناخالصی‌هایی است که بسته به نوع سنگ معدن و چگونگی کار کوره ذوب متفاوت است و قابلیت شکل‌پذیری و چکش‌خواری ندارد؛ به‌همین دلیل طی فرایندهایی مقدار این ناخالصی‌ها تا حد مناسبی کاهش داده می‌شود.

استخراج آلومینیم

آلومینیم عنصر شیمیایی با عدد اتمی ۱۳ است که در جدول تناوبی با علامت Al نشان داده شده است. این عنصر یک فلز نرم، نقره‌ای رنگ، چکش‌خوار و نسبتاً مقاوم در برابر خوردگی است که به سرعت در هوا اکسید شده و لایه اکسیدی حاصل مانع از نفوذ هوا به قسمت‌های زیرین فلز می‌شود. این فلز در حالت خالص نرم و ضعیف است اما به‌همراه عناصری مانند سیلیسیم، مس و منگنز آلیاژهای مقاومی ایجاد می‌کند. آلومینیم با چگالی 2.7 g.cm^{-3} بعد از منیزیم به‌عنوان سبک‌ترین فلز صنعتی شناخته می‌شود. این فلز، هادی خوبی برای جریان الکتریسیته است.

با استفاده از منابع معتبر جدول زیر را کامل کنید.

تحقیق کنید
۱۴



برخی از خواص آلومینیم

	نماد شیمیایی
	جرم اتمی استاندارد (g.mol^{-1})
	حالت فیزیکی
	دمای ذوب ($^{\circ}\text{C}$)
	دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)

آلومینیم به‌عنوان یک فلز پرمصرف تقریباً در تمامی بخش‌های صنعت استفاده می‌شود.



در مورد کاربردهای فلز آلومینیم در زمینه‌های مختلف چه می‌دانید؟



آلومینیم یکی از فراوان‌ترین عناصری است که در قشر زمین وجود دارد و حدود ۸٪ کل پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. این عنصر به حالت آزاد یافت نمی‌شود و به صورت ترکیب‌شده با سایر عناصر به‌ویژه اکسیژن وجود دارد. استخراج فلز آلومینیم از سنگ معدن بوکسیت^۱ انجام می‌گیرد. بوکسیت عمدتاً از اکسیدها یا هیدروکسیدهای آلومینیم تشکیل شده است که با ناخالصی‌هایی نظیر اکسیدهای آهن، سیلیس، اکسید تیتان و آب همراه است.

در ایران معدن‌های بوکسیت با مشخصات مختلف و متغیری وجود دارد، که بخشی از آنها از نظر اقتصادی اهمیت ویژه‌ای دارند. از مهم‌ترین این معدن‌ها، معدن بوکسیت در منطقه جاجرم واقع در استان خراسان است. از دیگر نمونه‌ها می‌توان به معدن تاش در استان سمنان، معدن بلبل در استان کرمان، معدن قشلاق در استان مازندران، معدن مندون در استان کهگیلویه و بویراحمد اشاره کرد.

برای استخراج آلومینیم از سنگ معدن اولین مرحله تهیه آلومین (اکسید آلومینیم) خالص است. که به دو روش بایر^۲ و دوویل پیشنی^۳ انجام می‌گیرد. مرحله دوم برقکافت آلومین خالص و استخراج فلز آلومینیم است. در روش بایر که متداول‌ترین روش برای تولید آلومین است، ابتدا مواد اولیه بوکسیت با استفاده از ماشین‌های سنگ‌شکن، آسیاب و نرم می‌گردد و سپس در محلول غلیظ سود سوزآور در دمای ۱۵۰-۲۰۰ درجه سلسیوس حل می‌شود. بخش اعظم آلومین موجود در سنگ معدن در سود حل می‌شود و بیشتر ناخالصی‌های موجود در بوکسیت مانند آهن اکسید، سیلیس و تیتانیم اکسید به صورت رسوب ته‌نشین می‌شوند. فرایند استخراج آلومین از سنگ معدن و تبدیل به سدیم آلومینات محلول با توجه به معادله شیمیایی زیر انجام می‌شود:

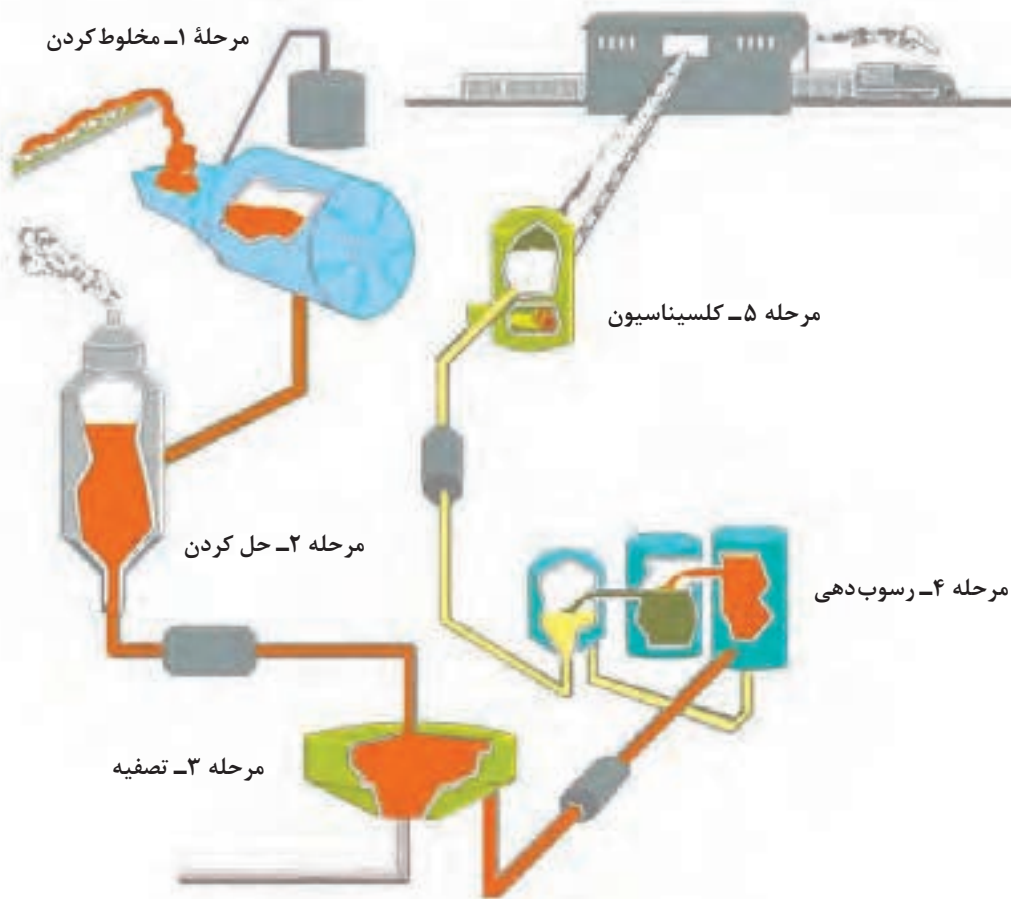


سدیم آلومینات محلول پس از عبور از صافی‌های مکانیکی به مایعی زلال تبدیل می‌شود. با افزودن مقداری آب و هم‌زمان با سرد کردن، آلومینیم هیدرات رسوب‌داده را از محلول آلومینات جدا می‌کند و برای تبدیل به آلومین خالص از کوره‌های مدور گردان با دمای ۱۰۰۰-۱۱۰۰ درجه سلسیوس استفاده می‌کنند. با توجه به آسان‌تر و ارزان‌تر بودن روش بایر، بیشتر آلومین تولیدی از این روش است. طرحی از فرایند بایر در شکل ۳۲ نشان داده شده است.

۱- Bauxite

۲- Bayer

۳- Deville Pechiney



شکل ۳۲- فرایند بایر

- ۱ با مراجعه به منابع علمی، واکنش‌های شیمیایی فرایند بایر را بنویسید.
- ۲ در مورد روش‌های دیگر استخراج آلومینیم تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.
- ۳ در مورد آلیاژهای آلومینیم تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید
۱۵



فیلم آموزشی



استخراج آلومینیم

مس یکی از فلزات واسطه، با نماد اتمی Cu و عدد اتمی ۲۹ است که در دوره چهارم جدول تناوبی قرار دارد. این عنصر دارای خواص فلزات انتقالی است و از خاصیت رسانایی الکتریکی و گرمایی بسیار بالایی برخوردار است. قابلیت چکش‌خواری، تورق و مفتول شدن بالای مس باعث شده است به آسانی تحت عملیات مکانیکی قرار گیرد و به شکل‌های مختلف درآید. فلز مس خالص سختی پایینی دارد، ولی قابلیت آلیاژسازی آن با سایر عناصر مانند قلع، روی و آلومینیم باعث شده است استفاده از این فلز بسیار وسیع باشد. در هوای مرطوب و در مجاورت گاز CO_2 لایه نازکی از مس کربنات در سطح اشیای مسی تشکیل می‌شود (شکل ۳۳).



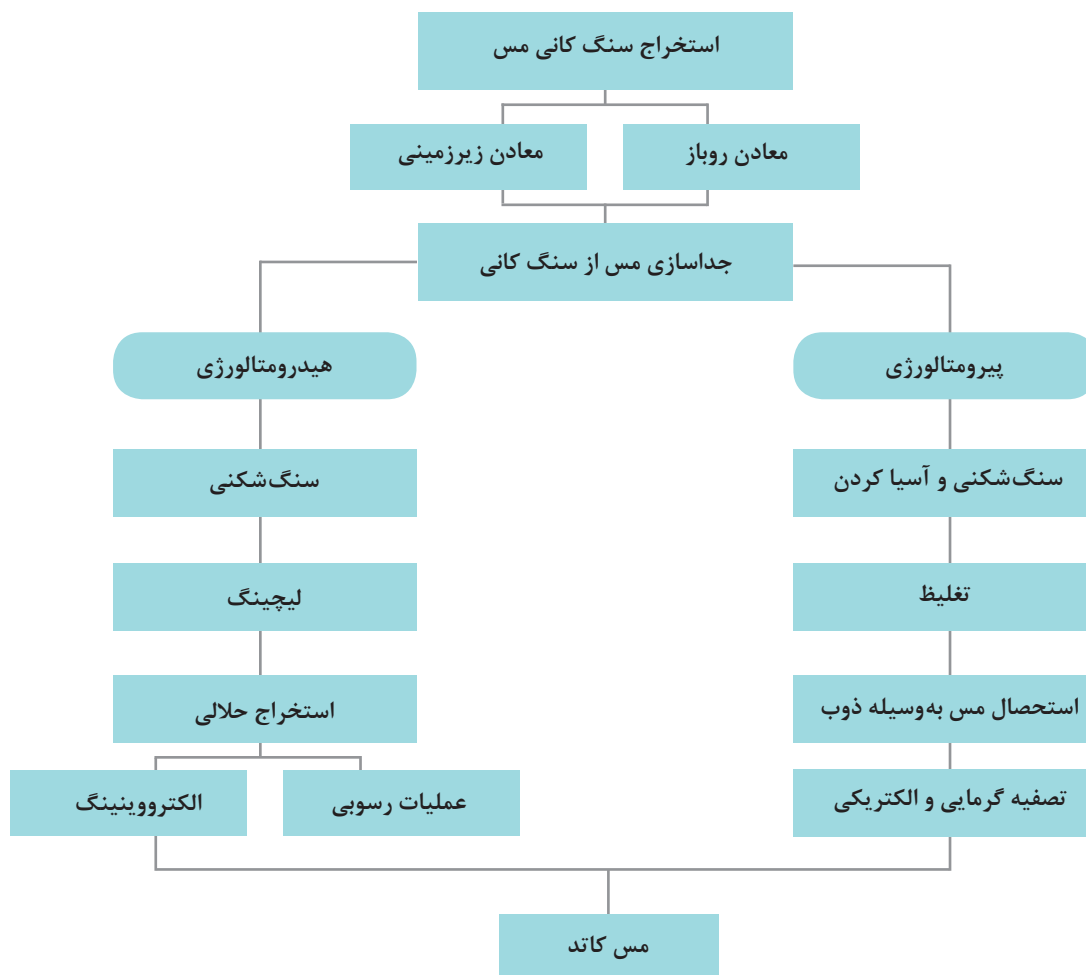
شکل ۳۳- تغییر رنگ لوله مسی در مجاورت هوای مرطوب

سهولت کاربرد، یکی از ویژگی‌های مهم مس و آلیاژهای آن است. مس در میان فلزاتی که کاربردهای وسیع صنعتی دارند، جزء هادی‌ترین فلزات هم از نظر رسانایی الکتریکی و هم انتقال گرمایی است و باعث استفاده گسترده در مصارف خانگی و الکتریکی می‌شود. قابلیت کشیده شدن و تورق مس و آلیاژهای آن زمینه استفاده در ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی و خانگی، وسایل حمل و نقل و صنایع نظامی را فراهم می‌کند. ثبات شیمیایی مس و تشکیل سریع غشای نازکی از اکسید بر سطح آن، چنان مقاومتی نسبت به زنگ‌زدگی و آلودگی‌های زیستی در آن ایجاد می‌کند که از نظر کار در آب و به خصوص آب شور دریا، هیچ فلز یا آلیاژ دیگری نمی‌تواند با آن رقابت کند.

روش استخراج مس، با توجه به نوع کانی آن متفاوت است و اغلب به روش‌های خشک (پیرومتالورژی)^۱: گرما دادن و گداختن سنگ معدن) و تر (هیدرومتالورژی)^۲: حل کردن سنگ معدن در حلال) صورت می‌گیرد (شکل ۳۴).

۱- Pyrometallurgy

۲- Hydrometallurgy



شکل ۳۴- روش های استخراج مس (لیچینگ^۱ و الکترووینینگ^۲)

با تحقیق در مراجع علمی روش هیدرومتالورژی را بررسی کنید.

تحقیق کنید
۱۶



استخراج مس

فیلم آموزشی



۱- Leaching: فرایندی است که طی آن ماده مورد نظر به وسیله حلال از ماده جامد جدا می شود.
۲- Electrowinning: با استخراج الکتریکی، فرایند رسوب دهی الکتریکی فلزات از سنگ معدن است.

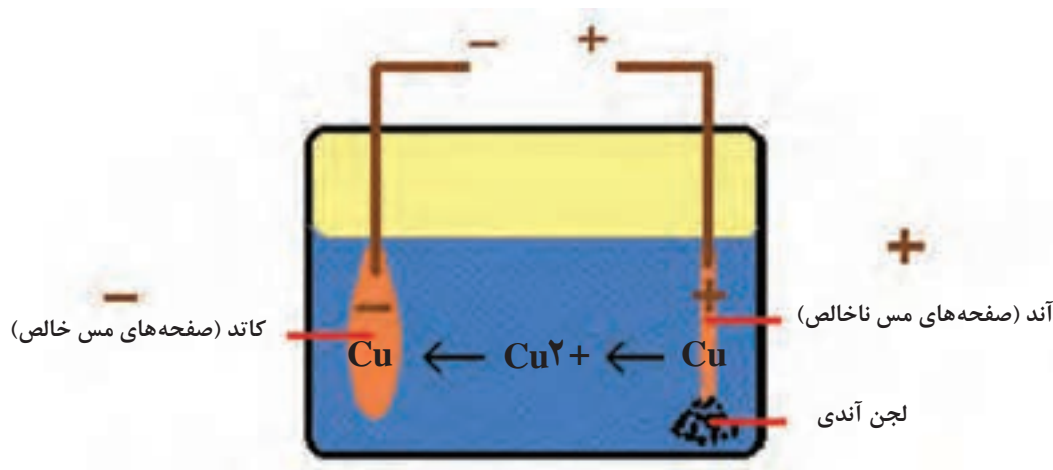


خالص سازی مس از نمونه ناخالص مس به روش الکترولیز

وسایل و مواد مورد نیاز: تیغه های مسی خالص و ناخالص، بشر، یک سوکندنده، ولت متر و آمپر متر، محلول مس سولفات اسیدی، استن

روش کار

- ۱ در بشر ۲۰۰ میلی لیتر محلول مس سولفات اسیدی بریزید.
- ۲ وزن دو تیغه مس را یادداشت کنید و با کمک گیره یا یک صفحه نگهدارنده درون بشر قرار دهید. یکی را به قطب مثبت دستگاه و دیگری را به قطب منفی دستگاه وصل کنید (شکل ۳۵).
- ۳ با استفاده از دستگاه، جریان را روی ۰/۵ آمپر تنظیم کنید و آزمایش برقکافت را به مدت ۳۰ دقیقه ادامه دهید. (در صورت تغییر جریان با استفاده از مقاومت، جریان را ثابت نگه دارید).
- ۴ تیغه ها را از بشر خارج کرده و برای خشک شدن سریع با استن شست و شو دهید. (دقت کنید سطح تیغه ها را لمس نکنید).
- ۵ تیغه های آندی و کاتدی را وزن کرده و با وزن اولیه مقایسه کنید.
- ۶ مشاهدات خود را یادداشت کنید.



شکل ۳۵- تصفیه الکتروشیمیایی مس

آلیاژهای مس: مس خالص معمولاً برای ساخت سیم ها، کابل ها و هرگونه وسیله ای که برای انتقال برق به کار می رود، مصرف می شود. برای بهبود خواصی مانند افزایش استحکام و ریخته گری با افزودن عناصری مانند روی، قلع و آلومینیم به فلز مس آلیاژهای مناسبی تهیه می شود.

۱- آلیاژ مس - روی: این آلیاژها با نام برنج در صنعت شناخته می شوند. آلیاژ برنجی که در صنعت ریخته گری بیشتر استفاده می شود، حاوی ۳۰ درصد روی و ۷۰ درصد مس است. برنج ها در برابر کدر شدن مقاوم هستند و معمولاً قابلیت چکش خواری بیشتری نسبت به مس و روی دارند.

۲- آلیاژ مس - قلع: آلیاژ مس - قلع، برنز نیز نامیده می‌شود. البته در بعضی تقسیم‌بندی‌ها به آلیاژهای مس به غیر از مس-روی، برنز گفته می‌شود. آلیاژ برنز بین ۹ تا ۱۲ درصد قلع دارد که باعث افزایش سختی و مقاومت در برابر خوردگی آلیاژ می‌شود.

۳- آلیاژ آلومینیم - برنز: این آلیاژها بر پایه مس هستند و حدود ۵ تا ۱۱ درصد عنصر آلیاژی آلومینیم دارند. از جمله خواص این آلیاژها سهولت ریخته‌گری، استحکام بالا و مقاومت در برابر خوردگی است و در تهیه پمپ‌ها، پرّه توربین، پروانه کشتی‌ها، بدنه هواپیما و ابزار و اتصالات پالایشگاه‌ها به کار گرفته می‌شوند.

لعاب

دانش و فناوری لعاب در طول تاریخ و در فرهنگ‌های مختلف بسیار متفاوت بوده و همگام با توسعه علم و دانش بشر، پیشرفت‌های فراوانی داشته است. پیشینه لعاب‌کاری به هزاره چهارم پیش از میلاد مسیح می‌رسد؛ جایی که از



شکل ۳۶- مجسمه گاو نر از جنس سفال با پوشش لعاب که در منطقه چغازنبیل کشف شده و در موزه ملی ایران نگهداری می‌شود.

کهن‌ترین تمدن شناخته شده مصر مهره‌هایی قهوه‌ای با لعاب آبی و فیروزه‌ای به دست آمده است. استفاده از لعاب در ایران به هزاره دوم پیش از میلاد بازمی‌گردد. کشف گل‌میخ‌ها و مهره‌های استوانه‌ای از جنس سفال لعابدار در معبد چغازنبیل^۱ نشان از تبحر و مهارت مردمان آن روزگار دارد. در آن دوران از آجرهای لعابدار در تزئین کاخ‌ها و معابد استفاده می‌شد. نمونه‌های شاخص آنها و نیز تزئینات لعابدار با رنگ‌های سفید، سبز و آبی در زیگورات^۲ چغازنبیل به کار رفته است. این بنا در سال ۱۳۵۸ شمسی به عنوان اثر ملی ایران در فهرست آثار میراث جهانی یونسکو به ثبت رسید.

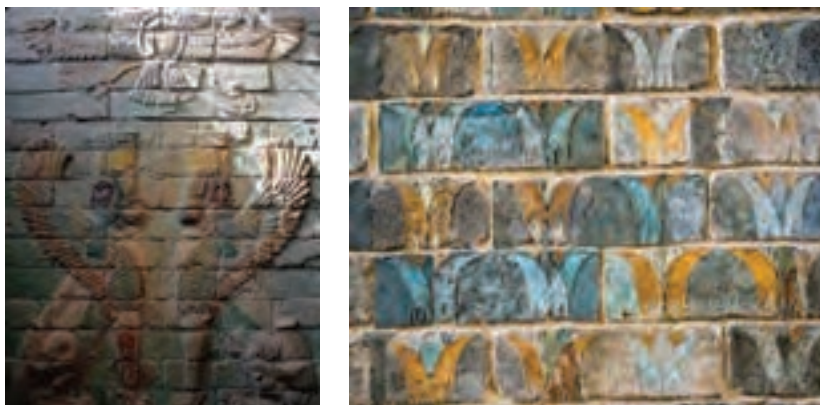
آجرهای مینایی با لعاب قلیایی مربوط به دوران هخامنشی در آپادانای شوش یافت شده است که متأسفانه هم‌اکنون نمونه‌هایی از آن در موزه لوور^۳ پاریس نگهداری می‌شود. در آن زمان استفاده از لعاب بیشتر در معماری و برای پوشش و تولید آجرهای پخته لعابدار بوده است. سربازان جاوید، کمانداران پارسی و نقش فروهر^۴ به صورت برجسته روی آجرهای لعابدار بیان‌کننده این واقعیت است که سفالگران هخامنشی با لعاب آشنا بوده‌اند. حیوانات و نقوشی که در این آجرها دیده می‌شود، جزء مهم‌ترین و بی‌سابقه‌ترین نقوش در ایران هستند (شکل ۳۷).

۱- چغازنبیل نیایشگاهی باستانی و سمبل هنر و معماری ایرانی است که در نزدیکی شهر شوش در استان خوزستان قرار دارد.

۲- در تمدن باستان والاترین نیایشگاه هر معبد «زیگورات» خوانده می‌شد، زیگورات معنای برافراشته و بالا رونده می‌دهد. زیگورات معبد چغازنبیل هم یک نمونه بسیار کهن از زیگورات‌هاست.

۳- Louvre

۴- فروهر که در اصل «فره وهر» است، نمادی است که آریایی‌ها برای آنچه امروزه روح نامیده می‌شود، برگزیده بودند.



شکل ۳۷- آجرهای لعاب دار دوره هخامنشی که از محوطه شوش کشف شده است

تعریف لعاب: لعاب لایه شیشه‌ای نازکی است که به عنوان پوشش سطوح به کار می‌رود. این لایه نازک شیشه‌گونه به صورت شفاف، کدر، سفید یا رنگی و با به کارگیری مواد مختلف روی سطوح مختلف، پوششی به ضخامت ۰/۱۵ تا ۰/۴ میلی متر ایجاد می‌کند. استفاده از لعاب سبب افزایش استحکام شیمیایی و فیزیکی و جلوه بیشتر رنگ در ظروف سفالی می‌شود و علاوه بر این به عنوان ماده‌ای ضدآب نیز به کار می‌رود. لعاب، اجسام سرامیکی را کاملاً متراکم و از نفوذ مایعات و گازها به داخل بافت آنها جلوگیری می‌کند و در نتیجه تأثیر خوردگی و عوامل نامساعد دیگر را کاهش می‌دهد و همچنین از لحاظ بهداشتی نیز مفید خواهد بود. به طور کلی لعاب در نتیجه ذوب شدن مخلوطی از سیلیکات‌ها در دماهای مختلف به وجود می‌آید. در این شرایط اتم‌های بعضی از مواد مذاب، به علت گرانروی بالا، توانایی برقراری نظم دوباره در هنگام انجماد را ندارند و حالت بی‌نظم^۱ به خود می‌گیرند. مواد اولیه مورد استفاده در ساخت لعاب تأثیر ویژه‌ای بر کیفیت و خواص نهایی آن دارند. مهم‌ترین مواد در تهیه لعاب به سه دسته مواد شبکه‌ساز، دگرگون‌ساز و واسطه تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- مواد شبکه‌ساز: این دسته از مواد که به اکسیدهای اسیدی معروف هستند، اساس، پایه و تعیین‌کننده ساختار نهایی لعاب و شیشه به شمار می‌روند. مهم‌ترین ماده شبکه‌ساز که به وفور در طبیعت یافت می‌شود، سیلیس (SiO_2) است. بور اکسید (B_2O_3)، ژرمانیم دی‌اکسید (GeO_2) و فسفرینتا اکسید (P_2O_5) از دیگر مواد شبکه‌ساز هستند.

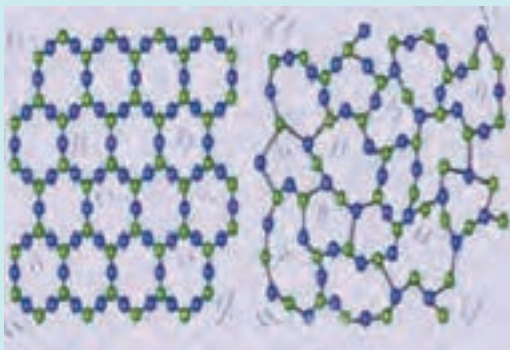
۲- مواد دگرگون‌ساز شبکه: این مواد که با نام اکسیدهای بازی نیز شناخته می‌شوند، با قرار گرفتن در داخل فضاهای شبکه، آن را کم و بیش پر کرده و باعث تغییر و گسستگی در ساختار لعاب و شیشه می‌شوند. مواد دگرگون‌ساز به تنهایی حالت شیشه‌ای ایجاد نمی‌کنند و در حالت مطلوب با اکسیدهای اسیدی در هنگام ذوب شدن ترکیب می‌شوند. از جمله مهم‌ترین مواد دگرگون‌ساز شبکه می‌توان به سدیم اکسید (Na_2O)، پتاسیم اکسید (K_2O)، کلسیم اکسید (CaO)، سرب اکسید (PbO) و منیزیم اکسید (MgO) اشاره کرد.

۳- مواد واسطه: این دسته از مواد اولیه ما بین دو گروه بالا قرار می‌گیرند و نسبت به شرایط موجود تغییر حالت می‌دهند و می‌توانند هم به عنوان شبکه‌ساز و هم دگرگون‌ساز در ایجاد ساختار لعاب و شیشه شرکت داشته باشند. مهم‌ترین ماده واسطه، آلومینیم اکسید (Al_2O_3) است.

۱- Amorph



جامد یکی از حالت‌های اساسی ماده است و با ساختار سخت و مقاوم در برابر تغییر شکل یا حجم شناخته می‌شود. در ساختار جامدات اتم‌ها با پیوندهای محکم در یک شبکه هندسی منظم (جامد بلوری) یا نامنظم (جامد بی شکل) در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. جامداتی که اجزای سازنده آنها در یک الگوی منظم چیده شده باشند، به عنوان بلور شناخته می‌شوند. در واقع هرگاه شرایط انجماد و خصوصیات ذاتی یک ماده به گونه‌ای باشد که ذرات آن ماده فرصت کافی برای قرارگیری منظم در کنار یکدیگر را داشته باشند، بلور شکل می‌گیرد. حال اگر خصوصیات ذاتی ماده یا شرایط انجماد به ترتیبی باشد که اتم‌ها فرصت نظم گرفتن نداشته باشند، ماده حاصل بی‌نظم و بدون شکل هندسی خواهد شد که در این صورت ماده بی‌شکل نامیده می‌شود (مانند شیشه).



شیوه قرارگیری اتم‌ها در جامد بلوری و جامد بی شکل



- ۱ با بررسی مراجع علمی، تفاوت شیشه و لعاب را بیان کنید.
- ۲ نقش مواد قلیایی مانند سدیم اکسید در ساختار لعاب را بررسی کنید.

لعاب‌ها به منظور قرارگیری مناسب و ایده‌آل بر روی سطح‌های مختلف باید ویژگی‌های منحصر به فردی داشته باشند که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است:

- ۱ مقاوم در برابر مواد شیمیایی با pH اسیدی و قلیایی
- ۲ قابلیت نفوذ ناپذیری بالا در برابر مایعات و گازها.
- ۳ ایجاد سطح صاف و صیقلی بر روی مواد متخلخل.
- ۴ مقاوم در برابر ترک، پوسته شدن و خراشیدگی.
- ۵ امکان ایجاد رنگ و شکل‌های زیبا روی سطوح.
- ۶ مقاومت گرمایی مناسب.

انواع لعاب

لعاب‌ها بر اساس معیارهای مختلف مانند شکل ظاهری، ترکیب شیمیایی و روش تولید تقسیم‌بندی می‌شوند. لعاب‌ها با توجه به شکل ظاهری به بخش‌های زیر تقسیم می‌شوند:

لعاب شفاف: در ساختار این لعاب‌ها حباب‌های کوچک یا دانه‌های ذوب نشده دیده نمی‌شود و انعکاس نور منظم است. این لعاب‌ها اغلب به صورت لایه نازک بر روی بدنه پوشش داده می‌شوند (پوشش کاشی‌ها).

لعاب کدر: این لعاب‌ها قابلیت عبور نور را ندارند و اغلب دارای مواد کدرکننده هستند که هنگام سایش لعاب خام در آسیاب اضافه می‌شوند. این لعاب‌ها برای پوشاندن رنگ نامطلوب بدنه به کار می‌روند (پوشش ظروف چینی).

لعاب بلوری: در این لعاب‌ها فرایند انجماد مواد مذاب به آرامی صورت گرفته و امکان متبلور شدن وجود دارد. هر چه بلورها بیشتر رشد کنند، سطح لعاب ناصاف‌تر و زبرتر خواهد شد. این نوع لعاب بیشتر برای تولید قطعات هنری مانند ظروف تزئینی استفاده می‌شود.



شکل ۳۸- انواع لعاب با ویژگی ظاهری شفاف و کدر

بسیاری از لعاب‌ها بر اساس روش تولید به سه دسته تقسیم می‌شوند:

لعاب خام: لعاب خام از مواد اولیه پودری شکل غیرمحلول در آب، که به صورت دوغاب تهیه می‌شوند، تشکیل شده است. هزینه تهیه این لعاب پایین است و اجسام مورد استفاده باید دیواره ضخیمی داشته باشند. این نوع لعاب بیشتر برای پوشش چینی‌ها، کاشی‌های کف و میناکاری (لعاب فلز) استفاده می‌شوند.

لعاب فریتی^۱: برای بهبود خواص لعاب‌ها آنها را پیش از اعمال بر بدنه فراوری می‌کنند و به آن لعاب فریتی می‌گویند. در این لعاب‌ها مواد محلول در آب به سیلیکات‌های نامحلول و مواد سمی به غیرسمی تبدیل می‌شوند سیلیکات‌های غیرسمی حاصل پس از آسیاب شدن در تهیه لعاب به کار می‌روند. کاربرد عمده لعاب‌های فریتی در کاشی‌های دیواری است.

لعاب تبخیری: بر اساس مواد خام اولیه این دسته را لعاب‌های نمکی نیز می‌نامند. این لعاب‌ها برخلاف دو دسته بالا به صورت دوغاب اعمال نمی‌گردد بلکه با به وجود آوردن بخار نمک در محیط کوره، آن را بر روی سطح مورد نظر می‌نشانند. این نوع روش اعمال لعاب برای تولید قطعات سرامیکی مورد مصرف در صنایع شیمیایی به عنوان ظرف به کار گرفته می‌شود.

ترکیب شیمیایی لعاب، مبنای دیگری برای تقسیم‌بندی لعاب‌ها است که به سه دسته تقسیم می‌شوند:

لعاب سربی: این لعاب‌ها به راحتی ذوب می‌شوند و بدون تشکیل حباب، پوششی براق و صاف ایجاد می‌کنند. لعاب سربدار به راحتی مواد رنگی را حل می‌کند و به خوبی به بدنه متصل می‌شود و اغلب رنگ‌های

۱- Ferrit glaze

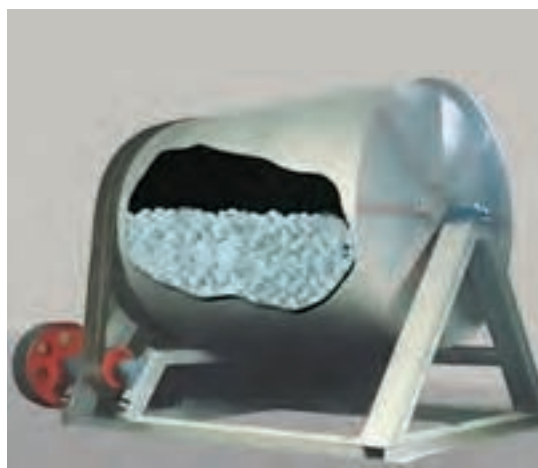
واضح و شدیدی ایجاد می‌کند. این لعاب‌ها به دو صورت فریت و خام استفاده می‌شوند، اگرچه مصرف فریت ترجیح داده می‌شود.

لعاب قلیایی: در ساختار لعاب‌های قلیایی ترکیبات سرب و بور حذف می‌گردد و اکسیدهای قلیایی قوی به عنوان مواد گدازآور استفاده می‌شود. اکسیدهای قلیایی به صورت فریت در ترکیب لعاب وارد می‌شوند.

لعاب قلیایی - بور: این لعاب‌ها بدون سرب هستند و به صورت سطح صاف و براق منجمد می‌شوند. در ساختار این لعاب‌ها از فریت بوردار به عنوان ماده اولیه استفاده می‌شود.

لعاب کاری و تهیه لعاب

منظور از اصطلاح لعاب کاری، ایجاد لایه نازک لعاب در سطح فراورده‌ها است. در بسیاری از موارد، مواد اولیه لعاب به صورت پودر آسیاب و یکنواخت شده و در ادامه در تهیه دوغاب به کار می‌روند. برای ساخت لعاب باید ابتدا مواد اولیه را وزن و سپس آسیاب کرد. آسیاب کردن مسئله مهمی است، زیرا اگر مواد به خوبی نرم و آسیاب نشوند، باعث رسوب گذاری در مخزن نگهداری، اختلال در انتقال لعاب و تولید لعاب با سطح ناصاف می‌شود. از سوی دیگر نرم کردن بیش از حد مواد باعث اتلاف انرژی، ضربه پذیری و ترک برداشتن لعاب نهایی می‌شود. فرایند آسیاب کردن با استفاده از آسیاب گلوله‌ای (بالمیل)^۱ انجام می‌شود. این دستگاه از یک استوانه که درون آن گلوله‌هایی از جنس سرامیک، که در مقابل سایش بسیار مقاوم هستند، ساخته شده است. در صورتی که این گلوله‌ها از جنس مقاومی نباشند، به راحتی خرد می‌گردند و با مواد اولیه ترکیب می‌شوند. استوانه با سرعت ثابت حول محور افقی می‌چرخد که این چرخش باعث غلتیدن گلوله‌ها بر روی یکدیگر و خرد و آسیاب شدن مواد اولیه می‌شود.



شکل ۳۹- آسیاب گلوله‌ای

۱- Bullet mill



شکل ۴۰- نمونه‌ای از مخزن ذخیره دوغاب

برای تهیه دوغاب، پودر یکنواختی از مواد اولیه به همراه آب در دستگاه‌های مخلوط‌کن (شکل ۴۰) به یک تعلیق همگن تبدیل می‌شوند. دوغاب حاصل باید به گونه‌ای باشد که در مخزن نگهداری ته‌نشین نشود. بدین منظور در ترکیب اغلب لعاب‌ها مقداری خاک رُس کائولن^۱ اضافه می‌شود تا غلظت و پایداری دوغاب لعاب در برابر ته‌نشینی افزایش یابد.

فعالیت عملی ۱۷



اعمال لعاب به کمک قلم‌مو

وسایل مورد نیاز: فست میل^۲، قندان سرامیکی، ترازو، قلم مو، اسفنج و پارچه، ظرف آب، بشر کوچک، بشر بزرگ، آهنربا و الک مش^۳ ۱۲۰، پودر لعاب خشک، رنگ لعاب، چسب CMC، ظرف سفالی

روش کار

- ۱- بر اساس حجم قندان سرامیکی، پودر لعاب را خشک وزن کنید. به اندازه ۴۵ درصد وزن لعاب خشک آب، ۱ درصد چسب و ۴ درصد رنگ لعاب وزن کنید و به همراه گلوله‌های سرامیکی داخل قندان بریزید.
- ۲- قندان سرامیکی را در دستگاه فست میل قرار دهید و پس از بستن در آن، با رعایت نکات ایمنی دستگاه را به مدت ۱۰ دقیقه روشن کنید.
- ۳- پس از خاموش کردن دستگاه و بیرون آوردن قندان سرامیکی، محتویات آن را داخل بشر بریزید و سپس از آهنربای دستی و الک عبور دهید.
- ۴- سطح ظرف مورد نظر را با اسفنج نم‌دار تمیز و مرطوب کنید و طرح ساده‌ای را در نظر بگیرید.
- ۵- با استفاده از قلم‌موی آغشته به دوغاب رنگی طرح مورد نظر را به صورت یکنواخت رنگ کنید و در پایان اجازه دهید دوغاب خشک شود.



شکل ۴۱- فست میل (سمت راست) و قندان سرامیکی (سمت چپ)

۱- کائولن اصطلاحی است که برای کانسارهای رسی به فرمول عمومی $2SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ اطلاق می‌گردد.
 ۲- فست میل یک آسیاب گلوله‌ای کوچک با سرعت زیاد است که جهت آسیاب و اختلاط مواد مختلف سرامیکی، رنگ و لعاب در آزمایشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 ۳- اندازه ذرات خاک مورد بررسی برای گذر از الک مش نامیده می‌شود.

مزایای لعاب

زیباتر کردن فراورده‌ها: حالت شیشه‌ای و رنگ‌های متنوع لعاب‌ها، سطح محصولات را شفاف و زیباتر می‌کند. **افزایش مقاومت شیمیایی و مکانیکی:** لعاب‌ها مقاومت شیمیایی و مکانیکی بالایی دارند و باعث ایجاد مقاومت مطلوب در محصولات تولیدی می‌شوند.

صیقلی کردن سطوح: اعمال لعاب باعث می‌شود سطوح سطح صاف و یکنواختی داشته باشند. **بهداشتی شدن سطوح (کاهش نفوذناپذیری):** لعاب‌ها نفوذناپذیر هستند و مانع از جرم‌گرفتگی در بدنه محصولات بهداشتی می‌شوند.

معایب لعاب:

پدیده‌های ناخواسته در خواص لایه لعاب، معایب لعاب نامیده می‌شوند. در تمام حالت‌های تولید لعاب امکان ایجاد عیب وجود دارد که ممکن است به عنوان نقص یا طرح‌های هنری در نظر گرفته شوند. عیوب موجود در لعاب ممکن است



به دلایل مختلفی مانند توزین غیردقیق، عدم استفاده نکردن از مواد اولیه مناسب، وجود ناخالصی‌ها، شرایط نامناسب تشکیل دوغاب و شرایط پخت نامناسب باشد. اگر اندازه ذرات لعاب درشت باشد یا مواد جامد موجود در دوغاب کم باشد، امکان ته‌نشینی اجزای دوغاب وجود دارد. زیاد بودن آب موجب رقیق شدن دوغاب می‌شود و لعاب حاصل ضخامت مناسبی در هنگام پوشش سطح ایجاد نمی‌کند. همان‌طور که در شکل ۴۲ نشان داده شده است، یکی از دلایل ترک خوردن لعاب در هنگام خشک شدن، آسیاب کردن بیش از حد مواد اولیه است. همچنین اگر سطح بدنه چرب باشد یا گرد و غبار گرفته باشد، لایه لعاب بر روی بدنه نمی‌چسبد و پوسته‌پوسته می‌شود. با توجه به نوع نقص موجود در لعاب و عوامل به وجود آورنده آن، امکان برطرف‌سازی آن وجود دارد که منجر به افزایش کیفیت لعاب می‌شود.

شکل ۴۲- پوسته شدن و ترک خوردگی در لعاب

صنعت لعاب آلودگی‌های زیست‌محیطی گوناگونی ناشی از استفاده از آب فراوان، انرژی، گازهای خروجی از کوره، خشک‌کن‌ها، ضایعات لعاب، فاضلاب حاصل از آسیاب‌ها، انتشار گازهای گلخانه‌ای^۱، پساب‌های صنعتی و انواع آلودگی‌های صوتی را ایجاد می‌کند. استفاده از مواد اولیه بی‌خطر، کاهش میزان تولید ضایعات از طریق بهبود فرایندها و استفاده از تجهیزات پیشرفته، انجام به موقع و منظم تعمیرات پیشگیرانه، استفاده دوباره از ضایعات به منظور به کارگیری دوباره آنها به عنوان مواد اولیه و جلوگیری از اتلاف انرژی از جمله اقداماتی است که منجر به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود.

نکات
زیست محیطی



۱- منظور از گازهای گلخانه‌ای موجود در جو زمین: بخار آب، کربن دیوکسید، متان، اوزون و دی‌نیتروژن مونوکسید می‌باشد.



روش کار:

با همکاری مرکز آموزشی از یک کارگاه تولید سرامیک و لعابکاری بازدید علمی داشته باشید.

پرسش‌های پایانی

- ۱ کاربردهای نیتریک اسید را نام ببرید.
- ۲ هیدروکلریک اسید با گاز هیدروژن کلرید چه تفاوتی دارد؟
- ۳ روش تولید هیدروکلریک اسید با استفاده از واکنشگاه‌های مانهایم را توضیح دهید.
- ۴ تفاوت عملکرد لایه غشایی به کار رفته در سل برقکافت، در روش غشایی و دیافراگمی (در تولید سدیم هیدروکسید) چیست؟
- ۵ کاربردهای پتاسیم هیدروکسید را بیان کنید.
- ۶ آهک زنده و مرده چه ترکیباتی هستند؟ تفاوت آنها چیست؟
- ۷ چرخه آهک را توضیح دهید.
- ۸ شیوه قرارگیری اتم‌های سدیم و کلر در بلور سدیم کلرید چگونه است؟ پیوند بین آنها از چه نوعی است؟ توضیح دهید.
- ۹ استخراج معادن به چند طریق انجام می‌شود؟ توضیح دهید.
- ۱۰ تولید سدیم هیدروکسید به روش سل جیوه‌ای را توضیح دهید.
- ۱۱ واکنش‌های احیای مستقیم در تولید آهن اسفنجی را بنویسید.
- ۱۲ منظور از فراوری کانی چیست؟
- ۱۳ واکنش‌های کوره بلند را بنویسید.
- ۱۴ تولید آهن به روش مستقیم و غیر مستقیم را با هم مقایسه کنید.
- ۱۵ مهم‌ترین آلیاژهای آهن کدام‌اند؟ چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۱۶ روش بایر و دوویل - پیشنی را در تولید آلومین با هم مقایسه کنید.
- ۱۷ دلیل تشکیل رسوب سبز روی میله‌های مسی چیست؟
- ۱۸ آلیاژهای مس کدام‌اند؟
- ۱۹ لجن آندی چیست؟
- ۲۰ برنج و مفرغ چه ترکیباتی هستند؟ چه خصوصیات و کاربردهایی دارند؟
- ۲۱ مهم‌ترین مواد در تهیه لعاب چه موادی هستند؟ نقش هر کدام چیست؟
- ۲۲ تفاوت لعاب فریتی با لعاب خام در چیست؟ کدام مناسب‌تر هستند؟
- ۲۳ تولید سدیم هیدروکسید به روش سل جیوه‌ای را توضیح دهید.
- ۲۴ واکنش‌های احیای مستقیم در تولید آهن اسفنجی را بنویسید.

ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع معدنی

<p>شرح کار:</p> <p>چگونگی استفاده وسایل آزمایشگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد. پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>انجام عملیات در صنایع معدنی طبق دستورالعمل واحد</p>			
<p>شاخص‌ها:</p> <p>■ رعایت مسائل ایمنی حین کار ■ انجام کار طبق دستور کار</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</p> <p>شرایط مکان: آزمایشگاه شرایط دستگاه: آماده به کار زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، مواد و وسایل آزمایشگاه مربوط به تهیه انواع اسید، باز، نمک و لعاب</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه اسیدها و بازهای معدنی	۲	
۲	تهیه نمک‌ها	۱	
۳	استخراج فلزات	۱	
۴	لعاب کاری	۱	
<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی</p> <p>۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی‌های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی ۴- مستندسازی: گزارش نویسی</p>		۲	
<p>میانگین نمرات</p>			
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>			



پودمان سوم

عملیات در صنایع پوششی



پوشش ها از دو جنبه تزئینی و محافظت خوردگی اهمیت دارند. پوشش های صنعتی به عنوان کارآمدترین روش بازدارندگی خوردگی محسوب می شوند.

واحد یادگیری ۳

انجام عملیات در صنایع پوششی

مقدمه

پوشش‌های صنعتی برای هدف‌های گوناگون از جمله مسائل حفاظتی، ظاهری و ایمنی به کار گرفته می‌شوند. در واقع یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از پوشش‌های آلی و معدنی، جلوگیری از خوردگی تجهیزات است. کیفیت و مرغوبیت لایه پوششی ایجاد شده، رابطه مستقیم با وضعیت و کیفیت سطح فلزی دارد که بایستی پوشش‌دهی شود. بنابراین جهت دستیابی به یک پوشش با کیفیت قابل قبول، قبل از انجام عمل اصلی پوشش‌دهی، لازم است سطح کار با یک مجموعه عملیات مکانیکی و شیمیایی آماده‌سازی شود. در این پودمان ابتدا عملیات آماده‌سازی قطعه جهت پوشش آورده شده است و در ادامه معرفی، مفاهیم و کاربرد آبکاری و رنگ‌های آلی همراه با فیلم آموزشی، تحقیق کنید و فعالیت‌های عملی قابل اجرا، نکات ایمنی و زیست محیطی مرتبط آورده شده است.

استاندارد عملکرد:

آماده‌سازی قطعه و پوشش‌دهی به روش آبکاری و رنگ طبق دستور کار

شایستگی‌های غیرفنی

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت شناسی - انجام وظایف و کارهای محول - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده صحیح از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام کارها و وظایف محول
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

- پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود:
- ۱ عملیات آماده‌سازی قطعه پیش از پوشش را انجام دهند.
 - ۲ آبکاری قطعات را انجام دهند.
 - ۳ با اعمال رنگ پوشش‌دهی را انجام دهند.



با توجه به تصویرهای زیر در مورد انواع پوشش‌های صنعتی گفت‌وگو کنید. به نظر شما پوشش‌ها چه اهمیتی در زندگی بشری دارند؟ آیا می‌توانید مثال‌های دیگری بیاورید؟



پوشش‌های صنعتی برای هدف‌های گوناگون از جمله مسائل حفاظتی، ظاهری و ایمنی به کار گرفته می‌شوند. در واقع یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از پوشش‌های آلی و معدنی، جلوگیری از خوردگی تجهیزات است. عمل حفاظتی پوشش‌ها از یک یا چند سازوکار تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

۱ جلوگیری از تماس محیط و جسم موردنظر

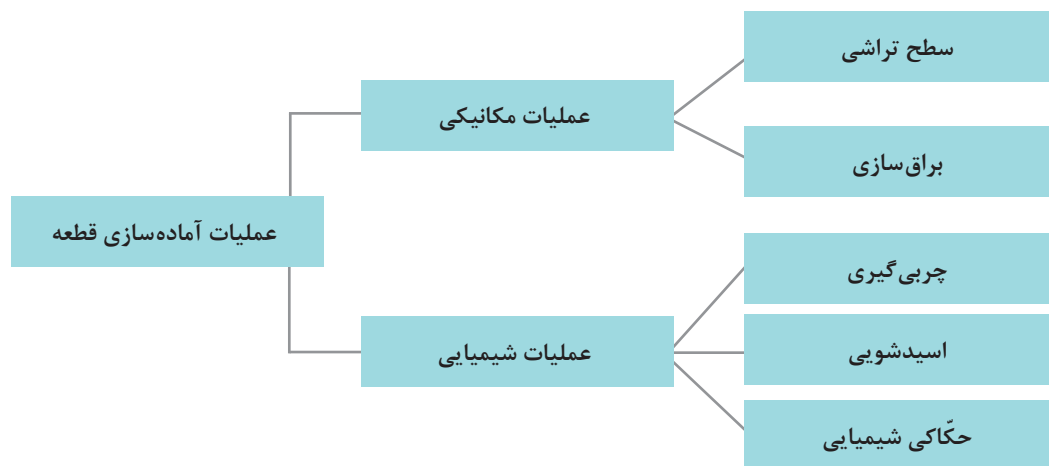
۲ محدود ساختن تماس بین محیط و جسم موردنظر

۳ انتشار موادی که سبب کندکنندگی حملات محیط بر روی جسم موردنظر است.

کیفیت و مرغوبیت لایه پوششی ایجادشده، رابطه مستقیم با وضعیت و کیفیت سطح فلزی دارد که باید پوشش‌دهی شود، لذا وجود چربی‌ها، اکسیدها و سایر مواد خارجی بر سطح قطعه به هنگام اجرای عمل پوشش‌دهی، در میزان چسبندگی، مقاومت مکانیکی و ظاهر پوشش تأثیر خواهد گذاشت. برای دستیابی به یک پوشش با کیفیت قابل قبول، قبل از انجام عمل اصلی پوشش‌دهی، لازم است سطح کار با یک مجموعه عملیات مکانیکی و شیمیایی آماده‌سازی شود.

عملیات آماده‌سازی قطعه برای پوشش

آماده‌سازی قطعات پیش از پوشش دهی هم از نظر پایین آوردن قیمت تمام شده و هم از نظر بالا بردن کیفیت پوشش، اهمیت ویژه‌ای دارد. این آماده‌سازی به روش‌های مکانیکی و شیمیایی انجام می‌گیرد. در شکل ۱ مراحل آماده‌سازی قطعه برای پوشش را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱- مراحل آماده‌سازی قطعه برای پوشش

از آنجا که در طی فرایند تولید، قطعات به انواع روغن‌های مصرفی آغشته می‌گردد، سطح آنها پوشیده از اکسید می‌شود و یا پس از خروج از قالب‌ها، ذرات گردوغبار به آنها می‌چسبند و در کناره‌های قالب لبه‌های برنده ایجاد می‌کند، لازم است قطعات تولیدشده (قطعات خام)، در ابتدا از لحاظ ظاهری و سطحی اصلاح شوند تا برای پوشش نهایی (رنگ و آبکاری^۱) آماده شوند. تمامی موارد نام برده، باید قبل از انجام مراحل نهایی پوشش قطعات به روش‌های گوناگون و متداول در صنعت از روی سطح قطعات زدوده، اصلاح و حذف شوند. شکل ۲ یک قطعه خام را نشان می‌دهد که باید عملیات آماده‌سازی بر روی آن انجام شود.



شکل ۲- یک قطعه خام با ناصافی‌ها در سطح

عملیات مکانیکی آماده‌سازی سطح

در صنعت به مجموع فرایندهای آماده‌سازی مکانیکی سطح قطعات، پرداختکاری گفته می‌شود. پرداختکاری از دو نوع فرایند سطح‌تراشی (زیرکار) و براق‌سازی (روکار) تشکیل شده است.

^۱ Plating

سطح تراشی (پرداخت):

برای دستیابی به این هدف معمولاً سطح قطعه کار با انواع مختلفی از سنباده‌ها پرداخت می‌شود. با انجام عملیات سنباده‌زنی می‌توان چاله‌های ریز سوزنی، خطوط و زخم‌های سطحی، پلیسه‌ها و سایر عوامل نامطلوب سطح قطعه را که در بخش‌های مختلف فرایند تولید و یا حمل‌ونقل ایجاد شده‌اند، از میان برداشت و به یک سطح صاف و صیقلی مطلوب برای انجام عملیات رنگ یا آبکاری رسید.

سنباده: سنباده ورقه‌ای از جنس کاغذ، پارچه و یا الیاف بافته شده است که دانه‌های سخت ساینده بر روی آن به وسیله چسب مخصوص چسبانده شده و برای ساییدن سطوح مختلف اجسام، از آن استفاده می‌شود. ذرات ساینده در سنباده (پودر سنباده) مواد بسیار سخت و ریزی (در اندازه میکرون) هستند که در اندازه‌ها و شماره‌بندی‌های مختلف موجود هستند و با چسب مخصوص سنباده، روی ورقه‌ها یا نوارهایی (پشت‌بند سنباده) از جنس‌های مختلف چسبانده می‌شوند. این ذرات به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

(الف) مواد طبیعی: مانند ماسه، ذرات کوارتز یا سیلیس، ذرات سنگ چخماق

(ب) مواد مصنوعی: مانند آلومینیم اکسید، براده‌های فلزات، سیلیسیم کاربید

انواع سنباده از لحاظ نوع پشت‌بند:

سنباده‌ها از لحاظ نوع پشت‌بند یا صفحات اتصال‌دهنده به دانه‌های ساینده، همانند شکل ۳، به چند دسته تقسیم می‌شوند:

(الف) پشت‌بند کاغذی: سنباده‌های پشت‌بند کاغذی از کم‌دوام‌ترین نوع سنباده هستند و بیشتر در نقاشی ساختمان استفاده می‌شوند.

(ب) پشت‌بند پارچه‌ای: سنباده‌های پشت‌بند پارچه‌ای از دوام زیادتری برخوردارند و در رنگ‌کاری چوب، بیشتر استفاده می‌شوند. آنها را معمولاً به دستگاه سنباده، با دور بالا و ماشین‌های لرزان وصل می‌نمایند و استفاده می‌کنند.

(ج) پشت‌بند الیافی: این نوع از سنباده شامل تعداد زیادی لایه‌های پارچه‌ای است که نسبتاً سخت و محکم است و برای ایجاد پشت‌بند برای دیسک‌ها و غلطک‌ها به کار می‌رود.



سنباده الیافی



سنباده پارچه‌ای



سنباده کاغذی

شکل ۳- سنباده‌های مختلف

برّاق سازی سطح (روکار):

فرایند برّاق سازی سطح یا روکار دارای دو مرحله است:

مرحله اول: در این مرحله قطعه را با فشار زیاد تا متوسط، به سطح چرخ‌های در حال چرخش برّاق کاری می‌فشارند. این کار باعث به دست آمدن یک سطح صاف، یکنواخت و نیمه برّاق تا برّاق می‌شود.



شکل ۴- دستگاه دو سر معمول در عملیات برّاق کاری

مرحله دوم: در این مرحله قطعه را با فشاری متوسط تا کم به سطح چرخ‌های در حال چرخش برّاق کاری می‌فشارند، که در نتیجه آن یک سطح تمیز، برّاق و درخشان ایجاد می‌شود.

در عملیات برّاق کاری یا روکار، می‌توان از انواع چرخ‌های پرداختکاری (نمد، فرچه) و واکس‌های پرداختکاری استفاده کرد (شکل ۴).

فعالیت عملی ۱



تمیز کاری مکانیکی

مواد و وسایل مورد نیاز	
سنباده‌های کاغذی با زبری‌های مختلف	قطعه‌های آهنی ۴ عدد (۵ × ۲ × ۰/۱ cm) و دارای سوراخی به قطر ۲mm
برس سیمی	دسیکاتور
پنبه	استن

روش کار:

- ۱ نمونه‌های آهنی که دارای زائده یا ناصافی باشند، تهیه کنید.
- ۲ با توجه به ناصافی‌های قطعه با استفاده از وسایل تمیزکاری، مانند سنباده یا برس سیمی، ناصافی‌ها را برطرف کنید.
- ۳ قطعه‌های تمیز شده را با آب شست‌و شو دهید تا ذرات ناخالصی از آنها جدا شوند.
- ۴ قطعات را با استفاده از پنبه آغشته به استون خشک و برای مراحل بعدی در خشکانه نگهداری کنید.

عملیات شیمیایی آماده سازی سطح قطعه

چربی گیری:

به منظور دستیابی به یک پوشش با کیفیت، قبل از انجام عمل اصلی پوشش دهی، لازم است سطح کار با یک مجموعه اعمال شیمیایی آماده سازی شود که چربی گیری اولین مرحله آماده سازی است. مواد چربی گیر به دو دسته کلی آلی و معدنی تقسیم بندی می‌شوند. چربی گیرهای آلی عبارتند از حلال‌های گوناگون مانند استون و بنزن و هیدروکربن‌های کلردار مانند کربن تتراکلرید و تری کلرواتیلن، که به دلیل قدرت چربی گیری بالا به طور مستقیم و یا به کمک بخاراتشان قادرند انواع چربی‌های حیوانی، گیاهی و نفتی (چربی‌های معدنی) را زایل کنند.

چربی‌گیرهای معدنی از ترکیبات معدنی با پایهٔ قلیایی تشکیل شده‌اند و در آب حل می‌شوند. چربی‌گیرهای قلیایی با خاصیت صابونی کردن چربی‌ها، عمل چربی‌زدایی را انجام می‌دهند. معمولاً مجموعه‌ای از ترکیبات معدنی به نسبت‌های معین و در کنار یکدیگر به صورت محلول در آب استفاده می‌شوند، که تحت عنوان «چربی‌گیرهای قلیایی» از آنها نام می‌برند. برای فعال‌تر نمودن چربی‌گیرهای قلیایی ترکیباتی به عنوان ترکننده^۱ و امولسیون‌کننده^۲ به آنها می‌افزایند.

فعالیت عملی ۲



چربی‌زدایی با حلال‌های آلی

مواد و وسایل مورد نیاز	
تری‌کلرواتیلن	نمونه‌های آهنی ۴ عدد
استون	دسیکاتور
آب گرم (حمام)	بشر دو لیتری
پنبه	بشر ۵۰۰ میلی‌لیتر

چربی‌گیری به دو صورت انجام می‌شود: الف) چربی‌گیری به روش غوطه‌وری در حلال آلی، ب) چربی‌گیری در بخار حلال آلی.

چربی‌گیری به روش غوطه‌وری در حلال آلی

روش کار:

- در یک بشر ۵۰۰ میلی‌لیتری تا نیمه استون بریزید، و در زیر هود قرار دهید. یک قطعه آهنی را به کمک سیم‌های نازک به مدت ۵ دقیقه در حالی که آنها را تکان می‌دهید، در استون غوطه‌ور کنید.
- سپس قطعات را خارج کنید و به وسیله پنبه تمیز، سطح آنها را پاک نمایید و بعد از تبخیر نهایی استون، بدون لمس کردن در خشکانه قرار دهید.

نکات ایمنی



- آزمایش زیر هود انجام شود.
- از وسایل حفاظت و ایمنی شخصی مانند ماسک، عینک، دستکش و روپوش مناسب استفاده شود.

۱- Weting Agent

۲- Emulsifier



چربی زدایی با چربی گیرهای قلیایی

مواد و وسایل مورد نیاز	
کاغذ تورنسل یا شناساگر فنول فتالین	قطعه آهنی ۴ عدد
سدیم هیدروکسید	بشر دو لیتری یک عدد
سدیم کربنات	گرمکن برقی
سدیم تری فسفات	همزن (مغناطیسی)
سدیم متاسیلیکات	بشر یک لیتری
مایع ظرف شویی	خشکانه

روش کار:

ترکیب محلول برای چربی زدایی قطعات آهنی:

سدیم هیدروکسید	۱۵ g/L
سدیم کربنات	۳۰ g/L
سدیم تری فسفات	۱۵ g/L
سدیم متاسیلیکات	۱۵ g/L
مایع ظرف شویی	۲ g/L (به عنوان ترکننده ^۱ یا فعال کننده سطح فلز)

طرز تهیه محلول چربی گیر قلیایی:

- معادل $\frac{3}{4}$ لیتر آب معمولی را در یک بشر دو لیتری بریزید و روی گرمکن برقی قرار دهید و تا مرحله جوش گرم کنید.
- ۱۵ گرم سدیم متاسیلیکات را وزن کنید و در آب جوشان به کمک همزن شیشه‌ای حل کنید.
- به ترتیب سدیم تری فسفات، سدیم کربنات، سدیم هیدروکسید و در نهایت مایع ظرفشویی را به مقدار لازم برای یک لیتر محلول، وزن نمایید و در آب مذکور حل کنید و حجم محلول را به یک لیتر برسانید.

روش چربی گیری قلیایی:

- ۱ محلول تهیه شده را تا حدود $82-93^{\circ}\text{C}$ به کمک گرمکن برقی گرم نمایید و قطعه آهنی را به مدت ۳۰ دقیقه در آن آویزان کنید. در این فاصله هرگاه حجم محلول به دلیل تبخیر کم شود، از بشر یک لیتری که روی گرمکن دارای آب جوشان است، به آن بیفزایید.
- ۲ پس از ۳۰ دقیقه قطعه را خارج کنید و با آب زیاد آنقدر بشوید تا سطح قطعه نسبت به کاغذ تورنسل و یا فنول فتالین حالت خنثی یا غیرقلیایی نشان دهد. استفاده از دست با دستکش لاستیکی تمیز برای پاک شدن سطح قطعه از مواد قلیایی بلامانع است.
- ۳ پس از شست و شوی کامل قطعه آن را به مدت ۳-۴ دقیقه در آب جوشان فرو ببرید و سپس خارج کنید، به این ترتیب قطعه خشک خواهد شد. سپس آن را در خشکانه قرار دهید.



به نظر شما چه نکات ایمنی را در عملیات چربی‌گیری قلیایی باید رعایت نمود؟

بررسی کیفیت سطوح چربی‌گیری شده

آزمایش گسستگی لایه آب: در این آزمایش با ایجاد یک لایه یکنواخت پیوسته آب بر روی سطوح چربی‌گیری شده و مشاهده گسستگی‌های احتمالی در این لایه پیوسته، به وجود چربی‌های زدوده‌نشده بر سطح قطعه و در نتیجه به کیفیت کار انجام شده پی می‌برند. مبنای علمی این کار آن است که وجود لایه چربی بر سطح قطعه از میزان چسبندگی مولکول‌های آب به سطح فلز می‌کاهد، لذا لایه آب از سطح فلز جدا می‌شود.

روش کار

سطح قطعه را در زیر جریان بسیار آرام و یکنواخت آب معمولی در دمای محیط (شیر آب سرد) بگیرید و به‌گونه‌ای قطعه را از زیر جریان آب خارج کنید که قطعه به حالت افقی یک لایه آب را روی سطح خود نگه دارد و سپس وجود گسستگی در این لایه را کنترل کنید و به این ترتیب کیفیت عمل چربی‌گیری را تعیین نمایید.

حال روش بالا را روی تمام نمونه‌های چربی‌گیری شده (نمونه‌های موجود در خشکانه) اجرا کنید و در جدول ۱ نتایج کار را گزارش نمایید.

جدول ۱- نتایج بررسی کیفیت سطوح چربی‌گیری شده

شرح کار	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳	نمونه ۴
روش چربی‌گیری				
تاریخ چربی‌گیری				
نتیجه آزمایش گسستگی آب				
تاریخ آزمایش گسستگی آب				

روش تشخیص کیفیت و ثبت نتایج: تمام قطعات تحت نظر و کنترل هنرآموز، بررسی و به شرح زیر امتیاز دهید و در جدول ثبت کنید.

۱ اگر گسستگی به صورت نقاط پراکنده و با تخمین دیداری در گستره ۱۰-۵ درصد باشد، نتیجه «خوب» در جدول ثبت شود.

۲ اگر گسستگی به صورت نقاط پراکنده و با تخمین دیداری ۲۰-۱۰ درصد باشد، نتیجه «متوسط» در جدول ثبت شود.

۳ اگر گسستگی به صورت سطح گسترده پیوسته و با تخمین دیداری ۳۰-۲۰ درصد باشد، نتیجه «بد» در جدول ثبت شود.

پوسته زدایی یا اسیدشویی^۱

قطعاتی که باید تحت پوشش‌های آلی (رنگ) و یا معدنی (آبکاری) قرار گیرند، پس از چربی‌گیری لازم است عاری از هرگونه مواد زائد مانند اکسیدها و سایر نمک‌ها باشند؛ به همین جهت این مواد زائد را با انواع اسیدها مانند هیدروکلریک اسید، سولفوریک اسید، نیتریک اسید و فسفریک اسید از سطح قطعه پاک می‌کنند تا مانعی برای کیفیت لایه پوششی به وجود نیاید. از آنجایی که اسیدها علاوه بر اکسیدها و سایر ترکیبات، می‌توانند سطح فلز را نیز تحت تأثیر قرار دهند، در نتیجه موادی به عنوان بازدارنده^۲ به آنها اضافه می‌کنند که سطح تمیز فلز با اسید تخریب نشود. انتخاب بازدارنده‌ها به عوامل گوناگون بستگی دارد که عبارت‌اند از نوع اسید، جنس فلز و دمای عملیات اسیدشویی. مقدار بازدارنده به درصد اسید موجود در محلول بستگی دارد.

نکته

آلیاژهای مختلف مانند آهن و مس نباید در یک محفظه واحد، اسیدشویی شوند.



محفظه‌هایی که برای انجام عملیات آبکاری استفاده می‌شوند، در اصطلاح صنعتی به «وان» و یا «حمام آبکاری» موسوم هستند و عموماً از ورقه‌های آهنی و به شکل مکعب مستطیل ساخته می‌شوند. هرگاه قرار باشد در یک وان آبکاری مواد خورنده مانند اسید ریخته شود، درون آنها را با ورق‌های پی‌وی‌سی و یا لاستیک مصنوعی مخصوص می‌پوشانند.

فعالیت عملی ۴



اسیدشویی قطعه‌های آهنی

مواد و وسایل مورد نیاز	
سولفوریک اسید	قطعه آهنی زنگ زده ۴ عدد
هیدروکلریک اسید	بشر یک لیتری
سفیده تخم مرغ، ۱ عدد (به عنوان بازدارنده)	بشر نیم لیتری ۲ عدد
هیدرازین (به عنوان بازدارنده)	خشکانه
الکل خالص یا استون (خشک کننده)	شامپوی بچه (به عنوان ترکننده یا فعال کننده)

۱- Pickling

۲- Inhibitor

روش کار اسیدشویی شماره ۱:

- ۱ ابتدا نمونه‌ها را مطابق با روش کار (ابتدا با حلال آلی و سپس چربی‌گیری قلیایی) چربی‌گیری کنید و در خشکانه بگذارید.
- ۲ ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید ۲۰٪ وزنی تهیه کنید.
- ۳ محلول سولفوریک اسید تهیه‌شده را در دو بشر نیم‌لیتری به دو قسمت مساوی تقسیم کنید.
- ۴ به یکی از این دو بشر به میزان ۲ گرم شامپوی بچه و ۱ گرم هیدرازین اضافه کنید به هم بزنید، سپس در دمای محیط، در هر بشر دو نمونه آهنی بیاویزید و به مدت ۱۵ دقیقه به‌طور دقیق دو نمونه و پدیده‌های شیمیایی پیش‌آمده را تحت نظر داشته باشید.
- ۵ قطعات را پس از مدت زمان تعیین‌شده از محلول سولفوریک اسید خارج کنید با آب جاری به‌طور کامل بشوید، سپس با استون یا الکل آغشته نمایید و خشک کنید.
- ۶ کیفیت سطوح تمیزشده را با ذره‌بین با بزرگنمایی ۱۰× مشاهده و بررسی کنید.
- ۷ گزارش بررسی و پدیده‌های مشاهده‌شده ضمن کار و نتایج آن را ارائه کنید.

روش کار اسیدشویی شماره ۲:

- ۱ ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰٪ وزنی هیدروکلریک اسید تهیه کنید.
- ۲ محلول تهیه‌شده را در دو بشر نیم‌لیتری به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. به یکی از دو بشر به میزان ۱ گرم شامپوی بچه و معادل ۵/۰ درصد سفیده تخم مرغ بیفزایید (این درصد، نسبت به وزن هیدروکلریک اسید خالص موجود در محلول تهیه‌شده محاسبه می‌شود).
- ۳ در دمای محیط در هر بشر دو نمونه از قطعه‌ها را بیاویزید و به مدت ۱۵ دقیقه کلیه پدیده‌های حاصل را مشاهده و بررسی کنید.
- ۴ نمونه‌ها را از محلول اسید خارج کنید و در زیر آب جاری به‌طور کامل بشوید و با کمک استون یا الکل خشک کنید.
- ۵ کیفیت سطوح تمیزشده را با ذره‌بین با بزرگنمایی ۱۰× مشاهده و بررسی نمایید.
- ۶ گزارش بررسی و پدیده‌های مشاهده‌شده ضمن کار و نتایج آن را ارائه کنید.

توجه



برای اسیدشویی یکی از روش‌های ۱ یا ۲ را استفاده کنید.

حکاکی^۱ شیمیایی:

حکاکی شیمیایی آخرین مرحله آماده‌سازی قطعه پیش از پوشش‌دهی است. حکاکی شیمیایی به مفهوم ایجاد خوردگی بسیار ضعیف در قسمت‌های ناپایدار سطح نمونه آماده شده است. این عمل سبب می‌شود ذرات اکسید فلز که ممکن است در مرحله چربی‌گیری پدید آمده باشد، در محلول اسید رقیق حل شود. بدین ترتیب چسبندگی پوشش بر سطح قطعه افزایش می‌یابد.

فعالیت عملی ۵



عملیات حکاکی

مواد و وسایل مورد نیاز:

محلول سولفوریک اسید با غلظت ۵ تا ۱۰ درصد، بشر یک لیتری، قطعات آماده سازی شده ۴ عدد

روش کار:

قطعه های تمیز را به مدت چند ثانیه در داخل محلول سولفوریک اسید به غلظت حدود ۵ تا ۱۰ درصد قرار دهید. سپس از محلول اسیدی خارج کنید و با آب شست و شو دهید. بدین ترتیب سطح قطعه فعال شده، آماده آبکاری می شود.

نکته



به هنگام آماده سازی بعد از هر مرحله از عملیات مکانیکی یا شیمیایی، سطح قطعه باید با آب شست و شو داده شود تا ذرات جامد یا محلول و مواد پاک کننده از سطح قطعه جدا شوند.

آبکاری

به تصویرهای آبکاری شده زیر توجه کنید. چه تشابه و تفاوت هایی در آنها مشاهده می کنید؟



بحث گروهی
۲



هر فلزی که بتواند به روش‌های الکتریکی، شیمیایی یا مکانیکی بر روی قطعه رسوب کند، می‌تواند به‌عنوان پوشش محافظ آن استفاده شود. آبکاری یکی از انواع روش‌های ایجاد پوشش‌های فلزی است که به روش شیمیایی، سطح یک جسم را با فلز مورد نظر پوشش می‌دهد. این پوشش فلزی باید چسبندگی زیادی به سطح داشته باشد و تا پایان عمر مفید آن از سطح جدا نشود. قطعه‌ای که سطح آن پوشش داده می‌شود، می‌تواند فلز یا نافلز باشد. قطعه در صورتی، قابلیت آبکاری پیدا می‌کند که پیش‌تر پوششی از یک لایه نازک رسانا به روشی بر روی سطح آن نشانده باشند. آبکاری در صنعت کاربردهای فراوان دارد. برخی از مهم‌ترین اهداف آبکاری عبارت‌اند از:

جلوگیری از خوردگی قطعه: در صنایعی که با مواد شیمیایی بسیار خورنده سروکار دارند، غالباً ظروف و دستگاه‌ها را از جنس‌های نسبتاً ارزان مانند فولاد معمولی می‌سازند که مقاومت زیادی در برابر خوردگی ندارند. سپس با پوشش دادن سطح داخلی ظروف و دستگاه‌ها با یک فلز مقاوم در مقابل خوردگی، از خراب‌شدن و سوراخ‌شدن آن جلوگیری می‌شود. شکل ۵ نمونه‌هایی از خوردگی در قطعه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۵- نمونه‌هایی از خوردگی در قطعه‌ها

برای جلوگیری از خوردگی داخل مخزن‌های نگهداری مواد و مایعات مختلف شیمیایی در صنایع چه اقداماتی انجام می‌شود؟

تحقیق کنید
۱



در صنایع غذایی معمولاً شدت خوردگی زیاد نیست، اما حتی میزان کم آن نیز غیرمجاز است. تحقیق کنید برای جلوگیری از خوردگی داخل قوطی‌های نگهداری مواد غذایی، چه اقداماتی انجام می‌شود؟

تحقیق کنید
۲



افزایش مقاومت مکانیکی: در برخی از موارد نیاز است که سطح یک قطعه در مقابل سایش مقاومت بیشتری داشته باشد. در این حالت با انجام نوعی آبکاری نیکل یا کروم سختی لازم در سطح پدید می‌آید.

بهبود ظاهر قطعه: در بسیاری از موارد تنها دلیل یا یکی از دلایل استفاده از آبکاری، ایجاد ظاهری زیبا برای قطعه است. برای مثال در آبکاری زیورآلات بدلی که با یک لایه بسیار نازک طلا پوشش داده می‌شوند، فقط ظاهر زیبا مدنظر است. البته در اغلب موارد، هم جنبه "زیبایی" و هم جنبه "مقاومت در مقابل خوردگی" دلیل انجام آبکاری است.

تحقیق کنید
۳



به چه دلیل در وسایل فلزی آشپزخانه از آبکاری استفاده می‌شود؟ کدام فلز یا فلزات برای این مورد به کار می‌روند؟

افزایش رسانایی الکتریکی: مس یک رسانای خوب برای جریان برق است و به همین منظور در وسایل برقی و مدارهای الکتریکی به شکل گسترده استفاده می‌شود. به مرور زمان روی سطح مس لایه تیره‌نازکی تشکیل می‌گردد و باعث می‌شود در نقاط لحیم کاری شده و در اتصالات، هدایت الکتریکی سطح مس به شدت کاهش یابد. در دستگاه‌های حساس به منظور افزایش رسانایی الکتریکی سطح مس از پوشش بسیار نازک طلا استفاده می‌شود.

ایجاد خواص سطحی متنوع: علاوه بر خواصی که ذکر شد، آبکاری می‌تواند خواص متنوع دیگری را نیز در سطح یک قطعه ایجاد کند. برای مثال، به منظور ایجاد قدرت انعکاس نور در یک قطعه، آن را با نقره پوشش می‌دهند.

تحقیق کنید
۴



در مورد کاربردهای فلزات مختلف جهت آبکاری و خواص آنها، تحقیق کنید و جدول زیر را کامل نمایید.

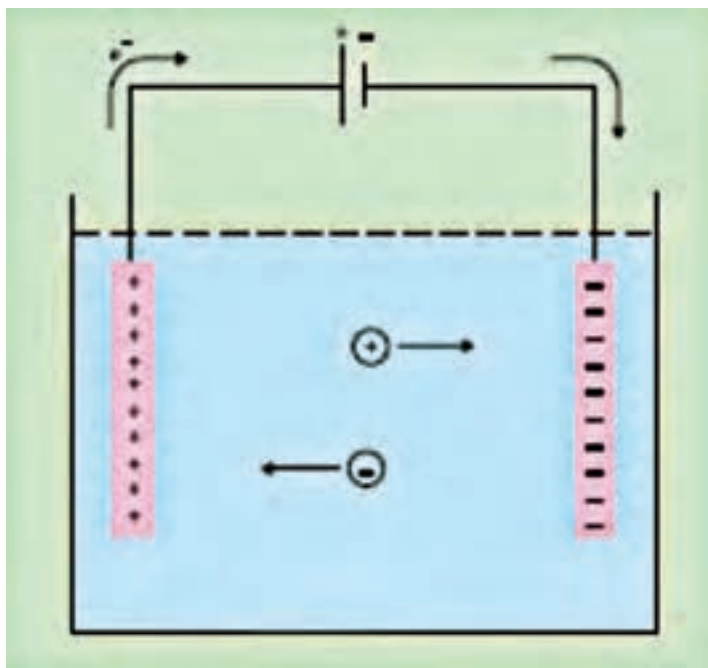
فلزات	کاربردها و خواص پوشش‌های مختلف آبکاری
طلا	
نقره	
کروم	
نیکل	
مس	
برنج ^۱	
مفرغ (برنز) ^۲	
روی	
آلومینیم	
پلاتین	
قلع	

۱- (Brass Alloy) آلیاژ برنج شامل فلزات مس و روی می‌باشد.

۲- (Bronze Alloy) آلیاژ برنز از ترکیب مس با عناصری همچون قلع، آلومینیم، منگنز و یا فسفر تولید می‌شود و مفرغ آلیاژی از مس و قلع است.

مبانی آبکاری

آبکاری یکی از انواع فرایندهای برقکافت است که در آن به کمک جریان الکتریسیته، واکنش‌های اکسایش و کاهش موردنظر انجام می‌شود و بر اثر آن پوشش مناسب بر سطح قطعه مورد نظر می‌نشیند. شکل ۶، اجزای اصلی یک پیل برقکافت را به شکل ساده نشان می‌دهد. جریان برق مستقیم^۱ را می‌توان به کمک یک باتری یا یک سوکننده جریان برق متناوب^۲ تأمین کرد. تیغه‌هایی که جریان الکتریسیته را وارد محلول می‌نمایند **الکتروود** نام دارند. الکتروودی که به قطب مثبت باتری متصل است و در آن نیم‌واکنش «اکسایش» انجام می‌شود، **آند** نام دارد. الکتروودی که به قطب منفی باتری متصل است و در آن نیم‌واکنش «کاهش» انجام می‌شود، **کاتد** نام دارد. محلولی که آند و کاتد در آن قرار گرفته‌اند و حاوی یون‌های مثبت و منفی است، **الکتrolیت** نامیده می‌شود. حرکت یا به عبارت بهتر مهاجرت یون‌های مثبت و منفی به معنی عبور جریان الکتریسیته از داخل محلول است. یون‌های مثبت که به سمت کاتد مهاجرت می‌کنند، **کاتیون** و یون‌های منفی که به سمت آند مهاجرت می‌کنند، **آنیون** نام دارند.

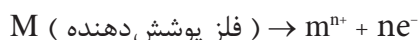


شکل ۶- اجزای اصلی یک پیل برقکافت، یون‌های مثبت (کاتیون‌ها) به سمت کاتد و یون‌های منفی (آنیون‌ها) به سمت آند مهاجرت می‌کنند

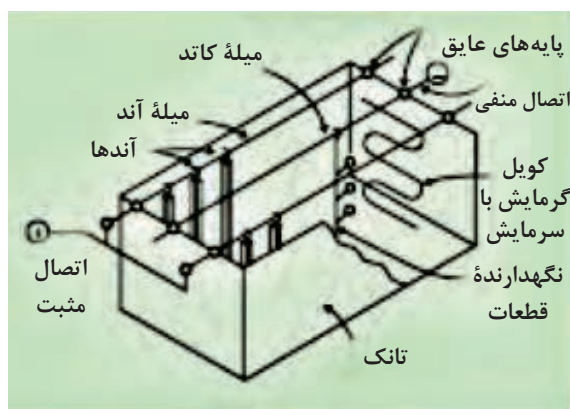
۱- DC: Direct Current

۲- AC: Alternative Current

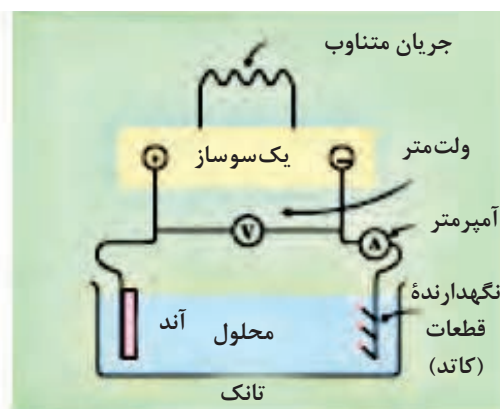
شکل های ۷ طرح کلی یک دستگاه آبکاری و مخزن آن را نشان می دهند. در عملیات آبکاری، فلز پوشش دهنده در موقعیت آند قرار می گیرد. در آند نیم واکنش اکسایش، غالباً به شکل حل شدن آند انجام می شود:



قطعه ای که باید پوشش داده شود و به آن «قطعه کار» یا «کار» می گویند، در موقعیت کاتد قرار می گیرد. در کاتد نیم واکنش کاهش به شکل رسوب فلز بر سطح قطعه کار انجام می شود:



(ب)



(الف)

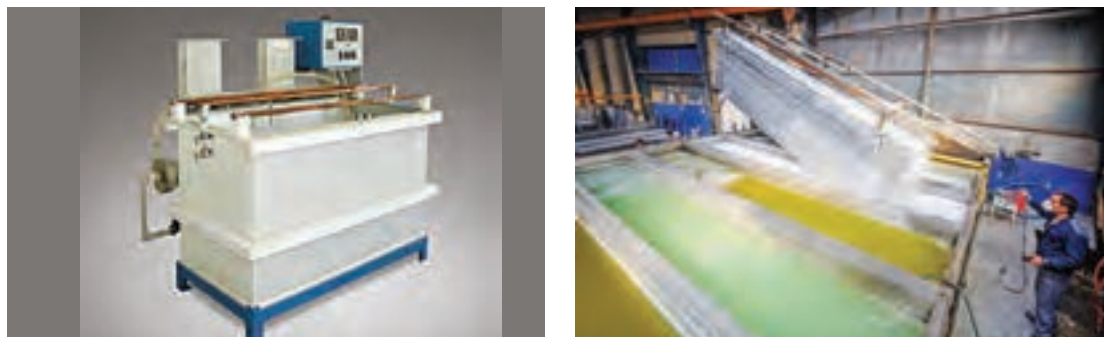
شکل ۷- الف) طرحی از اجزای اصلی یک دستگاه آبکاری، ب) طرحی از مخزن آبکاری و قسمت های مختلف آن



پ) نمونه های صنعتی مخزن آبکاری

ممکن است لازم باشد عملیات آبکاری در یک دمای خاص انجام شود. به همین دلیل دمای مورد نیاز توسط یک گرمکن برقی که در داخل محلول الکترولیت قرار می گیرد، تأمین می شود (شکل ۷- ب).

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، سه میله از جنس مس در بالای تانک بر روی پایه‌های عایق قرار گرفته‌اند. دو میله کناری که به قطب مثبت وصل شده‌اند، میله‌های آندی نام دارند. آندها توسط قلاب‌هایی رسانا به این میله‌ها آویزان می‌شوند. میله وسط که به قطب منفی وصل شده است، میله کاتدی نام دارد و تعدادی نگهدارنده قطعات به آن متصل است (شکل ۸).



شکل ۸- مخزن آبکاری با میله‌های آندی و کاتدی

قوانین فاراده:

در سال ۱۸۸۳ میلادی مایکل فاراده که به پدر علم الکتروشیمی معروف است، بر اساس مشاهدات تجربی خود دو قانون مهم در مورد برقکافت بدست آورد که می‌توان نتیجه آنها را در معادله (۱) خلاصه کرد:

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n} \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله:

m : جرم ماده‌ای است برحسب گرم، که در الکتروود موردنظر تولید می‌شود و یا از بین می‌رود.

q : مقدار الکتریسیته‌ای است که از محلول یا از مذاب مورد برقکافت عبور می‌کند و برابر است با $q = I \cdot t$ که I جریان الکتریکی بر حسب آمپر و t زمان بر حسب ثانیه است.

F : ثابت فاراده است که بار یک مول الکترون را می‌رساند و آن برابر ۹۶۳۸۶ (تقریباً ۹۶۵۰۰) کولن است.

M : جرم یک مول ماده موردنظر برحسب گرم است.

n : تعداد مول‌های الکترون به کاررفته برای تولید یا مصرف شدن یک مول ماده موردنظر در الکتروود مربوطه است. در عمل مقدار ماده‌ای که در یک تانک آبکاری در کاتد رسوب می‌کند، کمتر از مقداری است که معادله فاراده نشان می‌دهد. به همین دلیل بازده جریان^۱، که در مورد آبکاری «بازده کاتد^۲» نام دارد، چنین تعریف می‌شود:

$$\text{بازده کاتد} = \frac{\text{جرم پوشش (واقعی)}}{\text{جرم پوشش (نظری)}} \times ۱۰۰$$

۱- Current Efficiency

۲- Cathode Efficiency

منظور از جرم پوشش نظری، مقداری است که با استفاده از معادله فاراده به دست می آید.

مثال ۱:

در یک مخزن آبکاری مس، اگر جریان ۱۰۰ آمپری در مدت ۱۰ دقیقه از محلول عبور کند، چند گرم بر جرم تیغه کاتد افزوده می شود؟ جرم اتمی مس ۶۳/۵ گرم بر مول است.

پاسخ :



$$q = I \times t = 100 \times 10 \times 60 = 6 \times 10^4 \text{ C}$$

$$m = \frac{q}{F} \times \frac{M}{n} = \frac{6 \times 10^4}{96500} \times \frac{63.5}{2} = 19.74 \text{ g}$$

در یک تانک آبکاری روی، اگر جریان ۵۰۰ آمپری در مدت ۳۰ دقیقه از محلول عبور کند و مقدار ۲۵۰ گرم از جرم تیغه آند کاسته شود، بازده کاتدی چقدر بوده است؟

تمرین ۱



در یک تانک آبکاری مس، جریان ۱۵ آمپر از داخل محلول مس سولفات به مدت ۱۰ دقیقه عبور می کند. اگر بازده کاتد ۱۰۰٪ باشد،
الف) چه جرمی از مس بر روی قطعاتی که در کاتد قرار گرفته اند، می نشیند؟
جرم اتمی مس برابر ۶۳/۵ گرم بر مول است.
ب) اگر مجموع سطح آبکاری شده ۱۵۰۰ سانتی مترمربع باشد، ضخامت لایه مسی که بر روی قطعات نشسته است، به طور متوسط چقدر است؟ چگالی مس ۸/۹۳ گرم بر سانتی مترمکعب است.

تمرین ۲



پتانسیل کاهش:

یکی دیگر از عواملی که در فرایندهای برقکافت، از جمله آبکاری نقش دارد، پتانسیل کاهش فلزات مختلف است. پتانسیل کاهش یک فلز عبارت است از توانایی یون آن فلز در گرفتن الکترون و تبدیل شدن به اتم، طبق نیم واکنش کاهش زیر است.



پتانسیل کاهش بر حسب ولت $E =$

هر چه پتانسیل کاهش یک فلز بیشتر باشد، بدان معنی است که یون آن فلز در گرفتن الکترون و انجام نیم واکنش کاهش و رسوب کردن در کاتد موفق تر است. پتانسیل کاهش یک فلز تابع عوامل مختلف از جمله غلظت یون آن فلز در محلول و دمای محلول است. جدول (۲) پتانسیل کاهش استاندارد (E°) را برای برخی از فلزات نشان می دهد. منظور از کلمه استاندارد آن است که دمای محلول 25°C و غلظت یون فلز در داخل

محلول آبی برابر یک مولار (مول بر لیتر) است. به کمک این جدول می‌توان فهمید که در شرایط استاندارد کدام فلز پتانسیل کاهش بزرگ‌تری دارد و آسان‌تر در سطح کاتد (قطعه کار) رسوب می‌کند.

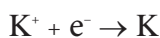
جدول ۲- پتانسیل کاهش برخی فلزات مشهور

نیم واکنش	$E^\circ (V)$	نیم واکنش	$E^\circ (V)$
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	۲٫۸۷	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	۰٫۴۰
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	۰٫۹۹	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	۰٫۳۴
$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$	۰٫۸۲	$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$	۰٫۲۷
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	۰٫۷۸	$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	۰٫۲۲
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	۰٫۷۰	$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_4 + H_2O$	۰٫۲۰
$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$	۰٫۶۹	$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	۰٫۱۶
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$	۰٫۶۸	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	۰٫۰۰
$Fe + 2H^+ + IO_3^- \rightarrow IO_3^- + H_2O$	۰٫۶۰	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-۰٫۰۳۶
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	۰٫۵۱	$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-۰٫۱۳
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	۰٫۵۰	$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	-۰٫۱۴
$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	۰٫۴۶	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-۰٫۲۳
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	۰٫۳۶	$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	-۰٫۳۵
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	۰٫۳۳	$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	-۰٫۴۰
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	۰٫۲۳	$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	-۰٫۴۴
$MnO_4^- + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	۰٫۲۱	$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-۰٫۵۰
$IO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow I^- + 3H_2O$	۰٫۲۰	$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	-۰٫۷۳
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	۰٫۰۹	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-۰٫۷۶
$VO_2^+ + 2H^+ + e^- \rightarrow VO^{2+} + H_2O$	۰٫۰۰	$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	-۰٫۸۳
$AuCl_3 + 3e^- \rightarrow Au + 3Cl^-$	۰٫۹۹	$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	-۱٫۱۸
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	۰٫۹۶	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-۱٫۶۶
$ClO_4^- + e^- \rightarrow ClO_3^-$	۰٫۹۵۴	$H^+ + 2e^- \rightarrow 2H^-$	-۲٫۲۳
$2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	۰٫۹۱	$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-۲٫۳۷
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	۰٫۸۰	$La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$	-۲٫۳۷
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	۰٫۸۰	$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	-۲٫۷۱
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	۰٫۷۷	$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	-۲٫۷۶
$O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	۰٫۶۸	$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	-۲٫۹۰
$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	۰٫۵۶	$K^+ + e^- \rightarrow K$	-۲٫۹۲
$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	۰٫۵۴	$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-۳٫۰۵
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	۰٫۵۲		

مثال ۲:

در یک عملیات آبکاری که در شرایط استاندارد (دمای $25^\circ C$ و غلظت یک مولار یون‌ها) انجام می‌شود، یون‌های پتاسیم و نیکل هر دو در حمام آبکاری حضور دارند و به سمت کاتد مهاجرت می‌کنند. سطح قطعه کار با کدام فلز پوشش داده خواهد شد؟

پاسخ: از جدول ۲ داریم:



$$E^\circ = -2/92V$$



$$E^\circ = -0/23V$$

پتانسیل یا به عبارتی توانایی کاهش نیکل، بیشتر از پتاسیم است؛ بنابراین در میدان رقابت برای گرفتن الکترون، کاتیون نیکل نسبت به کاتیون پتاسیم پیروز است؛ یعنی سطح قطعه کار با نیکل پوشیده خواهد شد. با وجود این، تجربه عملی نشان داده است که حضور یون‌های سدیم و پتاسیم در آبکاری نیکل اثر نامطلوب بر کیفیت پوشش می‌گذارد.

برای به دست آوردن پتانسیل کاهش در غلظت C و دمای 25°C از معادله ساده شده نرنست^۱ استفاده می‌شود، که در آن:

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log C$$

E: پتانسیل کاهش در غلظت C و دمای 25°C

E° : پتانسیل کاهش استاندارد

C: غلظت محلول بر حسب مولار

n: تغییر عدد اکسایش است.

مثال ۳:

پتانسیل کاهش مس در یک محلول ۰/۱ مولار و دمای 25°C چقدر است؟

پاسخ:

به کمک جدول ۲ می‌توان دریافت که پتانسیل کاهش استاندارد مس برابر ۰/۳۴ ولت و تغییر عدد اکسایش مس برابر ۲+ است. بنابراین با جاگذاری این اعداد در معادله ساده شده نرنست داریم:

$$E = 0.34 + \frac{0.059}{2} \log 0.1 = 0.31\text{V}$$

تمرین ۳



پتانسیل کاهش یون‌های نیکل و کروم، در دمای 25°C با غلظت‌های زیر، چند ولت است؟
الف) محلول نیکل (Ni^{2+}) با غلظت ۰/۰۱ مولار
ب) محلول کروم (Cr^{3+}) با غلظت ۰/۱ مولار

قسمت‌های مختلف دستگاه آبکاری

یک دستگاه آبکاری از چهار بخش اصلی تشکیل شده است:

۱ مدار خارجی جریان مستقیم^۲ (DC)

۲ الکتروود کاتد

۳ الکتروود آند

۴ محلول آبکاری

مدار خارجی: معمولاً انرژی الکتریکی که در اختیار کارگاه‌های آبکاری قرار می‌گیرد به شکل جریان متناوب^۳ با فرکانس ۶۰ هرتز و شدت جریان ۱۵ تا ۳۰ آمپر است. معمولاً نمی‌توان در آبکاری از چنین انرژی الکتریکی استفاده کرد و باید آن را به جریان مستقیم (DC) با ولتاژی به مراتب کمتر از ۲۲۰ ولت و شدت جریانی به مراتب بیشتر از ۳۰ آمپر تبدیل کرد.

برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم راه‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این راه‌ها استفاده از یک سازه‌های جریان برق است. در کارگاه‌های آبکاری برای این منظور از دستگاه یک‌رکتیفایر^۱ استفاده می‌شود. طرز کار رکتیفایرها به این شرح است که وقتی جریان متناوب به داخل آنها وارد می‌شود، عبور جریان در یک جهت امکان‌پذیر است، ولی در جهت مخالف با مقاومت زیادی روبه‌رو خواهد شد؛ بدین ترتیب جریان متناوب به جریان مستقیم تبدیل می‌شود. شکل ۹ دو نوع یک‌سوساز جریان برق را نشان می‌دهد.



ب



الف

شکل ۹- الف) آبکاری (رکتیفایر) دستگاه یک‌سوساز در کارگاه، ب) یک‌سوساز جریان برق

هزینه برق مصرفی در یک فرایند آبکاری را بر مبنای انرژی الکتریکی مصرف شده بر حسب کیلووات‌ساعت (KWh) محاسبه می‌کنند:

$$W(kWh) = P(kW) \times t(h)$$

در معادله داده شده W انرژی الکتریکی مصرف شده، P توان مصرفی دستگاه بر حسب کیلووات و t زمان آبکاری بر حسب ساعت است.

ولتاژی که در دو سر یک تانک آبکاری اعمال می‌شود، باید از اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌واکنش اکسایش و کاهش بیشتر باشد. اگر ولتاژ اعمال شده کمتر از این حد باشد، آبکاری انجام نمی‌شود و اگر خیلی بیشتر از این حد باشد، مقاومت محلول افزایش می‌یابد و سبب اتلاف انرژی می‌شود. طبق قانون کولن و معادله $q=I.t$ هر قدر شدت جریان بیشتر باشد، وزن فلز رسوب کرده در مدت زمان معین بیش‌تر خواهد بود. اما نکته مهم آن است که افزایش شدت جریان دارای محدودیت است. شدت جریانی که با آن سرعت رسوب کردن یون‌های فلزی به بیشترین مقدار می‌رسد، «شدت جریان حد^۲» نام دارد. هنگامی که دستگاه آبکاری با شدت جریان حد یا بیشتر از آن کار می‌کند، رسوب مرغوب به دست نمی‌آید و پوشش ایجاد شده پودری شکل یا اسفنجی شکل و تیره‌رنگ خواهد بود که در اصطلاح می‌گویند پوشش سوخته است.

بیشتر بدانید



۱- Rectifier

۲- Limiting Current



معمولاً در عملیات آبکاری به جای شدت جریان (I ، آمپر) از چگالی جریان $^1 \left(\frac{I}{S} \right)$ ، آمپر بر واحد سطح) نام می‌برند.

قطعه کار:

قطعه‌ای که باید آبکاری شود، «قطعه کار» یا «کار^۲» می‌گویند. چنانچه قطعه کار یک نارسا باشد، لازم است پیش از اجرای عملیات آبکاری سطح آن با یک لایه رسانای الکتریسیته پوشیده شود. مهم‌ترین روش‌های ایجاد پوشش رسانا در سطح نافلزات عبارت‌اند از:

- ذوب کردن پودر فلز در سطح جسم
 - غوطه‌ور کردن قطعه در فلز مذاب
 - انجام واکنش شیمیایی در سطح قطعه به منظور رسوب دادن فلز
- با استفاده از این روش‌ها می‌توان سطح بسیاری از قطعات شیشه‌ای، چوبی، سرامیکی و پلاستیکی را با فلز موردنظر پوشاند.



به‌طور کلی در کاتد واکنشی انجام می‌شود که پتانسیل کاهش بزرگ‌تری دارد. اگر اختلاف پتانسیل اعمال شده به حمام آنقدر بود که در گستره پتانسیل دو یا چند یون باشد، آنها، به‌طور همزمان در کاتد رسوب می‌کنند.



چرا نمی‌توان به کمک آبکاری، یک لایه از فلز آلومینیم را از محلول آبی بر سطح یک قطعه نشانده؟ (با مراجعه به جدول ۲ پاسخ صحیح را بیان کنید)

آند:

آند غالباً از جنس فلز پوشش‌دهنده است و با حل شدن خود، یون‌های مورد نیاز محلول را تأمین می‌کند. گاهی آند فقط نقش هدایت‌کننده الکتریسیته به داخل محلول را دارد. در این حالت کافی است آند رسانا باشد و لازم نیست از جنس فلز پوشش‌دهنده ساخته شود.

آند در آبکاری دو نقش اساسی دارد:

- ۱- آند خنثی^۳: تکمیل مدار الکتریکی و رسانایی الکتریسیته به داخل محلول آبکاری
- ۲- آند حل‌شونده یا فعال^۴: تأمین یون‌های فلز پوشش‌دهنده

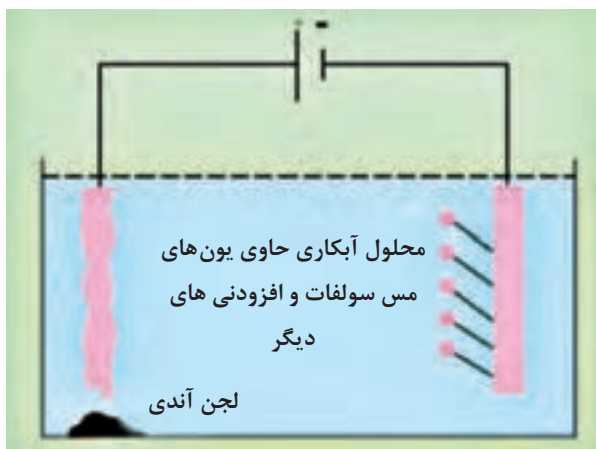
در اغلب فرایندهای آبکاری، یون‌های فلزی که در کاتد رسوب می‌کند، با حل شدن آند (که از جنس فلز پوشش‌دهنده است) تأمین می‌شود. شکل ۱۰ حل شدن آند و رسوب کردن مس را در آبکاری مس نشان می‌دهد.

۱- Current Density

۲- Work

۳- Inert Anode

۴- Active Anode



شکل ۱۰- حمام آبکاری مس

محللول آبکاری

محللولی است آبی، حاوی یون‌های فلز پوشش‌دهنده که اصطلاحاً به آن «حمام آبکار»^۱ نیز می‌گویند. محللول آبکاری محللولی است که از اجزای مختلف تشکیل شده است. هر کدام از اجزای سازنده حمام آبکاری خاصیت یا خواص معینی را در آن ایجاد می‌کنند. مواد سازنده یک حمام آبکاری باید دارای ویژگی‌های زیر باشد: الف) یون‌های فلز پوشش‌دهنده را در خود داشته باشد. ب) موادی داشته باشد که با یون‌های فلز پوشش‌دهنده کمپلکس تشکیل دهند. برای مثال، یون سیانید (CN^-) و اتیلن‌دی‌آمین‌تترا استات (EDTA) یکی از مهم‌ترین عوامل کمپلکس‌ساز هستند.

چون یون سیانید سمی است و باعث آلودگی محیط زیست می‌شود، اغلب استفاده از EDTA ترجیح داده می‌شود.

نکته



پ) محللول آبکاری باید رسانایی الکتریکی کافی داشته باشد. ت) محللول آبکاری باید پایدار باشد. برای مثال، اغلب فلزات نمک‌هایی دارند که در واکنش آبکافت شرکت نموده و رسوب تولید می‌کنند. برای جلوگیری از انجام چنین واکنش‌هایی، به محللول آبکاری مواد پایدارکننده اضافه می‌کنند. ث) pH محللول آبکاری باید ثابت باشد. تنظیم pH در حمام‌های آبکاری در کیفیت پوشش تأثیر دارد. به همین دلیل استفاده از محللول‌های بافر در حمام‌های آبکاری متداول است. ج) موادی داشته باشند که شکل فیزیکی پوشش را اصلاح کند. با عبور جریان مستقیم از داخل محللول، یون‌های فلز پوشش‌دهنده بر روی کاتد می‌نشینند و در حالت عادی، کیفیت چنین رسوبی نامطلوب است؛ یعنی ناصاف است و پستی و بلندی‌های زیادی دارد، و چسبندگی مطلوب را نیز ندارد. به منظور اصلاح شکل و خواص فیزیکی پوشش، از افزودنی‌های مختلف در حمام آبکاری استفاده می‌شود. برای مثال، مواد بهبوددهنده سطح^۲، ناصافی‌های پوشش را از بین می‌برد. مواد براق‌کننده^۳ (براقی) جلای پوشش را افزایش می‌دهند و مواد مرطوب‌کننده (کفی) از حفره‌دار شدن پوشش جلوگیری می‌کند.

۱- Plating Bath

۲- Improvers

۳- Brightener

چ) موادی داشته باشد که به حل شدن آند کمک کند. در شرایطی که آند فعال است، انتظار می‌رود که بتواند یون‌های مصرف‌شده در کاتد را جایگزین کند و ترکیب حمام را ثابت نگه دارد. در مورد بعضی از فلزات همان‌طوری که قبلاً اشاره شد، احتمال دارد لایه‌های نازک نامحلول نظیر اکسید سطح فلز را بیپوشاند و باعث کم اثر شدن^۱ آن شود. در این نوع حمام‌ها موادی اضافه می‌کنند تا از وقوع چنین مشکلی جلوگیری شود. در آبکاری نیکل، یون‌های کلر چنین نقشی را ایفا می‌کنند.

نکته

حمام آبکاری نیکل نیاز به بزّاقی نیکل دارد، ولی حمام آبکاری کروم نیازمند این نوع افزودنی نیست، زیرا کروم جلا و درخشندگی لازم را دارد.



آبکاری مس

با ایجاد تغییرات فراوان در ترکیبات محلول‌های آبکاری می‌توان پوشش‌های متنوعی با خواص گسترده بدست آورد. پوشش مس یکی از مرسوم‌ترین و پرمصرف‌ترین پوشش‌های الکتریکی بر روی فلزات است که به‌سادگی قابل اجرا می‌باشد. فلز مس به‌دلیل قابلیت رسانایی الکتریکی بسیار بالا و چسبندگی خوب به سایر فلزات به‌عنوان زیرکار برای پوشش‌هایی که چسبندگی کمتری روی سطوح فلزی دارند، به کار می‌رود. همچنین به‌منظور افزایش رسانایی الکتریکی در سطوحی که در برابر جریان الکتریکی به هنگام آبکاری مقاومت بیشتری نشان می‌دهند، به کار می‌رود. این نوع آبکاری علاوه بر مصرف بسیار گسترده در صنایعی مانند صنایع الکتریکی و الکترونیکی، کاربردهای تزئینی فراوانی دارد که «سیاه‌قلم مس» یکی از معروف‌ترین آنها است.

تحقیق کنید
۵

در مورد روش «سیاه قلم مس» تحقیق کرده و در کلاس ارائه دهید.



کیفیت اجرای عملیات آبکاری به چهار عامل اساسی وابسته است:

۱ غلظت فلز مورد آبکاری

۲ دمای محلول آبکاری

۳ pH محلول آبکاری

۴ به هم زدن محلول هنگام کار

محلول‌های آبکاری مس به انواع مختلف اسیدی و قلیایی تقسیم‌بندی می‌شوند. ترکیب زیر مربوط به یک نوع آبکاری بزّاق مس از نوع اسیدی می‌باشد ترکیب این وان به نام «بی‌ور^۲» معروف است.

ترکیب وان «بی‌ور»:

مس سولفات ۲۱۰ گرم در لیتر

سولفوریک اسید ۶۰ گرم در لیتر

تیواوره ۰/۰۰۹۸ گرم در لیتر

دکستروز ۰/۰۰۹۸ گرم در لیتر

هیدروکلریک اسید ۰/۰۱۲ گرم در لیتر

شرایط عمل:

۱۶-۴۹°C

دما

۱-۴ V

ولتاژ

$$2/16-5/4 \frac{A}{dm^2}$$

چگالی جریان (بدون هم زدن)

$$10/8-21/6 \frac{A}{dm^2}$$

چگالی جریان (در حال به هم زدن)

آند مسی حل شونده که می توان استفاده کرد، عبارت است از مس خالص حاصل از برقکافت به صورت غلطک کاری شده و یا ریختگی. این نوع آند باید با چگالی جریانی کمتر از $4/9 \frac{A}{dm^2}$ و بدون به هم زدن محلول استفاده شود.

فعالیت عملی ۶



آبکاری مس روی قطعات آهنی

مواد و وسایل مورد نیاز	
مس سولفات	نمونه های آهنی ۴ عدد
سولفوریک اسید	مخزن آبکاری
هیدروکلریک اسید	منبع جریان برق مستقیم
تیواوره	آند مسی حل شونده
دکسترین	دماسنج
	ذره بین با بزرگ نمایی ۱۰
	گیره سوسماری و سیم های رابط
	گرمکن برقی
	بشر یک لیتری و دو لیتری
	همزن شیشه ای

روش کار: محلول آبکاری را برابر حجمی معادل $\frac{2}{3}$ حجم مخزن آبکاری و با ترکیب وان «بی-ور» به ترتیب زیر تهیه کنید و گرمکن آن را در حدود ۴۰°C تنظیم کنید.

ساخت محلول و آماده‌سازی مخزن آبکاری: در یک بشر با حجم مناسب مقداری آب مقطر، معادل نصف حجم محلول نهایی آبکاری، بریزید و با رعایت اصول ایمنی و در حال هم زدن، به آرامی سولفوریک اسید مورد نیاز را اضافه کنید. بعد از انحلال کامل اسید، مس سولفات توزین شده را در محلول حل کنید، سپس تیواوره، دکستروز و هیدروکلریک اسید را نیز اضافه کنید و با آب مقطر حجم محلول را به میزان نهایی برسانید و در مخزن آبکاری بریزید. به طوری که $\frac{2}{3}$ حجم مخزن را پر کند. دمای گرمکن را تنظیم کنید و آند مسی را در قطب مثبت به کمک سیم مخصوص ضد زنگ ببندید و آماده کار شوید.

آماده‌سازی قطعات آهنی و انجام آبکاری:

- ۱ هر چهار قطعه را با حلال‌های آلی و سپس با استفاده از محلول‌های قلیایی چربی‌گیری کنید.
- ۲ پس از چربی‌گیری، اسیدشویی کنید و آنها را بلافاصله با آب جاری بشوید؛ به طوری که فرصت زنگ‌زدگی سطحی نکنند و سپس آنها را با روش آب داغ خشک کنید.
- ۳ قطعه‌ها را در قطب منفی (کاتد) و فلز مسی را در قطب مثبت (آند) ببندید.
- ۴ منبع جریان برق مستقیم را روشن کنید. چگالی جریان را به کمک محاسبات مساحت قطعه کار، با تغییر ولتاژ و جریان، تحت کنترل داشته باشید. شایان ذکر است که چگالی جریان را در محدوده $\frac{4}{9} \frac{A}{dm^2}$ نگه دارید و محلول را به همزنید.
- ۵ قطعه اول را پس از ۵ دقیقه، دومی را بعد از ۱۰ دقیقه، سومی را پس از ۲۰ دقیقه و چهارمی را پس از نیم ساعت از محلول خارج کنید.
- ۶ قطعات را پس از آبکاری با آب بشوید و از نظر کیفیت پوشش ایجادشده بررسی قرار کنید.

چسبندگی و انعطاف‌پذیری پوشش:

از قطعه‌های آبکاری‌شده برای ارزیابی میزان چسبندگی و انعطاف‌پذیری پوشش ایجادشده استفاده کنید.

روش کار:

- ۱ یک سر هر قطعه را بین دو تکه چوب در میان یک گیره کارگاهی محکم کنید و به آرامی شروع به خم کردن آن نمایید تا به زاویه ۹۰ درجه برسد. کیفیت پوشش را در محل خمش از نظر پوسته‌شدن، انعطاف‌پذیری و چسبندگی به کمک ذره‌بین با بزرگنمایی ۱۰ بررسی کنید.
- ۲ با ادامه عمل خمش به زاویه ۴۵ درجه برسید و کلیه بررسی‌ها را شبیه ۹۰ درجه برای این مرحله نیز انجام دهید و در جدول ۳ ثبت کنید.

جدول ۳- بررسی کیفیت پوشش قطعات آبکاری شده با فلز مس

قطعه ۱			قطعه ۲			قطعه ۳			قطعه ۴			زاویه (درجه)
پوسته شدن	انعطاف‌پذیری	چسبندگی	پوسته شدن	انعطاف‌پذیری	چسبندگی	پوسته شدن	انعطاف‌پذیری	چسبندگی	پوسته شدن	انعطاف‌پذیری	چسبندگی	
												۹۰
												۴۵



آبکاری نیکل روی قطعات آهنی

مواد و وسایل مورد نیاز	
نمونه‌های آهنی ۴ عدد	نیکل کلرید
مخزن آبکاری	نیکل سولفات
یک سوکننده جریان برق	بوریک اسید
گرمکن برقی	همزن شیشه‌ای
دماسنج	بشر یک لیتری و دو لیتری
ذره‌بین با بزرگ‌نمایی ۱۰	آند از جنس نیکل
گیره سوسماری و سیم‌های رابط	

پوشش نیکل همانقدر که به عنوان یک پوشش صنعتی مفید است، به صورت یک لایه تزئینی نیز زیبا و قابل استفاده است، ولی هدف اصلی از ایجاد پوشش نیکل بهره‌گیری صنعتی از خواص این فلز است. یکی از مرسوم‌ترین انواع آبکاری نیکل «وات^۱» نام دارد که در دو نوع pH پایین و pH بالا مورد استفاده می‌شود. در ادامه ترکیب و مشخصات روش آبکاری با pH پایین ارائه می‌شود. در این روش پوشش مات نیکل بوجود می‌آید.

ترکیب محلول آبکاری نیکل از نوع وات با pH پایین:

نیکل سولفات
نیکل کلرید
بوریک اسید
این محلول در گسترده pH ۴/۵ - ۱/۵ و در دمای ۶۰-۴۶ درجه سلسیوس و جریانی با چگالی ۲/۷-۱۰/۸ آمپر بر دسی مترمربع عمل می‌کند. (pH محلول با افزودن بوریک اسید و چگالی جریان با تغییر ولتاژ و شدت جریان در گسترده معین ثابت نگه داشته شود).

تهیه محلول آبکاری:

روش کار:

با توجه به حجم مخزن آبکاری باید محلول مورد نیاز را به مقداری تهیه کنید که معادل $\frac{3}{4}$ حجم مخزن را پر کند. لذا مواد مورد نیاز برای تهیه محلول آبکاری نیکل با pH پایین را برای حجم معین وزن کنید. حال در یک بشر به میزان نصف یا سه چهارم حجم محلول مورد نیاز، آب مقطر بریزید و روی گرمکن برقی تا دمای ۵۰ °C گرم کنید و بوریک اسید را در آن حل نمایید. بعد از حل شدن کامل اسید، دو نمک دیگر را نیز به طور

۱-Watts

کامل در محلول حل کنید و به هم بزنید (هیچ نمک نامحلولی نباید در ظرف دیده شود) در حالی که محلول روی گرمکن است، به تدریج در حال هم زدن، آب مقطر گرم به آن اضافه کنید تا به حجم مورد نیاز برای آبکاری برسد. حال محلول را در مخزن بریزید و درجه گرمکن را روی $50-55^{\circ}\text{C}$ تنظیم کنید، مقدار دما را با استفاده از دماسنج مخزن مشاهده و کنترل نمایید. محلول آبکاری آماده کار است.

- ۱ هر چهار قطعه آهنی را که در مرحله آماده سازی تمیز کرده اید، را از خشکانه بردارید.
- ۲ ابتدا عمل چربی گیری آلی و چربی گیری قلیایی، سپس اسیدشویی (با یکی از روش های معرفی شده) و عمل حکاکی شیمیایی را انجام دهید و در پایان هر مرحله قطعه ها با آب شست و شو دهید و خشک کنید.
- ۳ قطعات آهنی آماده شده را بلافاصله به کمک سیم و گیره های مخصوص به قطب منفی یا کاتد، و تگه های نیکل را در آند یا قطب مثبت ببندید.
- ۴ دستگاه مولد برق مستقیم را روشن کنید و کلید ولتاژ دستگاه را به تدریج افزایش دهید تا حباب های بسیار ریز به آرامی از سطح آند آزاد شوند. برای بهبود نتیجه کار در همین حال میزان جریان را روی آمپر متر بخوانید و سطح قطعه را بر حسب دسی متر مربع حساب کنید و با تقسیم مقدار جریانی که آمپر متر نشان می دهد، بر مساحت سطحی از قطعه که در محلول است، می توانید چگالی جریان را محاسبه کنید. اگر در گستره $10/8 - 2/7$ نبود، با کمک تغییر ولتاژ و جریان به این گستره از چگالی جریان وارد شوید.
- ۵ توجه داشته باشید که ممکن است به مرور زمان عوامل تعیین کننده وضعیت آبکاری تغییر نمایند که این عوامل عبارت اند از: pH، دمای محلول، چگالی جریان. با به هم زدن مداوم محلول از تغییرات دمایی و غلظت موضعی جلوگیری کنید. pH محلول را هر ده دقیقه اندازه گیری نمایید و در صورت نیاز به کمک بوریک اسید تنظیم نمایید.
- ۶ یک قطعه را به مدت ۵ دقیقه، ۲ عدد دیگر را ۱۰ دقیقه و آخری را ۲۰ دقیقه آبکاری کنید. بعد از تمام شدن کار و شست و شوی قطعات، آنها را خشک کنید و شکل ظاهری و کیفیت پوسته شدن احتمالی پوشش را برای کلیه قطعات به کمک ذره بین بررسی کنید و نتایج را در جدول ۴ ثبت نمایید.

جدول ۴- بررسی کیفیت پوشش قطعات آبکاری شده با فلز نیکل

زاویه (درجه)	قطعه ۵ دقیقه ای			قطعه ۱۰ دقیقه ای			قطعه ۲۰ دقیقه ای		
	پوسته شدن	انعطاف پذیری	چسبندگی	پوسته شدن	انعطاف پذیری	چسبندگی	پوسته شدن	انعطاف پذیری	چسبندگی
۹۰									
۴۵									

نکته های ایمنی در صنعت آبکاری

برای جلوگیری از هرگونه آسیب افرادی که با مواد شیمیایی کار می کنند، باید از وسایل حفاظت شخصی مانند روپوش مناسب، کفش، دستکش مخصوص، عینک، ماسک استفاده کنید (شکل ۱۱).

- ✓ نصب دوش و چشم‌شوی آزمایشگاهی در کارگاه آبکاری ضروری است.
- ✓ در کارگاه آبکاری بایستی برای خروج مواد زائد دودکشی از جنس مواد مقاوم به خوردگی ساخته شده و به بیرون از کارگاه هدایت شود.



شکل ۱۱- تجهیزات ایمنی ضروری به منظور فرایند آبکاری

مقوله محیط زیست از موارد مورد توجه در توسعه پایدار هر کشور محسوب می‌شود. از طرف دیگر صنعت آبکاری علی‌رغم کاربرد گسترده آن در زندگی روزمره و صنایع گوناگون، از جمله اصلی‌ترین صنایع آلوده‌کننده محیط زیست به‌شمار می‌رود (شکل روبه‌رو). فرایندهای آبکاری از طریق آلوده کردن آب، هوا و خاک، محیط زیست را تهدید می‌کنند؛ لذا در ابتدا باید فرایندها و آلودگی‌های آن شناخته شوند و سپس راه‌کارهای کاهش آلودگی بررسی شود. در این راستا بهینه کردن فرایندهای رایج و یا جایگزینی روش‌های نوین، برای کاهش یا حذف آلودگی‌ها اصلی‌ترین رهیافت‌ها محسوب می‌شوند.



آلودگی زیست محیطی در کارگاه‌های آبکاری

نکات
زیست محیطی



- از جمله فعالیت‌های مناسب در راستای توجهات زیست‌محیطی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- ✓ وجود یک برنامه دقیق برای تنظیم حمام‌ها به منظور پیدا کردن و تعمیر نشتی‌ها
- ✓ تعویض عایق‌های معیوب ظروف آبکاری برای جلوگیری از خارج شدن بیش از حد محلول‌ها
- ✓ نصب سینی‌هایی برای جمع‌آوری چکه‌ها
- ✓ استفاده از کمترین غلظت مواد شیمیایی درون حمام‌ها
- ✓ ایجاد فرایندهای بازیافت مواد شیمیایی و آب مورد استفاده در آبکاری برای استفاده دوباره
- ✓ پالایش حمام‌های آبکاری برای کنترل میزان آلودگی‌ها جهت افزایش عمر خدمات‌رسانی حمام‌ها
- ✓ جداسازی مواد نفتی در مواردی که غلظت مواد نفتی و روغن‌ها در پساب خام یک کارخانه بیشتر از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر باشد.

در مورد صنایع وابسته به صنعت آبکاری تحقیق انجام داده و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید
۶





به نظر شما، فرایندها و پوشش‌های حاصل از آبکاری و رنگ چه تفاوت‌ها و چه شباهت‌هایی با یکدیگر دارند؟

رنگ و صنعت ساخت آن، تاریخ طولانی و کهن را به خود اختصاص می‌دهد. تاریخچه استفاده از رنگ به انسان‌های اولیه بر می‌گردد. آنها بودند که نخستین بار بر روی دیوار غارها، نقوش رنگینی را ترسیم کردند. از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین رنگ‌های مورد استفاده بشر می‌توان مخلوط حاصل از انحلال خاک رس رنگی در آب را نام برد. مصریان بانیان اولیه صنعت رنگ‌سازی و به عبارتی هنر رنگ‌رزی و لعاب‌سازی بوده‌اند. آنها در حدود ۱۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح (ع) با این هنر آشنا بودند و از صمغ‌های گیاهی و موم در تهیه مواد رنگی استفاده می‌کردند. به مرور زمان از روغن دانه‌های طبیعی، به عنوان رزین در ساخت رنگ استفاده شد، اما این روغن‌ها کاملاً پاسخگوی نیاز صنعت نبود؛ در نتیجه، رزین‌های مصنوعی به‌طور عمده جانشین روغن‌های طبیعی گردید. در حال حاضر رنگ‌های بسیار متنوعی با ویژگی‌های خاصی تولید می‌شود که برای مصارف گوناگون استفاده می‌شود. از مهم‌ترین کاربردهای رنگ می‌توان به حفاظت در برابر خوردگی و آسیب‌پذیری، مصرف تزئینی، بهداشت و پاکیزگی، افزایش صافی، برآفت و علامت‌گذاری اشاره کرد.

اجزای تشکیل دهنده رنگ‌ها

اجزای تشکیل دهنده رنگ‌ها عبارت‌اند از:

■ رنگ پایه (رزین)^۱

■ رنگ دانه یا رنگینه (پیگمان)^۲

■ حلال^۳

■ مواد افزودنی^۴

■ رنگ پایه یا رزین:

رزین پایه اصلی رنگ است و سایر اجزای رنگ به وسیله آن به یکدیگر و به سطح مورد نظر می‌چسبند. ضمناً رزین، با تشکیل فیلم، بعد از خشک شدن رنگ، باعث محافظت سطوح در برابر عوامل خارجی می‌شود. در واقع کیفیت یک رنگ به نوع رزین آن بستگی دارد. به همین دلیل است که پوشش‌ها و رنگ‌های مختلف را بر حسب نوع رزین آنها طبقه‌بندی می‌کنند. واکنش تبدیل رنگ تر به یک فیلم جامد را که منحصراً به رزین مربوط می‌شود، خشک شدن می‌گویند.

در مورد روش‌های خشک شدن رنگ‌ها تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.



پوشش‌ها و رنگ‌های مختلف را بر حسب نوع رزین آن طبقه‌بندی می‌کنند. رزین‌های مصرفی در رنگ‌ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

الف) رزین‌های طبیعی: این رزین‌ها اغلب از صمغ و شیرۀ درختان مختلف به‌دست می‌آید.

بیشتر بدانید



معروف‌ترین رزین‌های طبیعی عبارت‌اند از:

- **رزین کوپال^۱:** از درختی به همین نام (در افریقا و فیلیپین) به‌دست می‌آید.
- **رزین شلاک^۲:** از بزاق حشراتی که ما بین شاخه‌های درختان شلاک در هندوستان زندگی می‌کنند، به‌دست می‌آید.
- **رزین دامار^۳:** از درختی در مالزی و سومالی تهیه می‌شود.
- **رزین کلوفان^۴ (رُزین):** از شیرۀ درخت کاج به‌دست می‌آید. باقیمانده تقطیر چوب درخت کاج (که برای تهیه روغن تربانتین صورت می‌گیرد) رزین کلوفان یا رزین نام دارد.
- **صمغ‌ها و رزین‌های نفتی:** مواد باقیمانده از تقطیر نفت خام را شامل می‌شود.

ب) رزین‌های مصنوعی: این رزین‌ها که امروزه به شیوه‌های مختلف تهیه می‌شوند عبارت‌اند از: رزین‌های آلکید، پلی‌استر فنولی، اپوکسی، پلی‌اورتان، اپوکسی‌استر، کلروکائوچو، وینیلی، سیلیکونی، آکریلی، پلی‌وینیل‌استات، پلی‌وینیل‌بوتیرال، ملامین فرم‌آلدهید و نیترو سلولوزی.

در جدول ۵ خواص و کاربرد شش نوع رنگ و رزین مصنوعی را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۵: خواص و کاربرد شش نوع رنگ و رزین

نوع رنگ	نوع رزین	خواص	کاربرد
رنگ سنتزی	آلکید	خاصیت ارتجاعی، براقیت، مقاوم به نور	کالاهای صنعتی، لوازم فلزی، کاربرد ساختمانی، وسایل نقلیه و ...
رنگ سلولزی	نیترو و سلولوز	خشک شدن سریع، نرمی، مقاوم به آب و هوا	ماشین‌آلات، اثاثیه چوبی
رنگ اپوکسی	اپوکسی	سختی بالا، مقاوم به سایش، خاصیت ارتجاعی، حفاظت از خوردگی بالا، مقاوم به روغن‌ها، حلال‌ها و بازهای رقیق	سازه‌های فولادی در صنایع شیمیایی، پوشش‌های مقاوم در برابر سایش و پوسیدگی، کلیه موارد جلوگیری از خوردگی
رنگ حرارت مقاوم	سیلیکونی	مقاوم به گرما تا ۶۰۰ °C، مقاوم به آب و هوا	کوره‌ها، اجاق گاز، اطو، دودکش‌ها و کلیه مواردی که در برابر دمای بالا قرار دارند.
رنگ کوره‌ای	آکریلیک	مقاوم به آب و هوا، مقاوم به نور، براقیت، قابلیت انحنا	لوازم خانگی، قطعات یدکی، ماشین لباسشویی، داخل فریزر و یخچال، بویلرهای آب گرم
کائوچوی کلردار شده	لاستیک کلردار شده	مقاوم به اسیدها و بازهای رقیق، آب و گازها	استخر شنا، تانک‌های آب، مخازن ذخیره اسید، حفاظت از خوردگی سازه‌های فولادی

۱- Copal

۲- Shellac

۳- Damar

۴- Rosin

رنگ دانه:

بحث گروهی

۴



در زمان‌های قدیم از چه موادی به عنوان رنگ دانه استفاده می‌کردند؟ چند نمونه مثال بزنید و در مورد کاربردهای هر یک بحث کنید.

رنگ دانه‌ها ذرات جامد سفید یا رنگین بسیار ریزی هستند که در جزء سیال رنگ پخش می‌شوند ولی در آن حل نمی‌شوند. در این ارتباط، معمولاً به جزء سیال رنگ، ناقل^۱ نیز گفته می‌شود. رنگ دانه علاوه بر جنبه تزئینی، ویژگی‌های دیگری، از قبیل رنگ ظاهری یا فام^۲، تقویت قدرت مکانیکی و ثبات در برابر تابش نور خورشید، را نیز در رنگ ایجاد می‌کند.

انواع رنگ دانه‌ها

رنگ دانه‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

- ۱- رنگ دانه‌های اصلی که می‌توانند مواد معدنی یا آلی باشند، مانند تیتانیوم دیوکسید، سرب کرومات، روی کرومات، اکسیدهای آهن، سرنج^۳، دوده و گرافیت، فتالوسیانین‌ها.
 - ۲- رنگ دانه‌های کمکی یا رنگ دانه یار^۴ مانند کلسیم کربنات^۵ (گل سفید، سنگ آهک)، باریم سولفات^۶ (باریت)، منیزیم سیلیکات^۷ (تالک)، آلومینیم سیلیکات^۸ (خاک چینی یا کائولین که اصطلاحاً خاک رس گفته می‌شود)، سیلیس^۹، آزبست یا پنبه نسوز.
- رنگ دانه یارها برای ارزانی و ایجاد خواصی چون پوشش دهنده‌گی، ماتی، جلوگیری از ته نشینی، تنظیم گران‌روی، حفظ شفافیت، ایجاد یکنواختی و به منظور ایجاد خواص مطلوب در سطح فیلم نظیر چسبندگی، نفوذناپذیری، قابلیت سنباده‌خوری و حفظ رزین از فاسد شدن به کار می‌روند.

تحقیق کنید

۸



در مورد رنگ دانه‌های شبرنگ^{۱۰}، متالیک و ضد خوردگی تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

۱- Vehicle

۲- Color

۳- Pb₃O₄

۴- Extender

۵- CaCO₃

۶- BaSO₄

۷- 2MgO.4SiO₂.H₂O

۸- Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O

۹- SiO₂

۱۰- Luminous Pigments

حلال‌ها:

به نظر شما حلال‌های مناسب برای تهیه رنگ چه شرایطی باید داشته باشند؟

بحث‌گروهی

۵



حلال‌ها مایعاتی هستند که برای حل کردن رنگ پایه به رنگ اضافه می‌گردند و پس از کاربرد رنگ تبخیر می‌شوند. معمولاً حلال مناسب ترکیبی از چند نوع حلال است. مخلوط و یا ترکیب مناسبی از حلال‌ها می‌تواند در کاهش قیمت، میزان آلودگی، مسمومیت و خطر آتش‌سوزی مؤثر باشد. انتخاب به جا و صحیح حلال در خاصیت برس‌خوری (امکان اعمال مناسب رنگ با قلم‌مو)، سرعت خشک‌شدن و در نهایت در تشکیل فیلم مطلوب تأثیر مستقیم دارد.

پرسش ۳



الف) آیا آب می‌تواند همواره یک حلال مناسب برای رنگ‌ها باشد؟ توضیح دهید.
ب) اگر خشک شدن رنگی بیش از حد معمول به طول انجامد، چه علتی دارد و چه مشکلاتی در فیلم رنگ ایجاد می‌کند؟ اگر در زمان بسیار کوتاهی رنگ خشک شود، چه علتی دارد و چه مشکلاتی در نتیجه کار خواهد داشت؟

مواد افزودنی: افزودنی‌ها به موادی گفته می‌شود که به منظورهای گوناگون، از جمله بهبود کیفیت، مرغوبیت بیشتر، بهبود عملکرد و سهولت استفاده به مقدار یک تا دو درصد وزن کل رنگ و حداکثر تا پنج درصد در ساخت یک رنگ استفاده می‌شوند. افزودنی‌ها در انواع گوناگون وجود دارند که برخی از آنها عبارت‌اند از: خشک‌کننده^۱، ضد پوسته، ضد ته‌نشینی، پوشش‌دهنده، پخش‌کننده، ضد شره، ضد کف، ضد قارچ و کپک‌زدگی، ضد دلمگی، انعطاف‌دهنده^۲، پایدارکننده^۳.

رنگ‌های حفاظتی یا صنعتی

به نظر شما در صنعت به چه دلایلی از رنگ‌ها استفاده می‌شود؟

بحث‌گروهی

۶



یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای حفاظت سازه‌های فولادی و آهنی استفاده از رنگ‌های حفاظتی یا صنعتی است. در بیشتر موارد صنعتی از چند نوع رنگ تحت عنوان «سامانه پوششی» استفاده می‌شود. این رنگ‌ها با عنوان ضدزنگ یا آستری^۴، رنگ میانی^۵ و رنگ رویه^۶ مشخص می‌گردند.

۱- Dryer

۲- plastisizer

۳- Istabilize

۴- Primer

۵- Under Coa - Intermediate Coat

۶- Top Coat - Finish Coat



آیا می‌توان از یک نوع سامانه پوششی در تمام مناطق آب و هوایی استفاده کرد؟

در مورد ضد زنگ‌ها، نقش آنها در جلوگیری از خوردگی و چند نمونه از آنها تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

عوامل مؤثر در ایفای نقش حفاظتی رنگ‌های صنعتی

این عوامل عبارت‌اند از:

- انتخاب سامانه پوششی مطلوب؛
- تولید و فرمول‌بندی مناسب رنگ‌ها؛
- آماده‌سازی مناسب سطوح؛
- اجرای صحیح عملیات رنگ‌آمیزی؛
- نظارت و بازرسی در کلیه مراحل.

بی‌توجهی به هر یک از عوامل فوق به نوبه خود موجب ایجاد عوارض در فیلم رنگ می‌شود و در کاهش عمر مفید سامانه پوششی مؤثر خواهد بود. در ادامه توضیح مختصر هر کدام از عوامل مؤثر در ایفای نقش حفاظتی رنگ‌های صنعتی آورده شده است.

انتخاب سامانه پوششی: در انتخاب سامانه‌های پوششی باید نوع و جنس سطح مورد نظر، محیط اطراف سازه، طول عمر مفید پوشش در نظر گرفته شوند. برای رسیدن به اهداف فوق، انتخاب صحیح نوع رزین، گونه و درصد وزنی رنگ‌دانه، درصد حجمی مواد جامد و ضخامت پوشش در نظر گرفته می‌شوند.



برای تجهیزات صنعتی باید سامانه‌های پوششی با متوسط عمر ۷ سال را در نظر گرفت.

شکل ۱۲، نمونه‌ای از عوارض ناشی از انتخاب یک سامانه پوششی نامناسب را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- تاول زدگی (مقاومت نکردن فیلم در محیط رطوبتی)

پرسش ۵



در تعیین رنگ‌ها و سامانه‌های پوششی در شرایط جوی به چه عواملی باید توجه کرد؟

تولید و فرمول‌بندی مناسب رنگ‌ها: پس از انتخاب سامانه پوششی، تولید رنگ‌ها مطابق فرمول‌بندی مربوطه در کارخانه صورت می‌گیرد. در تهیه رنگ‌ها بایستی از مواد مرغوب و درصد‌های مشخص و دستگاه‌ها و وسایل مناسب استفاده کرد و گر نه تغییرات نامطلوبی را در پوشش باید انتظار داشت.

پرسش ۶



چرا تهیه رنگ‌ها باید به‌طور دقیق مطابق فرمول‌بندی انجام شود؟

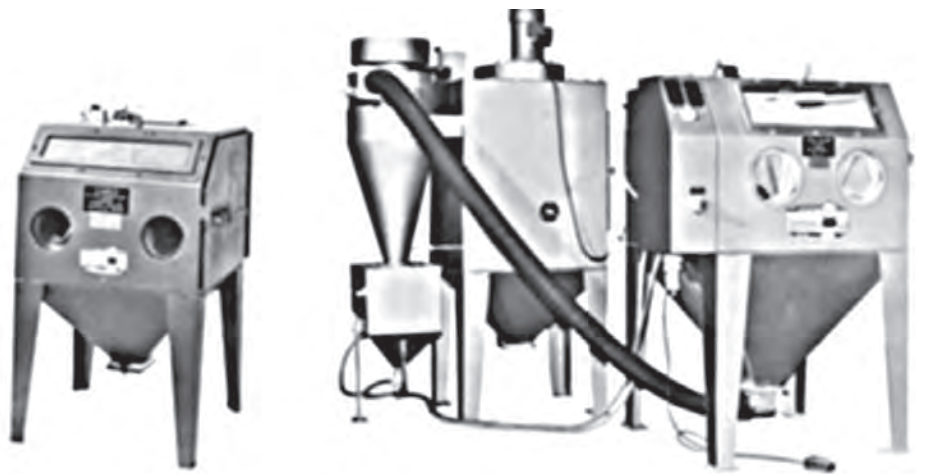
آماده‌سازی مناسب سطوح:

بحث‌گروهی
۷

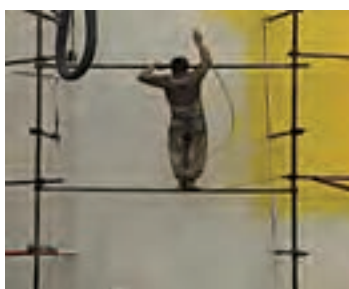


آیا پیش از اعمال رنگ روی سطوح، عملیات آماده‌سازی ضرورت دارد؟ چه آلاینده‌هایی می‌تواند روی سطح موردنظر باشد؟

قسمت عمده اهمیت یک پوشش، به کیفیت آماده‌سازی سطح مربوط می‌شود. در عملیات پوشش دادن حدود $\frac{2}{3}$ هزینه کل کار، برای آماده‌سازی سطح در نظر گرفته می‌شود؛ در نتیجه، در صورت از بین رفتن رنگ به علت نامناسب بودن سطح، دو سوم مخارج و یا به عبارتی تمامی آن به هدر می‌رود. شکل ۱۳، تمیزکاری به روش شن‌پاشی (سندبلاست) و شکل ۱۵، رنگ‌آمیزی مخزن‌های صنعتی را نشان می‌دهد. با توجه به وضعیت سطوح، روش‌های مختلفی برای زیرسازی استفاده می‌شود. از آن جمله می‌توان شست‌وشو با حلال، سنباده‌کشی، برس‌کشی، آب‌فشانی، شن‌پاشی^۱ و ساچمه‌پاشی را نام برد. در برخی موارد خاص برای سطوح زنگ‌زده از مواد شیمیایی تبدیل‌کننده لایه اکسیدشده به یک لایه فیلم محکم با چسبندگی مناسب استفاده می‌شود. در حال حاضر در صنعت بیشتر از روش شن‌پاشی برای آماده‌سازی قطعه استفاده می‌شود. در این روش با پاشیدن شن به وسیله فشار مشخص، لایه‌های اکسید از فلز جدا می‌شود و از طرفی در سطح، حفره‌ها و خلل و فرج‌های فراوان ایجاد می‌گردد. وجود این حفره‌ها به دلیل افزایش سطح تماس، و درگیر شدن بیشتر رنگ با سطح، باعث افزایش چسبندگی رنگ به سطح می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- چند نوع دستگاه شن پاش



شکل ۱۴- رنگ آمیزی مخازن

هر یک از تصویرهای داده شده، نمونه‌هایی از آماده‌سازی نامناسب قطعه برای رنگ‌کاری را نشان می‌دهد. در هر مورد علت را بیان کنید.

پرسش ۷



پ



ب



الف

اجرای صحیح عملیات رنگ آمیزی:

روش‌های متداول رنگ آمیزی و اعمال رنگ چیست؟ در مورد هر یک چه می‌دانید؟

بحث گروهی

۸



پس از عملیات آماده‌سازی، رنگ را باید کاملاً یکنواخت کرد و رنگ آمیزی را، طبق دستور کار مربوط، بر روی سطح مورد نظر اجرا کرد.

اگر به دلیل استفاده از رنگ‌های نامناسب و یا اجرای عملیات رنگ آمیزی نامناسب، عمر و عملکرد رنگ‌های صنعتی کوتاه باشد، مشکلات ذیل در صنعت ایجاد می‌شود:

- ۱ امکان خوردگی و تخریب زود هنگام سطوح فراهم می‌شود.
- ۲ تکرار عملیات رنگ آمیزی ضرورت پیدا می‌کند.
- ۳ گازهای سمی متصاعد شده از رنگ‌ها به هنگام تکرار عملیات، مشکلات زیست محیطی را افزایش می‌دهد.
- ۴ تخریب تأسیسات و تکرار عملیات رنگ آمیزی، توقف کار را به دنبال دارد و باعث کاهش تولید می‌شود و خسارت مالی قابل توجهی به صنعت تحمیل می‌شود.

بین عملیات شن پاشی (آماده‌سازی) و رنگ آمیزی نباید بیش از ۶ الی ۱۰ ساعت فاصله زمانی وجود داشته باشد.

نکته



در رنگ آمیزی به چه مواردی باید توجه کرد؟

پرسش ۸



نظارت و بازرسی در کلیه مراحل یک طرح رنگ آمیزی:

پس از تعیین یک سامانه پوششی مناسب توسط کارشناسان مربوط، تولید رنگ‌ها در کارخانه صورت می‌گیرد. در این مرحله ضمن دقت در مرغوبیت و مقدار مواد مصرفی، ضروری است طی مراحل مختلف تولید، چندین بار نمونه‌گیری صورت گیرد و بررسی‌های لازم انجام شود. همچنین متقاضیان و خریداران رنگ‌ها نیز برای پروژه‌های رنگ آمیزی خود باید نمونه‌های ارائه شده را توسط مراکز مربوط، ارزیابی کنند. در مرحله آماده‌سازی و رنگ آمیزی نیز باید کاملاً اصول فنی لازم را رعایت نمود. در صورتی که به هر دلیل در اجرای صحیح مراحل فوق بی‌توجهی شود، عملاً سامانه پوششی مطلوب ایجاد نشده و بدیهی است از آن انتظار زیادی نمی‌رود.



در چه صورتی ناظران می‌توانند کار نظارتی خود را به خوبی انجام دهند؟

شکل ۱۵ نشان دهندهٔ چهار نوع عارضه در فیلم به علت فرمول‌بندی و اعمال رنگ نامناسب است.



پدیدهٔ پوست سوسماری شدن



پدیدهٔ ترک خوردگی فیلم



پدیدهٔ پوست‌های شدن



پدیدهٔ شره کردن

شکل ۱۵- چهار نوع عارضه نامطلوب در فیلم رنگ



به چه دلایلی عارضه‌های نامطلوب در فیلم رنگ (شکل ۱۶) ایجاد شده است؟ در مورد علت‌های آن تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

وسایل و ماشین‌آلات مورد نیاز برای ساخت رنگ

مهم‌ترین وسایل و ماشین‌آلات مورد نیاز برای ساخت رنگ‌ها عبارت‌اند از:

- مخلوط‌کن‌ها^۱ یا همزن‌ها؛
- آسیاب‌ها،
- وسایل توزین، بسته‌بندی، نقاله‌های مختلف، ظروف فلزی استوانه‌ای کوچک و بزرگ، لوازم آزمایشگاهی

مراحل تهیه یک نمونه رنگ

پس از انتخاب سامانه پوششی، تولید رنگ‌ها در کارخانه، مطابق فرمول‌بندی مربوط، طی مراحل زیر صورت می‌گیرد:

۱- مرحله ساخت پایه یا خمیر رنگ: در این مرحله براساس فرمول‌بندی مورد نظر، مقدار مشخصی از رزین، رنگ‌دانه مواد پرکننده و حلال توسط همزن با قدرت و سرعت زیاد مخلوط می‌شوند. پس از اختلاط و تهیه خمیر رنگ، به‌منظور نرمی مناسب مواد را وارد آسیاب می‌کنند. نوع آسیاب به مواد رنگ‌دانه بستگی دارد. معمولاً باید آسیابی را در نظر گرفت که ذرات رنگ‌دانه و پرکننده‌ها را به خوبی نرم و ریز کند. در ادامه این مرحله و پیش از مرحله دوم از خمیر رنگ آسیاب‌شده نمونه‌گیری کرده و در آزمایشگاه کارخانه میزان نرمی^۲ (دانه‌بندی) آن را ارزیابی می‌کنند. درجه نرمی باید با شرایط استاندارد مطابقت داشته باشد، در غیر این صورت لازم است خمیر تهیه شده دوباره آسیاب شود.

۲- مرحله تکمیل و اصلاح رنگ: این مرحله در یک همزن انجام می‌شود. سایر مواد از قبیل باقیمانده رزین و حلال و نیز مواد افزودنی مورد نیاز در این مرحله اضافه می‌شوند. برای تنظیم رنگ (فام) از خمیرهایی که درصد رنگ‌دانه بالایی دارد و مادر رنگ نامیده می‌شود، به محصول اضافه می‌شود. این کار آنقدر با مادر رنگ‌های مختلف انجام می‌شود تا فام دلخواه به‌دست آید. این عمل را رنگ‌آرایی^۳ می‌گویند. در این مرحله نیز آزمایش‌هایی در قسمت تولید و یا کنترل کیفیت صورت می‌گیرد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: تعیین چگالی، غلظت، نرمی، براقیت^۴، چسبندگی، سختی، خشک شدن، شره کردن^۵ و ضربه‌پذیری.

۳- مرحله پرکردن و بسته‌بندی: رنگ تولیدشده پس از تأیید کیفیت، در ظروف مورد نظر (قوطی، حلب، سطل، بشکه) بسته‌بندی و توزین می‌گردد و پس از نصب برچسب مشخصات به انبار فرستاده می‌شود.

۱- Mixer

۲- Fineness

۳- Tint, Coloring

۴- Gloss

۵- Flowing , Running



تفاوت اساسی بین دو واژه coating و painting چیست؟

آزمایش‌های رنگ

آزمایش‌هایی که جهت ارزیابی عملکرد رنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند متعدد و متنوع می‌باشند. تعیین آزمایش‌های ضروری برای یک نمونه رنگ یا سامانه پوششی (مجموعه چند رنگ) به عوامل زیر بستگی دارد:

- نوع سطحی که رنگ بر روی آن اعمال می‌شود؛
- شرایط محیطی موردنظر؛
- طول عمری که از رنگ برای محافظت سطح انتظار می‌رود.

به‌طور کلی آزمایش‌های رنگ به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱) آزمایش‌های مربوط به رنگ مایع
- ۲) آزمایش‌های مربوط به فیلم تر رنگ
- ۳) آزمایش‌های مربوط به فیلم خشک رنگ

نکات ایمنی



- آزمون‌های مربوط به رنگ‌ها، در زیر هود یا جایی که دارای هواکش مناسب باشد، انجام گیرد.
- آزمون‌ها ترجیحاً در محیطی با دمای $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ و رطوبت نسبی 50 ± 5 صورت گیرد.
- از دستکش مرغوب استفاده شود. برای رنگ‌های صنعتی عینک و ماسک نیز توصیه می‌شود.
- از انجام آزمایش‌ها در کنار شعله خودداری شود.

نکته زیست محیطی



به هیچ عنوان مواد اضافی و دورریز، به‌خصوص مواد شست‌وشو، در فاضلاب تخلیه نشود، بلکه در ظرف جداگانه‌ای جمع‌آوری گردد. بدیهی است با رعایت اصول ایمنی و زیست‌محیطی باید نسبت به بازیافت و یا انهدام این مواد اقدام کرد.

آزمایش‌های مربوط به رنگ مایع

به نظر شما، نشانه‌های سالم بودن و قابل مصرف بودن رنگ‌ها کدام است؟





تعیین نوع و درجه ته نشینی رنگ

مواد و وسایل مورد نیاز	
رنگ روغنی یک کیلو	همزن مخصوص ^۱
رنگ غنی از روی ^۲ یک کیلو	ظرف مخصوص
رنگ آلومینیمی یک کیلو	تینر ^۳

روش آزمایش :

- ۱ در قوطی رنگ را باز کنید و مطابق جدول زیر به بررسی ته نشینی آن بپردازید.
- ۲ در صورت دسترسی به دو نمونه دیگر رنگ، امکان مقایسه بهتری فراهم می گردد.

بررسی ته نشینی رنگ مطابق استاندارد ASTM D-۸۶۹

نوع ته نشینی ^۴	وضعیت رنگ
۱۰	در رنگ دو فاز مایع و جامد به وجود نیامده است و رنگ شرایط اصلی و اولیه را حفظ کرده است.
۸	مقدار کمی رسوب ایجاد شده است. میله همزن با وزن خود داخل رسوب فرومی رود و هیچ گونه مقاومتی در برابر حرکت آن در رنگ دیده نمی شود.
۶	میله همزن با وزن خود داخل رسوب فرومی رود و مقاومت کمی در حرکت آن در داخل رنگ مشاهده می گردد. قسمت هایی از رسوب نیز به وسیله همزن کنده می شود.
۴	میله همزن با وزن خود داخل رسوب فرو نمی رود. حرکت آن در جهت پهن مشکل است، ولی در امتداد ضخامت آن، مقاومت کمی مشاهده می شود. در عین حال رنگ به آسانی یکنواخت می شود.
۲	میله همزن با فشار و سختی داخل رسوب می رود. حرکت آن در رنگ خیلی مشکل است، اما به هر ترتیب رنگ با کمک دست یکنواخت می شود.
۰	با کمک دست و حرکت میله همزن نمی توان رنگ را یکنواخت کرد.

۱- Spatula این همزن دارای وزن ۴۵ گرم بوده و تیغه آن به شکل مربع و مستطیل و ابعاد ۱۲۵×۲۰ میلی متر می باشد.

۲- Zinc Rich

۳- حلالی است که برای رقیق کردن رنگ های پایه روغنی به کار می رود همچنین می توان برای پاک کردن بخش هایی که

۴- Rate.No رنگ آلود شده اند نیز به کار رود.

نکته



تحقیق کنید
۱۲



بلافاصله پس از تمام شدن آزمایش، وسایل مورد استفاده با حلال مناسب شسته شود.

حلال تینر فوری و روغنی چه نوع ترکیب شیمیایی هستند؟ چه تفاوت و چه کاربردهایی دارند؟

فعالیت عملی ۹



بررسی وضع ظاهری رنگ در قوطی یا ظرف مربوطه

مواد و وسایل مورد نیاز	
همزن شیشه‌ای	رنگ روغنی استفاده نشده یک قوطی
	تینر

روش کار:

- ۱ در قوطی رنگ را باز کنید. رنگ باید فاقد پوسته (رویه) باشد. رسوب آن نیز باید در حدی باشد که با همزدن، رنگ به صورت کاملاً یکنواخت درآید.
- ۲ ضمناً هیچ گونه علائمی از فساد رنگ، شامل بوی نامطبوع و زننده، کپک‌زدگی، ژله‌ای شدن و تجمع رنگ‌دانه نباید در آن مشاهده نشود.

فعالیت عملی ۱۰



رویه بستن

مواد و وسایل مورد نیاز	
همزن شیشه‌ای	رنگ روغنی حدود یک لیتر
آون یا محیطی با دمای 40°C	تینر
یک قوطی خالی یک لیتری با در مناسب	

روش کار:

- ۱ $3/4$ قوطی خالی را از رنگ مورد نظر پر کنید و در آن را محکم ببندید. سپس به مدت ۴۸ ساعت آن را در دمای 40°C قرار دهید.
- ۲ پس از گذشت این زمان رنگ را از نظر وضع ظاهری بررسی کنید. رنگ نباید رویه بسته باشد.

فعالیت عملی ۱۱



تعیین گران روی

مواد و وسایل مورد نیاز	
مقداری رنگ	چند فنجان ^۱ مخصوص اندازه‌گیری با نازل‌های مختلف
تینر	همزن شیشه‌ای
	زمان سنج

مطابق شکل ۱۶، وسایل اندازه‌گیری گران روی رنگ را آماده کنید.

روش کار:

- ۱ رنگ را کاملاً یکنواخت کنید.
 - ۲ سوراخ نازل یکی از فنجان‌ها را با انگشت بگیرید آن را از رنگ مورد نظر پر کنید؛ به طوری که با گذاشتن درپوش مربوط، رنگ اضافی از فنجان جدا شود.
 - ۳ همزمان با رها کردن انگشت، زمان سنج را به کار اندازید.
 - ۴ به محض آنکه جریان ریزش رنگ (به صورت سیلان) قطع شد، زمان سنج را متوقف کنید و زمان سیلان را بر حسب ثانیه یادداشت کنید.
- شکل ۱۶، کاپ‌های اندازه‌گیری گران روی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶- فنجان‌های مختلف اندازه‌گیری گران روی

معمولاً برای اعمال رنگ به روش‌های مختلف، گران روی مشخصی از رنگ مورد نیاز است. چگونه می‌توان گران روی مناسب را در کاربردهای مختلف رنگ ایجاد کرد؟

پرسش ۱۰

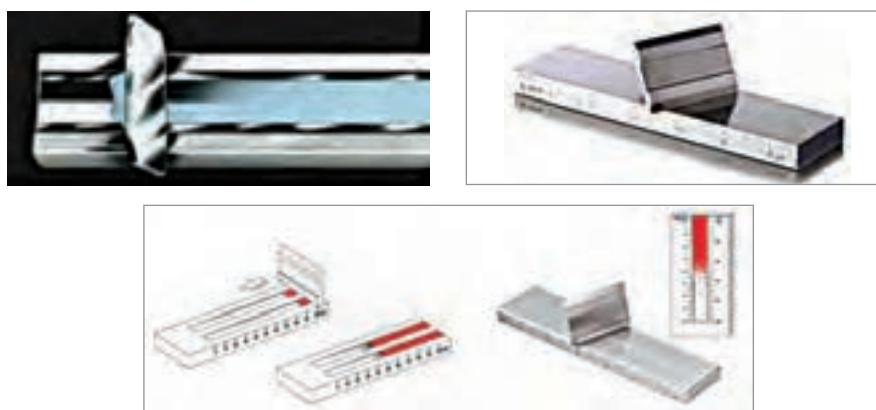




تعیین دانه‌بندی (اندازه‌گیری درجهٔ پخش شدن رنگدانه‌ها)

مواد و وسایل مورد نیاز	
رنگ	وسیلهٔ اندازه‌گیری مربوط به نام گریندومتر ^۱
تینر	همزن شیشه‌ای

برای تعیین دانه‌بندی و اندازه‌گیری درجهٔ پخش شدن رنگدانه‌ها در رنگ از وسیله‌ای به نام گریندومتر استفاده می‌شود. گریندومتر از یک صفحهٔ فلزی مکعب مستطیل تشکیل شده است که در سطح آن دو شیار طولی دیده می‌شود. عمق این شیارها از یک طرف به طرف دیگر اضافه شده و از صفر تا صد میکرون درجه‌بندی شده است. یک تیغهٔ فلزی لبه‌تیز نیز، برای کشیدن رنگ بر روی شیارها وجود دارد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- وسیلهٔ اندازه‌گیری دانه‌بندی رنگ تر

روش کار:

- ۱ ابتدا گریندومتر را به صورت افقی قرار داده و چند قطره از رنگ مورد نظر را در قسمت عمیق در شیار قرار دهید.
- ۲ سپس رنگ را با تیغهٔ مربوط در طول دو شیار بکشید.
- ۳ پس از پهن شدن رنگ، بلافاصله گریندومتر را در مقابل نور (ترجیحاً مهتابی) قرار دهید و اندازهٔ ذرات رنگ‌دانهٔ موجود در رنگ را در مقطع شیارها مشخص کنید.
- ۴ هر جا که تجمع رنگ‌دانه‌ها بیشتر بود، عدد مربوط به آن ناحیه نشان‌دهندهٔ اندازهٔ ذرات جامد در رنگ است.

الف) اهمیت انجام این آزمایش در رنگ‌ها چیست؟

ب) اگر درجهٔ دانه‌بندی بزرگ‌تر از استاندارد باشد، چه علتی دارد و چه مشکلی در فیلم رنگ ایجاد می‌کند؟

پرسش ۱۱



فعالیت عملی ۱۳



سازگاری با رقیق کننده

مواد و وسایل مورد نیاز	
رنگ	یک ظرف مناسب ترجیحاً شیشه‌ای و مدرج
رقیق کننده یا حلال مناسب	همزن شیشه‌ای

روش کار:

- ۱ سه حجم رنگ موردنظر را در ظرف بریزید سپس یک حجم رقیق کننده مربوط را به آرامی (ضمن همزدن) به آنها اضافه کنید و در ظرف را ببندید.
- ۲ پس از گذشت ۲۴ ساعت در ظرف را باز کنید.
- ۳ در رنگ رقیق شده نباید هیچگونه رسوب، جدایی رنگ دانه و رنگ پایه و تشکیل فازهای مختلف مشاهده شود.

فعالیت عملی ۱۴

تعیین میزان پوشانندگی رنگ (قدرت اختفا یا پنهان کنندگی)^۱

مواد و وسایل مورد نیاز	
رنگ	فیلم کش (اپلیکاتور)
تینر	همزن
کاغذ شطرنجی با خانه‌های سیاه و سفید	

روش کار:

- ۱ رنگ را کاملاً یکنواخت کنید.
- ۲ مطابق شکل ۱۸، فیلم کش مناسبی را با ضخامت‌های متفاوت بر روی کاغذ شطرنجی قرار دهید و داخل آن را از رنگ مورد نظر پر کنید. سپس به آهستگی فیلم کش را بر روی کاغذ عبور دهید. ضخامتی از رنگ را، که در آن خانه‌های سیاه و سفید قابل تمایز نباشد، مشخص کنید.
- ۳ این ضخامت با عنوان قدرت پوشانندگی یا اختفای رنگ در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱۸- دو نمونه فیلم کش رنگ

آزمایش‌های مربوط به فیلم تر رنگ

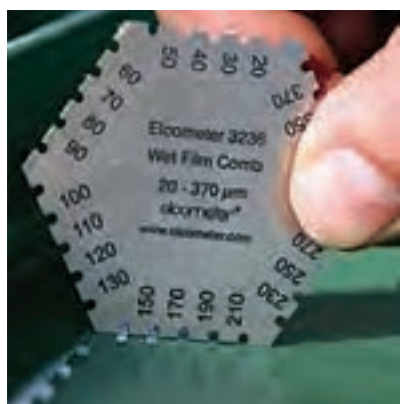
فعالیت کارگاهی ۱۵



اندازه‌گیری ضخامت فیلم تر

مواد و وسایل مورد نیاز	
صفحات فولادی یا شیشه‌ای	رنگ
همزن	تینر
	شانهٔ مخصوص ^۱

روش کار :



شکل ۱۹- شانهٔ مخصوص اندازه‌گیری ضخامت فیلم تر رنگ

۱ رنگ یکنواخت‌شده را بر روی سطح مناسبی (شیشه یا فلز) اعمال کنید.

۲ مطابق شکل ۱۹، شانهٔ مخصوص را به‌صورت عمودی روی فیلم تر رنگ قرار دهید. این شانه دارای دندان‌هایی است که دندان‌های اول و آخر یکسان‌اند، اما سایر دندان‌ها کوتاه و بلند هستند و اختلاف طول آنها در بعضی نمونه‌ها یک میلی‌متر است. ۳ با قرار دادن شانه، دندان‌های که با فیلم تماس پیدا می‌کند، ضخامت آن را مشخص می‌کند.

۴ با تمیز کردن شانه این کار را می‌توان در قسمت‌های دیگر فیلم تکرار کرد و میانگین ضخامت فیلم تر را به‌دست آورد. این روش برای اندازه‌گیری‌های تقریبی استفاده می‌شود.

۱- Wet Film comb

فعالیت عملی ۱۶



مقاومت در برابر شره کردن و موجی شدن رنگ

مواد و وسایل مورد نیاز	
رنگ	صفحات فولادی یا شیشه‌ای
تینر	همزن
شانه یا تیغه مخصوص	

روش کار :

- ۱ رنگ را کاملاً یکنواخت کنید، سپس به روش برس کشی یا پاششی، آن را (با ضخامت مشخص) بر روی ورقه‌های آماده شده و تمیز اعمال کنید.
- ۲ شانه مخصوص را بر روی فیلم تر بکشید. قطعات باریکی با عرض مشخص بر روی فیلم ایجاد می‌شود.
- ۳ ورقه را بلافاصله به حالت عمود بر شیارها قرار دهید. در صورتی که رنگ مشکل شره کردن یا موجی شدن را داشته باشد، جاری می‌شود و سرتاسر باریکه‌های بدون رنگ (شیارها) را می‌پوشاند.

فعالیت عملی ۱۷



ضرورت آماده سازی سطح قبل از اعمال رنگ

مواد و وسایل مورد نیاز	
۶ قطعه ورقه فولادی به اندازه ۱۵×۱۰ سانتی متر و ضخامتی حدود ۱ تا ۲ میلی متر	چند عدد سنباده با زبری‌های مختلف

روش کار :

- ۱ یک ورقه زنگ زده را کنار بگذارید و بر روی آنها هیچ اقدامی انجام ندهید.
- ۲ یک ورقه دیگر را با سنباده، کمی تمیز کنید؛ به طوری که سطح کاملاً سفید و یکدستی ایجاد نشود.
- ۳ سطوح سه ورقه دیگر را جداگانه با سنباده‌های متفاوت کاملاً تمیز کنید. این کار برای ۳ نوع سنباده با زبری مختلف انجام شود.
- ۴ سطح یک ورقه دیگر را با سنباده کاملاً تمیز کنید. سپس آن را برای دقایقی در محیط مرطوب قرار دهید و یا سطح آن را کمی خیس کنید.
- ۵ بر روی کلیه ورقه‌های فوق، رنگ مورد نظر را به طور یکسان اعمال کنید و پس از یک هفته، به بررسی چسبندگی فیلم رنگ‌ها بپردازید.



به نظر شما در کدام ورقه چسبندگی رنگ بیشتر و در کدام نمونه رنگ کمترین چسبندگی را خواهد داشت؟

فعالیت کارگاهی ۱۸



اندازه‌گیری زمان خشک‌شدن سطحی فیلم رنگ

آزمایش ۱:

مواد و وسایل مورد نیاز	
ورقه فولادی یا شیشه‌ای	رنگ
همزن	تینر
وزنه ۵۰۰ گرمی	ترازو

روش کار:

- ۱ بر روی صفحه آماده‌شده‌ای، قشری از رنگ با ضخامت مناسب (دلخواه) اعمال کنید.
- ۲ ساعاتی بعد، پس از آنکه بر اثر تماس، رنگ به دست نچسبید، صفحه را داخل کفه ترازویی قرار دهید و در کفه دیگر با فشار دادن انگشت دست، نیرویی معادل ۵۰۰ گرم بر روی قشر رنگ وارد کنید.
- ۳ زمانی که با این فشار اثری از خطوط انگشت بر روی فیلم دیده نشود، خشک‌شدن سطحی در فیلم صورت گرفته است. این زمان را یادداشت کنید.

آزمایش ۲:

مواد و وسایل مورد نیاز	
ورقه فولادی یا شیشه‌ای	رنگ
الک ۳۰۰ و ۱۵۰ میکرونی	تینر
قلم مو	پودر کلسیم کربنات

روش کار:

- ۱ پودر کلسیم کربنات را الک کنید تا درشتی ذرات آن بین ۱۵۰ الی ۳۰۰ میکرون شود (از الک ۳۰۰ میکرونی قابل عبور باشد، ولی از الک ۱۵۰ میکرونی رد نشود).
- ۲ سپس آن را بر روی قشر رنگی که پیش‌تر اعمال کرده‌اید، بپاشید (زمانی که احساس می‌کنید خشک شدن سطحی اتفاق افتاده است). پس از مدتی پودرها را با قلم‌موی تمیز از روی سطح فیلم پاک کنید.
- ۳ خشک شدن سطحی زمانی اتفاق می‌افتد که پودر کلسیم کربنات کاملاً از سطح فیلم جدا شود و این عمل لطمه‌ای به قشر رنگ وارد نکند.

فعالیت عملی ۱۹



تعیین خشک شدن کامل

مواد و وسایل مورد نیاز	
ورقه رنگ شده	وزنه ۲ کیلوگرمی
ترازو	

روش کار:

- ۱ صفحه رنگ شده را در یک کفه ترازو قرار دهید. در کفه دیگر، هم وزن آن وزنه بگذارید.
 - ۲ سپس در کفه‌ای که وزنه گذارده‌اید وزنه دیگری به وزن ۲ کیلوگرم اضافه کنید.
 - ۳ در مرحله بعد، با انگشت دست، روی صفحه رنگ شده فشار دهید تا هر دو کفه برابر شود. به مدت یک دقیقه ترازو را به همان وضع نگهدارید، سپس آن را به آرامی رها کنید.
 - ۴ هیچ اثری از انگشت نباید روی قشر رنگ باقی مانده باشد. می‌توان به جای انگشت پارچه‌ای را روی فیلم رنگ قرار داد و سپس وزنه ۲ کیلوگرمی را روی پارچه گذاشت. در این حالت نیز نباید هیچ‌گونه اثری از خطوط پارچه بر روی قشر رنگ باقی مانده باشد.
- برای اعمال رنگ وسایل مختلفی وجود دارد که با توجه به سطح موردنظر می‌توان وسیله مناسب را انتخاب کرد.

در مورد وسایل مختلف اعمال رنگ تحقیق کنید و جدول زیر را کامل کنید.

تحقیق کنید
۱۳



مقایسه وسایل اعمال رنگ		
تصویر	ویژگی‌ها و نکات مهم	وسایل اعمال رنگ
		قلم مو
		رنگ پاش
		رنگ پاش
		غلtek

آزمایش‌های فیلم خشک رنگ

فعالیت عملی ۲۰



تعیین برآقیت

فیلم‌های رنگ می‌توانند برآقیت‌های متفاوتی بین دو حالت بسیار برآق (بازتاب نور ۹۸ تا ۱۰۰٪) و مات (بازتاب نور صورت نمی‌گیرد) داشته باشند. برای تشخیص رنگ‌ها غالباً از این دسته‌بندی استفاده می‌شود: رنگ‌های بسیار برآق، رنگ‌های نیمه‌برآق، رنگ‌های برآق پوست تخم‌مرغی و رنگ‌های مات پوست تخم‌مرغی استفاده می‌شود.

مواد و وسایل مورد نیاز	
صفحه پوشش داده شده شیشه‌ای	دستگاه برآقیت سنج

روش آزمون:

- ۱ ابتدا رنگ مورد نظر را با ضخامت یکسان و یکنواخت به وسیله فیلم کش روی سطح شیشه‌ای صاف اعمال کنید.
 - ۲ ۲۴ ساعت برای خشک شدن آن فرصت دهید.
 - ۳ توسط دستگاه برآقیت سنج^۱، میانگین برآقیت آن را مشخص کنید. معمولاً برای اندازه‌گیری برق فیلم رنگ‌های بسیار برآق، از زاویه ۶۰ درجه استفاده می‌شود.
- در شرایط عادی نقاش با مخلوطی از رنگ‌های برآق و مات، برآقیت مورد نظر را به دست می‌آورد.



شکل ۲۰- دو نمونه دستگاه برآقیت سنج رنگ

فعالیت عملی ۲۱



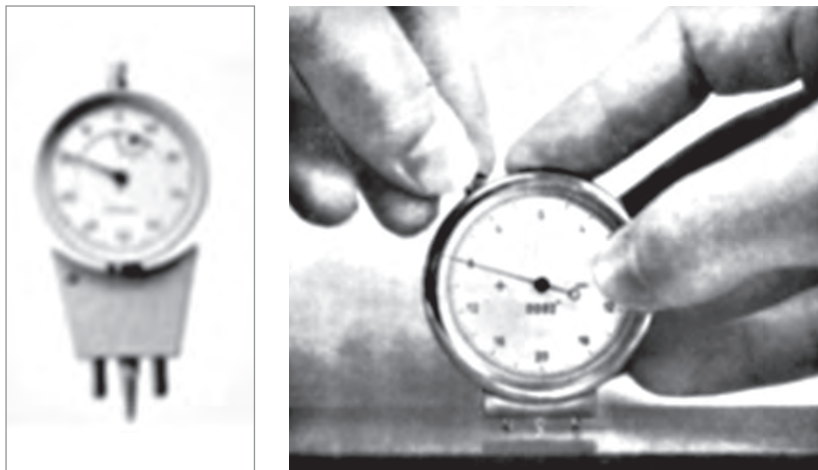
اندازه‌گیری ضخامت فیلم خشک

مواد و وسایل مورد نیاز	
ضخامت سنج انگشتی	تعدادی ورقه فلزی پوشش داده شده
	ضخامت سنج دیجیتال

روش آزمون

روش تخریبی:

- ۱ مطابق شکل ۲۱، دستگاه ضخامت سنج فیلم خشک رنگ، دارای ۲ پایه است که بر روی فیلم رنگ قرار می‌گیرند. میله‌ای در وسط این دو پایه وجود دارد که به صفحه مدرجی متصل است. برای تنظیم دستگاه میله را روی شیشه قرار دهید. در این حالت عقربه باید عدد صفر را نشان دهد.
- ۲ به مقدار لازم فیلم را از سطح جدا کنید و میله را در آن قسمت قرار دهید تا با سطح زیرین فیلم در تماس باشد (پایه‌ها باید بر روی فیلم قرار داشته باشند). عددی که صفحه مدرج نشان می‌دهد، ضخامت فیلم را مشخص می‌کند. در روش تخریبی می‌توان از میکرومتر و یا میکروسکوپ نیز استفاده کرد.



شکل ۲۱- ضخامت‌سنج فیلم خشک رنگ (روش تخریبی)

روش غیرتخریبی:

در این رابطه دستگاه‌هایی وجود دارند که با خاصیت مغناطیسی یا الکتریکی آنها می‌توان ضخامت فیلم خشک را بر روی فلزات آهنی و غیرآهنی تعیین کرد. روش تنظیم و طرز کار دستگاه‌ها در کتابچه‌های راهنمای آنها نوشته شده است. گفتنی است معمولاً ضخامت چندین نقطه را مشخص کرده و میانگین آنها را منظور می‌کنند. شکل ۲۲ دو نوع ضخامت‌سنج را نشان می‌دهد.

نکته

برای اندازه‌گیری ضخامت اطراف و کناره‌های ورقه‌ها را در نظر نمی‌گیرند.



شکل ۲۲- انواع ضخامت‌سنج فیلم خشک رنگ (غیرتخریبی)

کدام روش اندازه‌گیری ضخامت خشک رنگ بیشتر کاربرد دارد؟ علت را بیان کنید.

پرسش ۱۳





تعیین چسبندگی فیلم خشک به روش برش متقاطع یا صلیبی

مواد و وسایل مورد نیاز	
تعدادی ورقه فلزی پوشش داده شده با ضخامت‌های متفاوت	چسب استاندارد پرماسل ۹۹
برش مخصوص	کاتر مخصوص یک و دو میلی متری

روش آزمایش :

- ۱ ورقه پوشش داده شده، به ضخامت فیلم خشک حداکثر ۵۰ میکرون را انتخاب کنید.
- ۲ مطابق شکل ۲۳، بر روی ورقه با کاتر مخصوص^۱ یک میلی متری دو بار به صورت عمود بر هم خراش ایجاد کنید تا ۲۵ مربع یک میلی متری ایجاد شود.
- ۳ برس مربوط دستگاه را به آرامی بر روی خراش‌ها بکشید، سپس چسب نواری مخصوص را بر روی مربع‌های تشکیل شده قرار دهید. طول چسب را حدود ۷ سانتی متر در نظر بگیرید، سپس با پاک کن حدود ۳۰ ثانیه بر روی چسب مالش دهید.
- ۴ حداکثر ۲ دقیقه بعد یک طرف نوار را برگردانید و به حالت موازی با سطح ورقه، آن را از خراش‌ها جدا کنید. مقدار رنگ جدا شده از سطح (که به چسب چسبیده است) کاهش چسبندگی را نشان می‌دهد.
- ۵ نتایج آزمون چسبندگی را مطابق استاندارد ASTM D-۳۳۵۹ و بر اساس جدول ۶ بررسی نمایید و گزارش کنید.



شکل ۲۳- مراحل انجام آزمایش چسبندگی به روش صلیبی

چسبندگی مطلوب ۵B است و به طور معمول چسبندگی کمتر از ۴B در بسیاری از استانداردها مورد پذیرفته نمی‌شود.



جدول ۶- نتایج آزمایش چسبندگی رنگ بر اساس استاندارد ASTM-۳۳۵۹

Classification	% of Area Removed	Surface of Cross-cut Area From Which Flaking has Occurred for 6 Parallel Cuts & Adhesion range by %
5B	0% None	
4B	Less than 5%	
3B	5 - 15%	
2B	15 - 35%	
1B	35 - 65%	
0B	Greater than 65%	



اندازه‌گیری سختی فیلم خشک رنگ

مواد و وسایل مورد نیاز	
چند ورقه فلزی رنگ شده با ضخامت‌های متفاوت	مدادهای مخصوص با سختی متفاوت

روش آزمایش:

ساده‌ترین روش اندازه‌گیری سختی فیلم خشک استفاده از مدادهایی است که سختی آنها از ۶H به ۴B کاهش می‌یابد. انجام آزمون بدین‌گونه است که مدادهای مختلف به‌صورت جداگانه روی سطح فیلم کشیده می‌شوند. این کار تا زمانی ادامه می‌یابد که یکی از مدادها بتواند خط سیاهی روی فیلم رنگ ایجاد کند. سختی مداد مورد استفاده، نشان‌دهنده سختی فیلم است (شکل ۲۴-الف).

روش دیگری که برای تعیین سختی فیلم خشک رنگ در آزمایشگاه‌های مجهز به کار می‌رود، استفاده از آونگ‌های مخصوص است. در این روش سختی رنگ با استفاده از خاصیت تلف شدن انرژی در اثر نوسان آونگ مشخص می‌شود (شکل ۲۴-ب).



ب) سختی‌سنج پاندولی



الف) سختی‌سنج مدادی

شکل ۲۴- دو نوع سختی‌سنج فیلم خشک رنگ

- ۱ هدف از انجام عملیات آبکاری چیست؟ ۵ مورد را با ذکر مثال برای هر کدام بنویسید.
- ۲ قسمت‌های مختلف یک دستگاه آبکاری را نام ببرید.
- ۳ نقش‌های آند در آبکاری را نام ببرید و در مورد هر کدام توضیح دهید.
- ۴ چگونه می‌توان یک قطعه نارسا را به روش آبکاری پوشش داد؟
- ۵ شدت جریان حد را تعریف کنید. اگر در یک عملیات آبکاری شدت جریان اعمال شده برابر یا بیشتر از جریان حد باشد، کیفیت پوشش به دست آمده چگونه خواهد بود؟
- ۶ اجزای تشکیل دهنده یک حمام آبکاری را نام ببرید.
- ۷ انواع عملیات آماده‌سازی را نام ببرید.
- ۸ علت انجام عملیات اسیدشویی را توضیح دهید.
- ۹ نقش یون‌های کلر در آبکاری نیکل را بنویسید.
- ۱۰ از یک محلول نقره‌نیترات جریان ۰/۵ آمپر به مدت ۳۰ دقیقه عبور می‌کند. در صورتی که بازده کاتد صد درصد باشد، چند گرم نقره در کاتد رسوب می‌کند؟ جرم اتمی نقره ۱۰۸ است.
- ۱۱ در یک تانک آبکاری روی، کل مساحت پوششی ۱/۵ متر مربع و متوسط ضخامت پوشش ۲۵ میکرون است. اگر شدت جریان در مدت ۱۵ دقیقه به طور متوسط ۱۰۰۰ آمپر باشد، بازده کاتد را به دست آورید.
- جرم اتمی روی ۶۵ و چگالی آن ۷/۱۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.
- ۱۲ در آبکاری مس جریان ۱۵ آمپر از داخل محلول مس سولفات عبور می‌کند و مس بر روی قطعه کار که مساحت مجموع آنها ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع است، می‌نشیند. اگر بازده کاتد صد درصد باشد، چه مدت باید عملیات آبکاری را ادامه داد تا ضخامت پوشش ۵ μm شود؟ جرم اتمی مس ۶۳/۵ و چگالی آن $\frac{g}{cm^3}$ ۸/۹۳ است.
- ۱۳ هر یک از واژه‌های زیر را توضیح دهید:
 الف) کفی ب) براقی پ) نرمکن ت) حکاکی شیمیایی
- ۱۴ در یک آبکاری، قطعه‌ای به مساحت یک مترمربع توسط روی پوشش داده شده است. اگر ضخامت متوسط پوشش ۲۰ میکرون باشد، چند گرم فلز بر روی سطح قطعه نشسته است؟ چگالی روی $\frac{g}{cm^3}$ ۷/۱۴ است.
- ۱۵ پتانسیل کاهش کروم در محلول ۰/۰۰۱ مولار حاوی یون‌های Cr^{3+} چند ولت است.
- ۱۶ اگر اجرای رنگ رویه (به هر دلیل) پس از یک سال از اجرای لایه آستری (ضد زنگ) صورت گیرد، چه کارهایی جهت چسبندگی بهتر آن باید انجام داد؟
- ۱۷ آثار موج یا غیریکنواخت بودن رنگ به هنگام رنگ‌آمیزی در منزل چگونه تشخیص داده می‌شود؟
- ۱۸ پنج مورد از نشانه‌های فساد رنگ را نام ببرید.
- ۱۹ آزمایش‌های عمومی برای رنگ‌های مختلف کدام‌اند؟
- ۲۰ در ارزیابی رنگ‌ها معمولاً تأثیرات محیط بر روی آنها مورد توجه قرار می‌گیرد. چند مورد را نام ببرید که تأثیر رنگ بر محیط نیز باید بررسی شود..

ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع پوششی

<p>شرح کار:</p> <p>چگونگی استفاده تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد.</p> <p>هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند. پس از انجام کار، وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>آماده سازی قطعه و پوشش دهی به روش آبکاری و رنگ طبق دستور کار</p>			
<p>شاخص ها:</p> <p>■ رعایت مسائل ایمنی حین کار</p> <p>■ انجام کار طبق دستور کار</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</p> <p>شرایط مکان: کارگاه</p> <p>شرایط دستگاه: آزمایشگاه آماده به کار</p> <p>زمان: یک جلسه آموزشی</p> <p>ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، تجهیزات کارگاهی - وان آبکاری - لوازم آزمایش های رنگ (گریندومتر - ضخامت سنج - ...)</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی قطعه پیش از پوشش	۱	
۲	آبکاری قطعات	۲	
۳	پوشش دهی با اعمال رنگ	۲	
۴			
<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی</p> <p>۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه ای ۲- مدیریت منابع</p> <p>۳- محاسبه و کار بست ریاضی</p> <p>۵- مستند سازی: گزارش نویسی</p>			
<p>میانگین نمرات</p>			
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			



پودمان چهارم

عملیات در صنایع کشاورزی، بهداشتی و دارویی



آدمی برای آسایش خود نه تنها به غذای مناسب محتاج است بلکه باید از بهداشت و سلامت کامل نیز برخوردار باشد.

واحد یادگیری ۴

انجام عملیات در صنایع کشاورزی، بهداشتی و دارویی

مقدمه

بشر برای زنده نگه داشتن خود از محصولات که از خاک حاصل می شود، استفاده می کند. تقویت خاک توسط مواد معدنی، آلی یا زیستی انجام می شود. این کار باعث افزایش حاصلخیزی خاک و عملکرد بهتر آن می شود. در سیر تحول زندگی و گذر از دوره صنعتی، به مرور شوینده ها مورد توجه صنعتگران و تولیدکنندگان قرار گرفتند و تولید مواد شوینده با پشتوانه علمی، روزبه روز مسیر تکاملی خود را طی کرد. در این فرایند تکاملی علاوه بر نظافت، به مقوله زیبایی، صرفه جویی، افزایش قدرت پاک کنندگی و بهداشت فردی نیز توجه ویژه شده است. دارو از مهم ترین کالاها در تجارت امروزی بشر به لحاظ اثرگذاری بر سلامت انسان است. صنعت دارو به عنوان یکی از صنایع استراتژیک که نقش مهمی در سلامت و امنیت جامعه ایفا می کند، همواره مورد توجه اقتصاددانان و سیاست گذاران بوده است. در این پودمان، ابتدا معرفی انواع کود، آفت کش ها و صنایع سلولوزی مانند کاغذ آورده شده است. سپس مواد شوینده و انواع آن و در آخر هم معرفی داروها و انواع آنها همراه با فیلم آموزشی، تحقیق کنید و فعالیت های عملی قابل اجرا، نکات ایمنی و زیست محیطی مرتبط آورده شده است.

استاندارد عملکرد

تهیه چند نمونه کود، حشره کش، شوینده و محصول دارویی طبق روش کار

شایستگی های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه ای: حضور منظم و وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده بهینه از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت های گروهی - انجام کارها و وظایف محول
- ۴ مستند سازی: گزارش نویسی فعالیت های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کار بست ریاضی

شایستگی های فنی

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود:

- ۱ چند نمونه فرآورده در صنعت کشاورزی را تهیه کنند.
- ۲ برخی از شوینده های تجاری را تهیه کنند.
- ۳ چند نمونه محصولات بهداشتی دارویی را تهیه کنند.



به نظر شما، آیا گیاهان برای رشد به مواد غذایی نیاز دارند؟

بشر از روز اول خلقت برای زنده نگه داشتن خود از محصولاتی که از خاک روییده‌اند و یا حیواناتی که از محصولات روییده از خاک استفاده می‌کنند، تغذیه کرده است و همواره مهم‌ترین مسئله بشر تغذیه مناسب است. تقویت خاک توسط مواد معدنی، آلی یا زیستی که دارای عناصر غذایی مناسبی است، انجام شده و باعث بالا بردن حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد کیفی و کمی آن می‌شود. به این مواد اصطلاحاً کود گفته می‌شود (شکل ۱).

در سال ۱۸۴۱ میلادی دانشمند آلمانی به نام لیبیگ^۱ از کشور آلمان در مورد مواد غذایی مؤثر در رشد گیاهان تحقیقاتی انجام داد. در سال ۱۸۴۳ میلادی لاوز^۲ در انگلستان موفق شد تا نتیجه‌ای را که فون^۳ از حل کردن استخوان‌های حیوانات در سولفوریک اسید برای تهیه کود شیمیایی به دست آورده بود را بهره‌برداری کند و از همان زمان صنایع تولید کودهای شیمیایی پایه‌گذاری شد.



شکل ۱- استفاده از کود به عنوان ماده غذایی برای گیاهان

۱- Libig

۲- Lawes

۳- Fone

کودها به سه دسته شیمیایی، آلی و زیستی تقسیم‌بندی می‌شوند.

کودهای آلی

کودهای آلی مانند کود دامی یا کودهای سبز، ترکیباتی شامل یک یا چند نوع ماده آلی هستند. این نوع کودها از فاسد شدن پودر استخوان، تجزیه گیاهان و همچنین بخش‌هایی از گیاهان که خرد شده و یا ذرات کوچک آنها بر روی زمین افتاده است، به دست می‌آید. به طور کلی، هر ماده‌ای که تجزیه آن منشأ طبیعی دارد، می‌تواند گزینه مناسبی برای گنجاندن در این گروه از کودها به حساب آید. کودهای دامی (مرغی



گاوی اسبی) دارای مقادیر پایینی از عناصر معدنی هستند که امروزه به کمک روش‌هایی همراه با پوساندن کود، میزان شوری و بازی (قلیایی) بودن آن را پایین می‌آورند و آن را با عناصر معدنی غنی‌سازی می‌کنند و یا به کمک نوعی کرم به ورمی کمپوست^۱ تبدیل می‌کنند (شکل ۲).

شکل ۲- نمونه‌ای از ورمی کمپوست

درصد مواد غذایی کود حیوانی و کیفیت فیزیکی آن به عواملی مانند نوع حیوان، میزان پوسیدگی کود، تغذیه دام، مقدار بذر علف‌های هرز، لارو و تخم حشرات، شن و خاک بستگی دارد. نمونه‌ای از کود حیوانی گاوی در شکل ۳ نشان داده شده است. در مورد کودهای سبز نیز که حاصل پوساندن بقایای سبز باغ‌ها و مزارع است، فرایندی



مشابه صورت می‌گیرد. این نوع کودها مواد آلی و هموس^۲ (هیومیک اسید) خاک را بالا می‌برند و ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهند، که این امر در مواقع کم‌آبی کمک شایانی خواهد کرد. همچنین نفوذپذیری آب در خاک را بهبود می‌بخشد و باعث افزایش ریزجانداران و افزایش فعالیت زیست‌شناختی خاک می‌شود.

شکل ۳- نمونه‌ای از کود حیوانی

۱- Vermicompost

۲- Humus

کود سبز عملاً مواد غذایی به خاک اضافه نمی‌کند، بلکه آنچه را که طی رشد خود از خاک جذب و ذخیره کرده است، به خاک بر می‌گرداند. در صورتی که از گیاهان تیره به عنوان کود سبز استفاده شود تمام ازت تثبیت شده را به خاک بر می‌گرداند.

تحقیق کنید
۱



هموس چیست؟ چه ویژگی‌هایی دارد؟ مزایای استفاده از آن چیست؟

کمپوست: به محصولات حاصل از تجزیه ضایعات و پسماندهای آلی مانند بقایای گیاهی، حیوانی یا زباله‌های شهری کمپوست می‌گویند. کمپوست کردن زباله زیست تخریب‌پذیر خانگی، علاوه بر کاهش تولید زباله، روشی آسان برای تولید کودی آلی و بی‌هزینه برای مصارف خانگی (گلدان‌ها و باغچه‌ها) است. همچنین کمپوست خانگی کمک می‌کند از آلودگی‌ها و سموم کمپوست‌های تجاری نیز خلاص شوید. همان‌طور که باکتری‌های مفید در روده انسان به هضم و جذب مواد غذایی کمک می‌کنند، کمپوست نیز در خاک گیاهان چنین نقشی دارد و کیفیت رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد.

هر ماده آلی طبیعی در نهایت تجزیه خواهد شد، اما، در روند کمپوست شدن، به دلیل وجود باکتری‌ها و سایر ریزجانداران تجزیه‌کننده، سرعت تجزیه مواد بیشتر خواهد بود. ریزجاندارهای تجزیه‌کننده شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، کرم‌ها و حشرات جونده است. چهار عامل کلیدی در تهیه کمپوست خانگی عبارت‌اند از: نیتروژن، کربن، رطوبت و اکسیژن.

تهیه کمپوست خانگی: مهم‌ترین هدف از تهیه کمپوست خانگی دستیابی به کیفیت مناسب است. شکل ۴ نمونه‌ای از مواد مورد استفاده در کود خانگی را نشان می‌دهد. برای کاهش خطر ابتلا به مواد خطرناک و شیمیایی مضر از ریختن زباله‌های برقی، مدفوع حیوانات، گیاهان آفت‌زده و بیمار، مواد گوشتی و لبنی و محصولات دیگر حیوانی، روغن و چربی، خاکستر زغال یا زغال چوب، کاغذ چاپ شده و هر ماده‌ای که به سموم آلوده باشد، در ظرف کمپوست خانگی خودداری کنید.



شکل ۴- تهیه کود گیاهی در خانه با استفاده از پسماندهای غذایی



تهیه کمپوست خانگی

روش کار:

- ۱ محلی خشک، سایه‌دار و نزدیک به آب را برای قرار دادن مخزن کمپوست خود انتخاب کنید. مخزن کمپوست مطابق شکل، باید دریچه‌های مناسب برای گردش هوا داشته باشد.
- ۲ پسماندهای قهوه‌ای‌رنگ و سبزرنگ را جمع‌آوری کنید و مواد درشت را ریز کنید. برای مثال پوست تخم‌مرغ، برگ کاهو، هویج‌های پلاسیده را می‌توانید استفاده کنید.
- ۳ مخزن کمپوست خود را با پسماندهای سبز مثل چمن، پوست میوه‌ها و ضایعات قهوه‌ای‌رنگ و دارای کربن مثل برگ‌های مرده و شاخه‌های ریز و کمی آب پر کنید.
- ۴ پس از هر بار اضافه کردن مواد به ظرف، کمی آن را مرطوب کنید. میوه‌ها و سبزیجات را در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری قرار دهید تا بپوسند. برای هوادهی بهتر، هر چند روز یک بار مواد داخل مخزن را زیرورو کنید.
- ۵ بهتر است در ظرف کمپوست خانگی را ببندند. زمانی که رنگ مواد قهوه‌ای تیره شود، کمپوست خانگی شما قابل استفاده خواهد بود. این فرایند بین ۲ ماه تا ۲ سال طول می‌کشد. این مراحل در شکل نشان داده شده است.



نمونه‌های مخزن مناسب برای تهیه کمپوست خانگی



مراحل تهیه کود آلی کمپوست

کودهای زیستی: کودهای زیستی^۱ به موادی گفته می‌شود که دارای تعداد کافی از یک یا چند گونه از ریزاندامگان‌های (میکروارگانیسم‌های) سودمند خاکری هستند. این کودها دارای ریزاندامگانی هستند که قادرند عناصر غذایی خاک را در یک فرایند زیستی، به مواد مغذی همچون ویتامین‌ها و دیگر مواد معدنی تبدیل کنند و به ریشه خاک برسانند. ورمی‌کمپوست‌ها جزء این گروه از کودها هستند. مصرف کودهای زیستی کم هزینه‌تر هستند و در زیست‌بوم^۲ یا به عبارتی شرایط طبیعی محیط در یک منطقه که زندگی تمام گیاهان، حیوانات و سایر موجودات طبق آن شرایط به‌وجود آمده، آلودگی به‌وجود نمی‌آورد.

کودهای شیمیایی: کودهای شیمیایی که حاوی ترکیبات معدنی هستند، برحسب اینکه چه عنصری را به خاک تغذیه می‌کنند، به کودهای فسفاتی، نیتروژنی (ازت‌دار)، پتاسیمی (پتاسیم‌دار) و کودهای کامل دسته‌بندی می‌شوند، که در ادامه به آن پرداخته شده است. نمونه‌ای از آنها در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- نمونه‌ای از کود شیمیایی

کود نیتروژنی: در ابتدای قرن نوزدهم پژوهشگران متوجه شدند تغذیه خاک با ترکیبات نیتروژن‌دار در رشد غلات و نباتات مؤثر است. اولین بار از سدیم‌نیترات به عنوان کود نیتروژنی استفاده شد. سپس با استفاده از آمونیاک حاصل از گازهای صنایع کک‌سازی، آمونیوم‌سولفات ساخته شد. در حال حاضر از موادی نظیر آمونیوم‌سولفات، کلسیم‌نیترات، سدیم‌نیترات، اوره و آمونیوم‌نیترات به عنوان کود استفاده می‌شود.

۱- Biologic

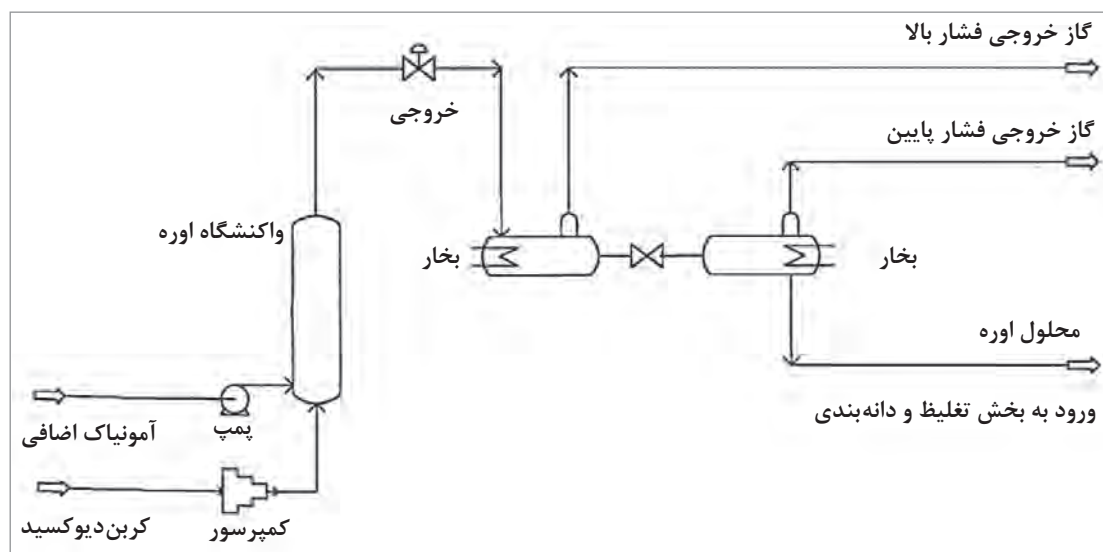
۲- Ecosystem



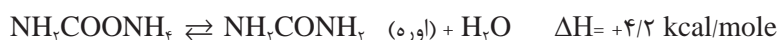
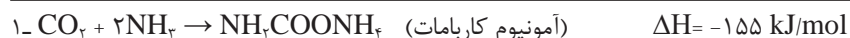
فرایند تولید اوره نیتروژنی: اوره رایج‌ترین کود در ایران است که به نام کود شکری یا کود سفید معروف است (شکل ۶). از اوره در محلول‌پاشی برگ گیاهان نیز استفاده می‌شود. این کود برای انواع گیاهان زینتی، باغ‌ها، صیفی‌جات، مزارع و زمین‌های چمن قابل استفاده است.

شکل ۶- اوره

خوراک مصرفی واحد تولید اوره، شامل گازهای کربن دیوکسید و آمونیاک است. با انجام واکنش شیمیایی، ترکیب آمونیوم کاربامات^۱ حاصل می‌شود. آمونیوم کاربامات تولیدی به واکنشگاه واحد اوره ارسال می‌شود تا ترکیب فوق به اوره و آب تجزیه شود. به دلیل اینکه غلظت اوره تولیدی پایین است، عملیات تغلیظ محلول اوره در چند مرحله انجام می‌شود و غلظت محلول اوره به بیش از ۹۸ درصد افزایش می‌یابد. محلول اوره تغلیظ‌شده برای دانه‌بندی به برج پرل^۲ ارسال می‌شود و در این قسمت محلول اوره مذاب به اوره جامد (پرل) تبدیل می‌شود. اوره تولیدی برای تنظیم دانه‌بندی به قسمت غربال هدایت می‌شود و اوره با اندازه مشخص، به عنوان محصول نهایی وارد بخش خنک‌سازی می‌شود و پس از سردسازی به انبار ارسال می‌شود. دانه‌های اوره با اندازه‌های نامطلوب پس از خرد شدن و طی مراحل مختلف، دوباره به فرایند تولید برگشت داده می‌شود. فرایند تولید اوره در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- فرایند تولید اوره



۲- Prill



علائم کمبود نیتروژن در گیاه چیست؟

کودهای فسفاتی: فسفر یکی از عناصری است که به مقدار زیاد مورد نیاز درختان میوه است. غالباً درصد فسفر کودهای شیمیایی را به صورت درصد فسفر اکسید ذکر می کنند. فسفر در خاک به صورت سنگ فسفات مطابق شکل ۸، خاک فسفات و ترکیبات آلی فسفات وجود دارد. در قدیم تنها از استخوان های حیوانات به عنوان ذخیره فسفات برای گیاهان استفاده می کردند. برای اولین بار در سال ۱۸۴۱ از اختلاط سولفوریک اسید با سنگ فسفات مخلوطی به دست آمد که سوپرفسفات نامیده شد و در سال ۱۸۴۳ این ماده در مقیاس صنعتی تولید شد.

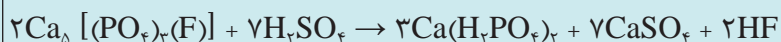


شکل ۸- سنگ معدن فسفات



ساخت کودهای سوپر فسفاتی

الف) سوپرفسفات: ساخت این کود بر اساس واکنش بین کانی آباتیتی $Ca_5[(PO_4)_3(F)]$ و سولفوریک اسید انجام می گیرد:



از کودهای مورد مصرف در گروه فسفات ها می توان کودهای دی آمونیوم فسفات $(NH_4)_2HPO_4$ و مونو آمونیوم فسفات $(NH_4)H_2PO_4$ ، پلی فسفات آمونیوم $(NH_4)_nPO_3(OH)_2$ و سوپر فسفات تریپل $(Ca(H_2PO_4)_2)$ را نام برد.

فرایند تولید دی آمونیوم فسفات: دی آمونیوم فسفات از بهترین کودهای شیمیایی فسفات دار است. این ماده در دمای بالای ۸۰ درجه سلسیوس تجزیه می شود. برای تهیه دی آمونیوم فسفات از فسفریک اسید و آمونیاک استفاده می شود. فسفریک اسید از سنگ فسفات، و آمونیاک از گاز سنتز^۱ تهیه می شود. آمونیاک و فسفریک اسید رقیق در واکنشگاه، واکنش گرمازا انجام می دهند. دی آمونیوم فسفات تشکیل شده همراه با آب وارد دستگاه دانه ساز^۲ شده و به شکل دانه های ریز مرطوب خارج می شود. پس از آن، در خشک کن با هوای داغ گرم می شود و به صورت دانه هایی در اندازه ۲ الی ۳ میلی متر تبدیل می شود. سپس توسط کولر سرد و در آخر بسته بندی می شود (شکل ۹).



شکل ۹- فرایند تولید دی آمونیوم فسفات

کودهای پتاسیمی: پتاسیم یکی از عناصری است که در رشد غلات و گیاهان اهمیت خاصی دارد. نیاز خاک به پتاسیم بیشتر در خاک های اسیدی و خاک های شنی دیده می شود. پتاسیم بخش کوچکی از عناصر و محتویات گیاهی را تشکیل می دهد ولی در فرایندهای متعدد زیستی رشد گیاه نقش کلیدی دارد. از تولید پروتئین گرفته تا تعادل و پیوستگی آب در گیاه به میزان پتاسیم آن بستگی دارد. کاهش پتاسیم موجب

۱- Synthesis Gas: (سوخت گازی حاوی هیدروژن، کربن مونوکسید و کربن دیوکسید است).

۲- Granulator

کمبود رشد گیاه و یا زردی و سوختگی انتهای برگ می‌شود. همچنان که پتاسیم در گیاه جریان دارد علائم کمبود ابتدا در برگ‌های پیر ظاهر می‌شود. از دیگر علائم کمبود پتاسیم در گیاه کاهش استحکام ساقه گیاه است که مشکلات بعدی را در حمل و نقل مواد به وجود می‌آورد و همچنین موجب کمبود مقاومت گیاه در برابر بیماری می‌شود.

اغلب کودهای پتاسیمی در آب محلول هستند. از ترکیبات کودهای پتاسیمی می‌توان به پتاسیم کلرید، پتاسیم سولفات و پتاسیم نیترات اشاره کرد. کودهای پتاسیمی از استخراج رسوبات طبیعی و تغلیظ آنها از روش‌های مختلف حاصل می‌شود. پتاسیم سولفات به دلیل فراوانی در طبیعت و ارزان بودن نسبت به کودهای دیگر برای تغذیه گیاه ترجیح داده می‌شود. برای غلاتی مانند ذرت، چغندر قند، سویا، گندم و پنبه از این کود استفاده می‌شود که به دلیل خواص نزدیک با پتاسیم کلرید، جایگزین بسیار خوبی برای آن است.



کودهای کامل: با گذشت زمان و استفاده وسیع کودهای شیمیایی، خاک‌های مختلف طبقه‌بندی و نیاز به عناصر مغذی خاک مشخص شد و بدین ترتیب استفاده از کودهای کامل که نیاز تغذیه‌ای خاک‌های مختلف را تأمین کند، متداول گردید. در کودهای کامل یا مرکب مجموع عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم با نسبت استاندارد وجود دارد که اصطلاحاً به آن NPK گفته می‌شود (شکل ۱۰).

فرایند تولید کود کامل به صورت جامد شامل یک فرایند اختلاط و گرانول سازی است.

نکته



شکل ۱۰- کود کامل (NPK) بسته بندی شده

مزایای استفاده از کود شیمیایی کامل چیست؟

پرسش ۱



فعالیت عملی ۲



تهیه کود کامل

مواد و وسایل مورد نیاز:

آمونیم سولفات، پتاسیم سولفات و آمونیم فسفات، آسیاب یا هاون، بشر، همزن، ترازو

روش کار:

۱ نمک‌های آمونیم سولفات، پتاسیم سولفات و آمونیم فسفات را توسط آسیاب به ذرات ریز تبدیل کنید.

۲ مواد با نسبت‌های یکسان، وزن شود.

۳ مواد را درون بشر مناسب با یکدیگر به طور کامل مخلوط کنید.



تصویرهای زیر مزارع تولید خیار را نشان می دهد. به نظر شما اختلاف این دو تصویر به چه علت است.



سلامت و بهبود رشد گیاهان به طور مستقیم مورد توجه افرادی است که به کاشت گیاهان و تهیه فراورده های گیاهی اشتغال دارند و به طور غیرمستقیم در زندگی همه انسان ها نقش دارد. میزان رشد و باروری گیاهان به عوامل محیطی از قبیل آب، خاک، نور و گرما و ایمنی آنها در مقابل عوامل نامساعد، بستگی دارد. تقریباً یک سوم مواد غذایی جهان توسط آفات از بین می روند. در چنین شرایطی بدیهی است کنترل آفات برای آینده کشاورزی حیاتی است.

آفت چیست؟

آفت و بیماری در گیاهان عبارت است از هرگونه اختلالی که توسط موجود زنده بیماری زا یا عوامل محیطی در عملیات تولید، انتقال، استفاده از مواد غذایی، مواد معدنی و آب روی می دهد و باعث تغییرات ظاهری و کاهش میزان محصول می شود. عمل فیزیولوژیکی گیاه که تحت تأثیر عوامل بیماری زا قرار می گیرد، به نوع و محل بافت آسیب دیده بستگی دارد. امراض ریشه باعث اختلال در جذب آب و مواد معدنی خاک می گردد. امراض آوندهای چوبی باعث اختلال در انتقال آب و مواد دیگر به سایر بخش ها می شود. امراض گل ها و میوه ها باعث اختلال در تولید مثل و یا ذخیره مواد غذایی جدید برای گیاه می شود.

آفت کش ها

آفت کش ها ترکیبات مصنوعی یا طبیعی هستند که برای جلوگیری، از بین بردن، دور کردن و کاهش آفات مانند حشرات (شکل ۱۱) مورد استفاده قرار می گیرند. کاربرد آفت کش ها در کشاورزی کنترل شیمیایی خوانده می شود.



شکل ۱۱- نمونه ای از آفت کش

بیشتر بدانید



گیاه شوکران

استفاده از آفت‌کش‌ها سابقه طولانی در تاریخ تکاملی زندگی بشر دارد و محدود به زندگی کنونی نیست. مصریان قدیم ۱۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح از عصاره گیاهانی نظیر شوکران برای مبارزه با آفات استفاده می‌کردند. در سال ۱۹۳۹ پل مولر^۱، شیمی‌دان سوئسی، به خواص حشره‌کشی ددت پی برد که این نوآوری جایزه نوبل را به همراه داشت.

در مورد ددت، خواص، خطرات استفاده از آن برای انسان‌ها و محیط‌زیست تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید

۳



برهم‌کنش بین نیازهای کشاورزی، حفاظت از محیط‌زیست و نگرانی‌های موجود در زمینه بهداشت انسان که در مثلث شکل ۱۲ نشان داده شده، امری است پیچیده، که روش‌های کنترل آفات به‌عنوان عامل تأثیرگذار بر آنها باید مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۱۲- الگوی اساسی استفاده از روش‌های کنترل آفات

آفت‌کش ماده شیمیایی نسبتاً خالصی است که حاوی ۹۵ تا ۱۰۰ درصد ماده مؤثر است. در بیشتر موارد ماده مؤثر را نمی‌توان مستقیماً بر ضد آفات به کار برد و باید به‌منظور استفاده عملی از نظر انبار کردن، حمل و نقل، کاربرد، نفوذپذیری، پایداری و بهداشتی عملیات رقیق‌سازی انجام شود.

۱- Paul Muller

در تهیه آفت کش ها می توان از مایع غلیظ امولسیون شونده^۱ که یک محلول غلیظ روغنی حاوی ماده مؤثر آفت کش است، استفاده کرد. مایع امولسیون شونده به راحتی با آب مخلوط شده و به صورت ذرات روغنی معلق در آب در می آید. در تهیه محلول های رقیق آفت کش از مواد کمکی، مانند پخش کننده، چسباننده و ضد کف استفاده می شود.

فعالیت عملی ۳



تهیه آفت کش خانگی

مواد و وسایل مورد نیاز: مایع ظرف شویی، روغن مایع خوراکی، بشر، قاشق غذاخوری، فنجان، استوانه مدرج، همزن

روش کار:

- ۱ یک قاشق غذاخوری مایع ظرف شویی را با یک فنجان روغن پخت و پز در یک کاسه مخلوط کنید و ۱۲ میلی لیتر از این ترکیب را به یک فنجان آب اضافه کنید و آن را به خوبی مخلوط کنید.
- ۲ آفت کش را روی قسمت کوچکی از گیاه که آلوده شده است اسپری کنید و به مدت یک روز آن را تحت نظر داشته باشید، اگر پژمرده نشد یا تغییر رنگ نداد، بی خطر است.
- ۳ هر سه روز یک بار آفت کش را روی گیاه اسپری کنید و این کار را به مدت ۲ هفته انجام دهید تا اطمینان حاصل شود که آلودگی از بین رفته است.



نکته ایمنی



از پاشش آفت کش ها به صورت و چشم خودداری شود.



مقدار زیادی از آفت کش ها همه ساله به محیط زیست راه پیدا می کنند. آفت کش ها می توانند در آب حل شوند و یا به صورت معلق در آب در آیند و در مسافت طولانی جابه جا گردند، با توجه به سمیت آفت کش ها، مصرف آنها محدود گردد.

نکته
زیست محیطی



خطرات و زیان های آفت کش ها برای انسان و محیط زیست چیست؟

تحقیق کنید
۴



سلولوز

جزء اصلی دیواره و بدنه گیاهان را سلولوز تشکیل می دهد. سلولوز یک پلی ساکارید است که از هزاران مولکول گلوکوز تشکیل شده است. اولین بار در حدود ۲۰۰ سال پیش دانشمندان به خواص مفید سلولوز برای استفاده در دیگر صنعت ها پی بردند. سلولوز به واسطه اینکه در رشته های پنبه ای وجود دارد، از آن برای تولید پوشاک سلولوزی استفاده می شود. همچنین کاربرد دیگر سلولوز در صنعت پزشکی است. ساخت مواد منفجره، پلاستیک، رنگ سازی و غیره از دیگر موارد کاربرد سلولوز است. شکل ۱۳ چند نمونه کاربرد الیاف سلولوزی را نشان می دهد.

از دیگر انواع محصولات سلولوزی لوازم بهداشتی هستند. از ماده سلولوز برای تولید موارد بهداشتی مانند دستمال کاغذی و پنبه های بهداشتی استفاده می شود. تا چند سال پیش، ایران جز واردکنندگان این صنعت بود ولی با گسترش فناوری، ایران نیز جزو کشورهای تولیدکننده و صادرکننده این محصولات شده است. از دیگر کاربردهای سلولوز کاربرد آن در تولید صنایع کاغذی و مقوایی است.



شکل ۱۳- نمونه‌هایی از کاربردهای الیاف سلولوزی

کاغذ

کاغذ در اصطلاح علمی عبارت است از تراکم الیاف سلولوزی که به‌طور نامنظم داخل یکدیگر هستند و یک ماده فشرده را تولید می‌کند. این ماده از خمیرکتان، پنبه، کنف، چوب یا ضایعات کشاورزی ساخته می‌شود. مصریان باستان اولین مردمانی بودند که از نوعی نی شبیه بامبو به نام پاپیروس صفحاتی تهیه کردند و بر روی آن می‌نوشتند (شکل ۱۴). در ایران صنعت کاغذسازی از قرن هفتم هجری به بعد در شکل ابتدایی آن وجود داشته و گسترش یافته است.



شکل ۱۴- قدیمی‌ترین کاغذ کشف شده در مصر از جنس پاپیروس

تولید کاغذ: الیاف سلولوزی در چوب، ماده اصلی تولید کاغذ است. فرایند تولید کاغذ یک فرایند مکانیکی- شیمیایی است (شکل ۱۵). پس از قطع درختان و کندن پوست آنها برای تبدیل به خمیر اولیه کاغذ، درختان به تکه‌های ریز در می‌آیند. در مرحله خمیر کردن، لیگنین موجود در چوب و مقداری رزین و روغن از درخت جدا می‌شود که این کار توسط مواد شیمیایی نظیر سدیم هیدروکسید، سولفیت، سولفات‌ها و آب داغ انجام می‌شود. در این مرحله خمیر قهوه‌ای رنگی حاصل می‌شود که از آن در تهیه مقوا، کارتن و یا کاغذهای



شکل ۱۵- تولید کاغذ

گاهی استفاده می‌شود. سپس شست‌وشوی قلیایی با استفاده از محلول ۳ درصد سود دوباره صورت گرفته تا جداسازی لیگنین و کاهش رنگ خمیر انجام پذیرد. برای رنگ‌زدایی و تهیه کاغذ سفید، از کلر زنی و ترکیبات کلردیوکسید، هیدروژن پراکسید، ازون به خمیر استفاده می‌شود تا لیگنین از بین رفته و باقی‌مانده آن در خمیر سفید شود.

شایان ذکر است در مراحل مختلف آماده‌سازی خمیر برای ورود به ماشین کاغذسازی، مواد شیمیایی متنوعی استفاده می‌شوند تا به بهبود خواص کاغذ کمک کنند. مصرف افزودنی‌ها از قبیل آلومینیم سولفات، کاربرد پلاستیک برای کاغذهای گلاسه و لیوان کاغذی ضد آب، عوامل تثبیت اندازه و آهاردهنده، پرکننده‌های معدنی، نشاسته و رنگ‌ها عمومیت دارد. در مرحله خشک کردن کاغذ، خمیر کاغذ را از دستگاه تمیزکننده و توری‌هایی که دارای سوراخ‌های ۲ تا ۳ میلی‌متری هستند، عبور می‌دهند تا قسمت عمده آب خود را از دست بدهد. بعد آن را از پرس‌های قوی عبور می‌دهند تا باقی‌مانده آب آن نیز خارج شود. سپس خمیر خشک شده از میان غلتک‌های مخصوص، عبور می‌کند و به صورت صفحات کاغذ خارج می‌شود، در نهایت توسط دستگاه برش آن را در اندازه‌های سفارش شده و مورد نیاز بازار مصرف برش می‌دهند و بسته‌بندی می‌کنند. در تولید کاغذ می‌توان از بازیافت کاغذهای باطله استفاده نمود. در این روش کاغذهای باطله خرد شده و آن قدر ریز می‌شود که بتوان آنها را در آب حل کرد. بازیافت کاغذ موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و برق می‌شود.

نمودار BFD فرایند تولید کاغذ را بر اساس توضیحات داده شده و اطلاعات سال گذشته خود رسم کنید.

پرسش ۲



فیلم آموزشی



تحقیق کنید

۵



تولید کاغذ

۱ کدام ضایعات کاغذی غیر قابل بازیافت هستند؟

۲ در مورد فرایند تولید دستمال کاغذی تحقیقی (به صورت متن و فیلم) انجام دهید و در کلاس ارائه کنید.

آلودگی در زندگی بشر همیشه همراه او بوده است. بنابراین نظافت و زدودن آلودگی از نیازهای اولیه انسان به شمار می‌رود. از جمله آلودگی‌ها می‌توان آلودگی هوا، آب، غذا، بدن و محیط زندگی را نام برد.

به نظر شما، برای نظافت کامل یک شخص، چند نوع ماده شوینده مورد نیاز است؟



بحث گروهی

۳



از جمله عوامل مؤثر در آلودگی، چربی‌ها هستند؛ به‌ویژه اگر همراه گرد و خاک باشند، موجب آلودگی خواهند شد. محل تجمع چربی‌ها، محیطی مناسب برای رشد و تکثیر میکروب‌ها و تشدید عفونت و آلودگی، ایجاد بوی ناخوشایند و در نهایت باعث شیوع بیماری‌های مختلف می‌شود.

شوینده‌ها^۱

نگاهی به تاریخ بهداشت بشر نشان از آن دارد که پیش از به‌وجود آمدن شوینده‌های جدید، نظافت در بین ملت‌ها با پیشینه تمدن طولانی وجود داشته و مورد توجه بوده است. از جمله می‌توان به مصر باستان اشاره کرد که ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد، شست‌وشوی لباس‌ها با روش مکانیکی یعنی کوبیدن با پا انجام می‌شده است. بعدها با شناخت مواد موجود در طبیعت مانند چوبک، برای نظافت لباس‌ها و خاکستر برای شست‌وشوی ظروف مورد استفاده قرار گرفت.

در مورد چرای تمیزکنندگی چوبک و خاکستر تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید

۶



گرچه از صابون به عنوان اولین ماده شوینده تغییر یافته یاد می شود، ولی اغلب عقیده بر این است که صابون ماده ای کشف شده نیست؛ بلکه ماده ای است که به تدریج تغییر یافته است. آنچه روشن است این است که ماده اولیه مورد استفاده، چربی بوده است که به تدریج از چربی حیوانی (پیه) به روغن ها و چرب کننده های صنعتی (اسیدهای چرب)، تغییر یافته است.

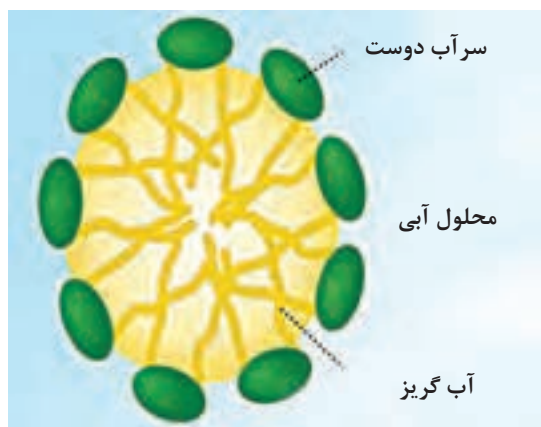
در سیر تحول زندگی و گذر از دوره کشاورزی به دوره صنعتی، به مرور شوینده ها هم مورد توجه صنعتگران و تولیدکنندگان قرار گرفته و تولید مواد شوینده با پشتوانه علمی، روزبه روز مسیر تکاملی خود را طی کرده است. در این فرایند تکاملی علاوه بر نظافت، به مقوله زیبایی، صرفه جویی، افزایش قدرت پاک کنندگی و بهداشت فردی نیز توجه ویژه شده است.

اجزای اصلی شوینده ها

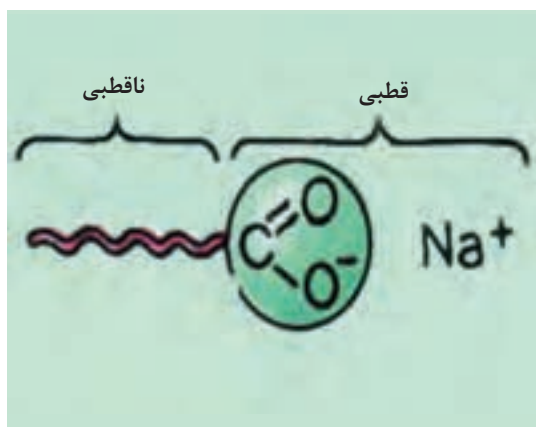
شوینده های خانگی و صنعتی دارای فرمول بندی بسیار پیچیده ای هستند و از چندین نوع ماده مختلف تشکیل شده اند که این مواد به گروه های زیر دسته بندی می شوند:

- (الف) مواد فعال کننده سطح
- (ب) سازنده ها
- (پ) عوامل رنگ بر یا سفیدکننده
- (ت) عوامل کمکی

الف) مواد فعال کننده سطح: «مواد فعال کننده سطح»^۱ از مهم ترین مواد اولیه در صنایع آرایشی - بهداشتی هستند. این مواد پس از حل شدن در آب، به جمع شدن در سطح تمایل دارند. افزودن این مواد به آب باعث کاهش کشش سطحی آن می شود. مواد فعال کننده سطح دارای یک سر قطبی یا بخش آب دوست^۲، و یک سر (دم) ناقطبی یا بخش آب گریز^۳ (اغلب یک زنجیر بلند آلکیل) هستند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- ب) مولکول های ماده فعال کننده سطح در محلول آبی

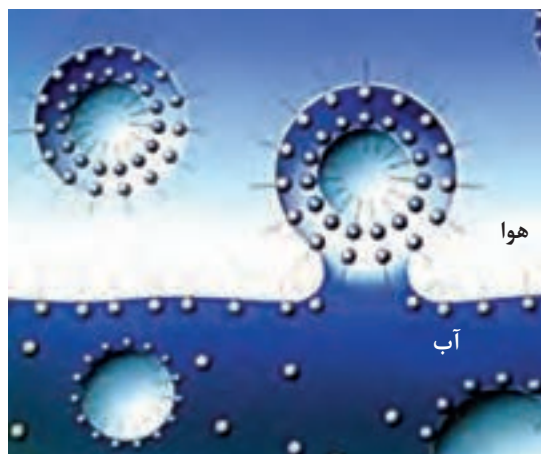


شکل ۱۶- الف) سرهای قطبی و ناقطبی در مولکول ماده فعال کننده سطح

۱- Surfactant: Surface Active Agents

۲- Head: Hydrophilic

۳- Tail: Hydrophobic



در اثر ورود هوا به آب حاوی مواد فعال کننده سطح (از طریق دمیدن یا هم زدن)، بخش قطبی مولکول به طرف آب و سر ناقطبی آن به طرف هوا (حفره گازی) قرار می گیرد و با حرکت آن به سطح، کف تشکیل می شود. (شکل ۱۷)

شکل ۱۷- ایجاد کف در آب حاوی مواد فعال کننده سطح

مولکول های آب دوست در شیمی و زیست شناسی کاربرد فراوانی دارند. مولکول های آب دوست علاوه بر تمایل به حل شدن در آب، قابلیت حل شدن در هر حلال قطبی دیگر را نیز دارند. مولکول های آب دوست به دلیل قطبی بودن به آسانی در آب و دیگر مولکول های قطبی، حل می شوند، ولی از حل شدن در انواع چربی ها و روغن ها و هر مولکول آب گریزی سر باز می زنند. خاصیت آب گریزی از جمله خصوصیات فیزیکی برخی مواد دیگر است. مواد آب گریز به دلیل خواص ناقطبی خود اجازه پخش شدن یا جذب شدن آب روی سطح را نمی دهند، از این رو موجب قطره ای شدن و سر خوردن قطرات آب می شوند (شکل ۱۸).



ب

الف

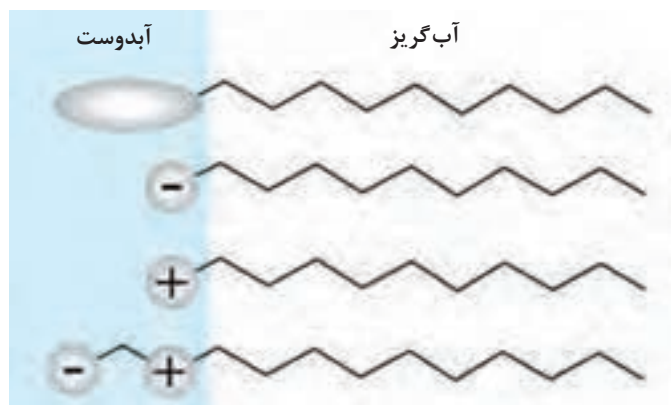
شکل ۱۸- سطح آب گریز: الف) مصنوعی، ب) طبیعی

مولکول های آب دوست و آب گریز را با یکدیگر مقایسه کنید.

تحقیق کنید
۷



یک ماده فعال سطحی می تواند با توجه به بار الکتریکی موجود در قسمت حامل زنجیر مولکول، پس از حل شدن در محلول آبی، در یکی از چهار طبقه زیر قرار گیرد (شکل ۱۹):



- ۱ مواد فعال کننده سطح آنیونی
- ۲ مواد فعال کننده سطح کاتیونی
- ۳ مواد فعال کننده سطح غیر یونی
- ۴ مواد فعال کننده سطح آمفوتری

شکل ۱۹- انواع مواد فعال کننده سطح

مواد فعال کننده سطح با دارا بودن تعداد شاخه های کمتر در زنجیرهای آلکیل به طور کلی تأثیرات شویندگی بهتری نشان می دهند، اما خصوصیات خیس کنندگی آنها به طور نسبی ضعیف است؛ در صورتی که مواد فعال کننده سطح با شاخه های بیشتر در قسمت زنجیر آلکیل، خصوصیت خیس کنندگی خوبی دارند، اما قدرت شویندگی آنها ضعیف است.

یک ماده فعال کننده سطح مناسب برای استفاده در شوینده ها معمولاً دارای خصوصیات زیر است:

- ۱ حساسیت کم به سختی آب
- ۲ قابلیت تعلیق چرک و لکه
- ۳ حل پذیری زیاد
- ۴ قدرت ترکنندگی^۱ بالا
- ۵ رفتار زیست محیطی مطلوب

شکل ۲۰ مقایسه قدرت ترکنندگی و کشش سطحی را نشان می دهد.



قدرت ترکنندگی ضعیف، کشش سطحی زیاد، زاویه تماس بزرگ

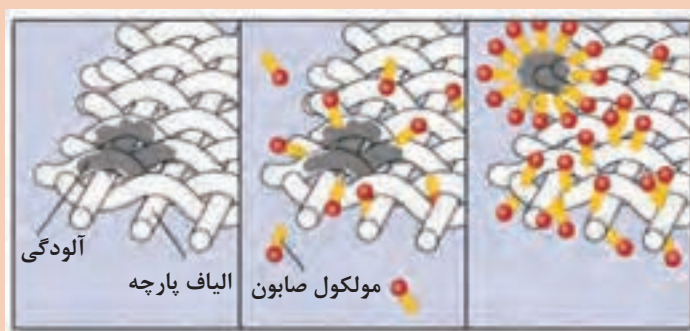
قدرت ترکنندگی خوب، کشش سطحی کم، زاویه تماس کوچک

شکل ۲۰- مقایسه قدرت ترکنندگی و کشش سطحی

۱- وقتی قطره آب روی سطحی قرار می گیرد، دو حالت پیش می آید؛ یا روی آن سطح پخش می شود و یا اینکه به شکل قطره محفوظ می ماند. اگر پخش شود، می گوئیم سطح تر شده و اگر شکل قطره محفوظ بماند، آن سطح تر نشده است. کاهش کشش سطحی آب در اثر افزودن یک ماده شوینده می تواند یک محلول غیر ترکننده را به یک محلول ترکننده تبدیل کند.



با توجه به شکل، شیوه تمیز شدن لباس از آلودگی‌ها توسط صابون را توضیح دهید.



در مورد رفتار زیست‌محیطی شوینده‌ها تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

ب) سازنده‌ها: سازنده‌های مواد شوینده، نقشی اساسی در جریان فرایند شست‌وشو ایفا می‌کنند. عملکرد آنها بیشتر باعث تقویت و نگهداری کارایی شوینده و حذف یون‌های کلسیم و منیزیم می‌شود که تا حدی از آب و بعضی اوقات از لکه‌ها و پارچه‌ها ناشی می‌شوند. این سازنده‌ها شامل چندین نوع ماده هستند:

- ۱ مواد بازی ویژه از قبیل سدیم کربنات و سدیم سیلیکات
- ۲ عوامل کمپلکس‌کننده^۱ مانند سدیم دی‌فسفات، سدیم تری‌فسفات یا نیتریلوتری‌استیک اسید^۲ (NTA)
- ۳ تبادل‌گرهای یونی شامل پلی‌کربوکسیلیک اسید^۳ محلول در آب و زئولیت‌های حل‌ناپذیر

کلمه زئولیت مشتق از دو کلمه یونانی است که با هم به معنای سنگ جوشان می‌باشد و این نام مبتنی بر این واقعیت است که در هنگام گرما دادن زئولیت، مقدار زیادی آب، به‌صورت بخار خارج می‌شود. زئولیت‌ها جامدات بلورین با سوراخ‌های ریز هستند که پیوند مولکول‌های آب در شبکه این کانی‌ها ضعیف است و در اثر دما بدون آنکه ساختار شبکه فرو ریزد، آب خود را از دست می‌دهند و این عمل به‌صورت برگشت‌پذیر انجام می‌شود. زئولیت‌ها به‌صورت شبکه بلوری شامل اکسیژن و آلومینیم یا سیلیس هستند که به‌صورت ساختاری سه بعدی درآمده‌اند. از دیدگاه شیمی دانان زئولیت ساختاری است از بسپارهای معدنی که دارای اندامی چهاروجهی هستند (شکل ۲۱).



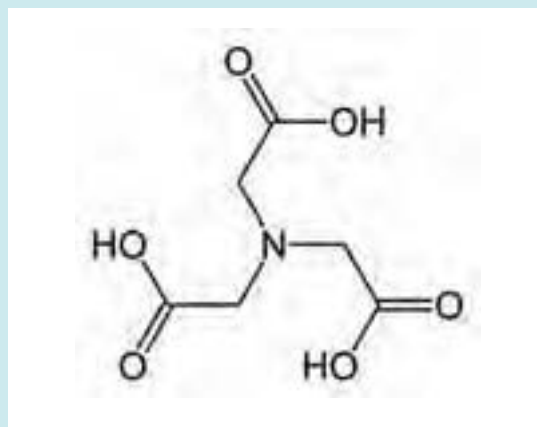
شکل ۲۱- یک نوع زئولیت

۱- Complex Agents
۲- Nitrilotriacetic Acid
۳- Polycarboxylic Acid

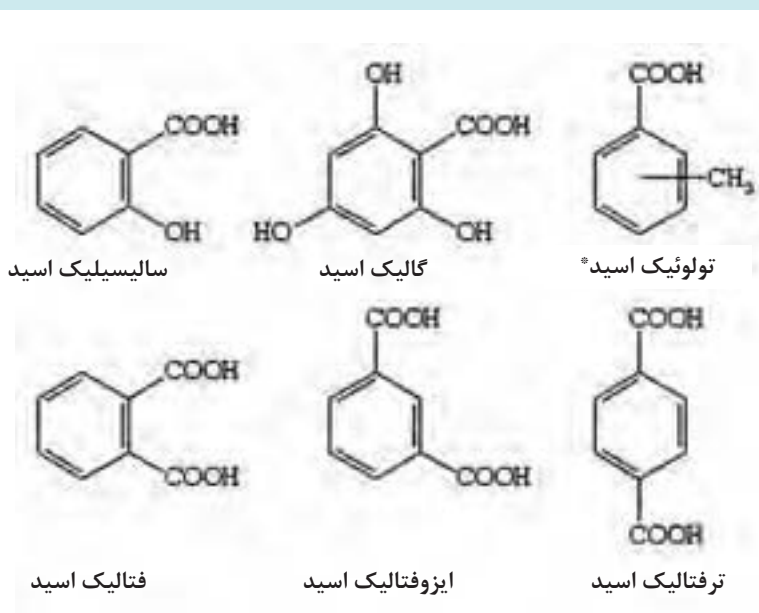


معرفی چند ماده سازنده شوینده‌ها

۱ مولکول نیتریلوتری استیک اسید



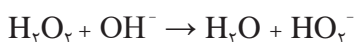
۲ انواع مونومرهای کربوکسیلیک اسید



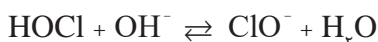
* این نماد، سه ایزومر اسیدی ارتو، متا و پارا تولوئیک را نشان می‌دهد.

پ) عوامل رنگ بر یا سفیدکننده: واژه رنگ بر^۱ که می تواند در معنای گسترده ای استفاده شود، شامل القای هر نوع تغییر در جهت روشن تر شدن رنگ ماده است. به طور فیزیکی، مفهوم آن این است که شدت نور مرئی در نتیجه جذب توسط سطح، کاهش می یابد؛ در صورتی که اجسام با رنگ روشن تر انعکاس نور مرئی بیشتری دارند. در کل اثر سفیدکنندگی می تواند به سبب عوامل شیمیایی، فیزیکی و یا مکانیکی به خصوص به علت تغییر یا جابه جایی رنگدانه ها و لکه های چسبیده به جسم مورد نظر رخ دهد. میزان تأثیر سفیدکنندگی به نوع سفیدکننده، غلظت، زمان تماس در فرایند شست و شو یا آبکشی، دمای شست و شو، نوع لکه رنگی و جنس پارچه بستگی دارد.

ترکیبات مؤثر سفیدکننده: سفیدکننده های مهم از نوع پروکسید (H_2O_2) هستند. هیدروژن پروکسید در محیط قلیایی، به گونه فعال آنیون هیدروژن پروکسید تبدیل می شود:



به طور معمول سدیم هیپوکلریت برای سفیدکنندگی استفاده می شود. در محیط قلیایی، سفیدکننده های هیپوکلریت تبدیل به آنیون هیپوکلریت (ClO^-) می شوند:



منابع هیدروژن پروکسید معمولاً پروکسیدهای معدنی هستند. مهم ترین منبع، سدیم پربورات ($NaBO_3 \cdot nH_2O$) است، که بهترین شرایط برای استفاده به عنوان سفیدکننده فعال و مؤثر شوینده را دارد. آبکافت این ماده، هیدروژن پروکسید به وجود می آورد و هنگامی که در شوینده ها وجود داشته باشد، عمر نگهداری را افزایش می دهد. غلظت سفیدکننده فعال آنیون هیدروژن پروکسید با افزایش pH و دما افزایش می یابد.

نکات ایمنی



- ۱ در هنگام استفاده از سفیدکننده ها حتماً از دستکش، ماسک، عینک و روپوش مناسب استفاده کنید.
- ۲ مایع سفیدکننده را دور از دسترس کودکان نگهداری کنید.
- ۳ ترکیبات کلر، از جمله سدیم هیپوکلریت، قدرت سفیدکنندگی خوبی دارند و در هنگام تماس با پوست بدن به سرعت باعث سوزش و آسیب آن می شوند.
- ۴ در صورت تماس مایع سفیدکننده با پوست، آن را با مقدار زیادی آب شست و شو دهید. در صورت بروز سوختگی، محل سوختگی را با آب سرد برای مدتی شست و شو داده و بعد گاز استریل به کار ببرید و برای درمان به پزشک مراجعه کنید.
- ۵ از اختلاط مایع سفیدکننده با مواد شیمیایی دیگر به ویژه اسیدها (مانند جوهر نمک) به دلیل ایجاد گازهای سمی خودداری کنید.
- ۶ از اختلاط مایع سفیدکننده حاوی کلر با آمونیاک اجتناب کنید.
- ۷ استنشاق بخارات کلر به دندان ها و دستگاه تنفسی آسیب می رساند.
- ۸ در صورت استنشاق گاز کلر متصاعد شده از مایع سفیدکننده، مصدوم را به هوای آزاد منتقل کنید و در صورت احتیاج از گاز اکسیژن و تنفس مصنوعی استفاده کنید و سپس به پزشک مراجعه شود.

ت) عوامل کمکی

یکی از عوامل کمکی مهم در شوینده‌ها، آنزیم‌ها هستند که خاصیت نرم‌کنندگی و لکه‌بری دارند و اغلب در پودرهای شوینده استفاده می‌شوند. آنزیم‌ها، کاتالیزگرهای فرایندهای زیستی هستند و اغلب ساختار پروتئینی دارند. آنزیم‌ها باعث کاهش انرژی فعال‌سازی یک واکنش زیستی می‌شوند. معمولاً آنزیم‌ها توانایی حذف لکه‌ها را در فرایند شست‌وشو فراهم می‌آورند. انواع آنزیم‌های مورد استفاده در شوینده‌ها عبارت‌اند از:

- ۱- سلولاز: این آنزیم برای نرم کردن پارچه و همچنین روشن کردن، سفیدکنندگی و براق کردن پارچه‌های سفید با از بین بردن پرزها و گلوله‌های پنبه‌ای، به کار می‌رود.
- ۲- پروتئاز: این آنزیم لکه‌های پروتئینی روی لباس‌ها (لکه‌های غذا، شیر، تخم‌مرغ، گیاهان و خون) را به اجزای کوچک‌تر تبدیل می‌کند و لکه‌ها به راحتی در فرایند شست‌وشو حذف می‌شوند.
- ۳- لیپاز: این آنزیم لکه‌های چربی و روغنی روی لباس‌ها را به اسیدهای چرب کوچک‌تر تبدیل می‌کند و به راحتی در هنگام شست‌وشو حذف می‌شوند.
- ۴- آمیلاز: این آنزیم لکه‌های نشاسته‌ای مانند مواد قندی روی لباس‌ها را به اجزای کوچک‌تر تبدیل می‌کند و به راحتی در هنگام شست‌وشو حذف می‌شوند.

نکته

آنزیم‌ها علاوه بر افزایش قدرت پاک‌کنندگی، دارای فواید زیست‌محیطی نیز هستند. آنزیم‌ها با کاهش مصرف انرژی و آب، کاهش زمان و دمای شست‌وشو، به یاری محیط‌زیست می‌شتابند.

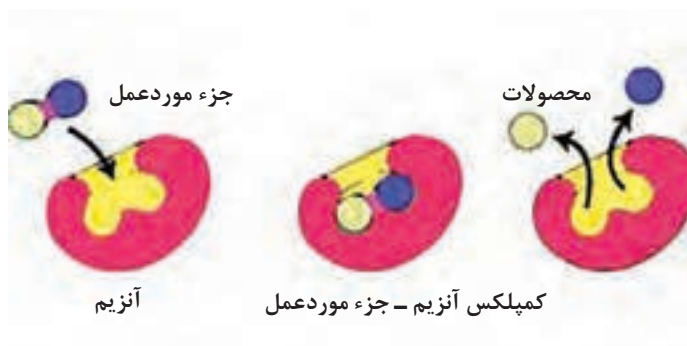


تحقیق کنید
۹

نقش فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) را در آینده صنعت شوینده‌ها بررسی کنید.



تقریباً تمام فرایندهای داخل سلول به آنزیم احتیاج دارند. آنزیم‌ها در طول واکنش مصرف نمی‌شوند و تعادل شیمیایی را جابه‌جا نمی‌کنند و همانند دیگر کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی، واکنش را تسریع می‌کنند. مطابق شکل ۲۲ آنزیم مواد اولیه را در خود جذب می‌کند و بعد از واکنش شیمیایی محصول را رها می‌کند.



شکل ۲۲- شیوه عملکرد آنزیم‌ها

جدا کردن هر نوع آلودگی از یک سطح نیازمند صرف انرژی مکانیکی است که با عملیات سایش تأمین می‌شود. هر ماده‌ای که به تنهایی یا در ترکیب با مواد دیگر بتواند بخشی از این انرژی مکانیکی (مانند سایش با دست یا کار با ماشین لباس‌شویی) مورد نیاز را با انرژی فیزیکی-شیمیایی (مانند سایش به همراه یک ماده فعال‌کننده طبیعی) جایگزین کنید، تحت عنوان ماده شوینده شناخته می‌شود. افزودن ماده شوینده به سامانه نظافت، باعث جایگزین شدن بخشی از انرژی مکانیکی مورد نیاز با انرژی فیزیکی-شیمیایی آن شوینده می‌شود. یک ماده شوینده مناسب، صرف نظر از نوع آن، دارای برخی مشخصه‌های متمایزکننده است، مهم‌ترین این مشخصات عبارت‌اند از:

- توانایی بالا در حذف سختی آب (یون‌های کلسیم و منیزیم)
- غیرخورنده بودن
- غیرسمی بودن و سازگاری با محیط‌زیست
- مقرون به صرفه بودن
- قابلیت ترکندگی و نفوذکنندگی بالا
- قابلیت چربی‌زدایی
- قابلیت آبکشی مناسب
- قابلیت حذف زنگ و پوسته

مواد شوینده صنعتی به پنج گروه اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از:

- ۱- **مواد شوینده قلیایی:** شوینده‌های قلیایی اصلی‌ترین گروه مواد شوینده صنعتی هستند، که قادرند با چربی و روغن ترکیب شوند و صابون تشکیل دهند و پروتئین را حل کنند.
- ۲- **مواد شوینده اسیدی:** در این شوینده‌ها، از مواد اسیدی به عنوان عامل اصلی پاک‌کنندگی استفاده می‌شود که قادر به حل کردن رسوبات معدنی مانند نمک‌های کلسیم و منیزیم و همچنین رسوبات ناشی از سختی آب بر روی سطح ماشین‌آلات و تجهیزات است. از شوینده‌های اسیدی می‌توان برای حذف زنگ، آلودگی‌های قلیایی، سیمان، گچ یا بتن نیز استفاده کرد.
- ۳- **مواد شوینده فعال‌کننده سطح یا چربی‌زداها:** این نوع شوینده‌ها از مواد فعال‌کننده سطح تشکیل شده‌اند و در صورت اضافه شدن به آب، باعث کاهش کشش سطحی آب (افزایش قدرت ترکندگی) شده و تماس بین آلودگی و عامل پاک‌کننده را افزایش می‌دهند. این مواد قادر به جدا کردن چربی‌ها از سطح هستند و سپس این آلودگی‌های جدا شده، راحت‌تر توسط آب از محیط حذف می‌شوند. قابلیت پاک‌کنندگی این مواد چندان بالا نیست اما دارای اثر ضد میکروبی هستند و می‌توانند به عنوان ماده ضد عفونی‌کننده یا در ترکیب با مواد شوینده - ضد عفونی‌کننده استفاده شوند از این مواد برای حذف گریس و آلودگی‌های روغنی استفاده می‌شود.

- ۴- **مواد شوینده ضد عفونی‌کننده:** این مواد دارای عامل ضد عفونی‌کننده همراه با عامل شوینده هستند، در نتیجه می‌توانند به طور هم‌زمان سطوح را پاک و ضد عفونی کنند.

۵- مواد شویندهٔ حلال پایه: این گونه از مواد شوینده، از حلال‌های هیدروکربنی (بنزین، نفت سفید، تینر روغنی) تشکیل شده‌اند و برای حذف آلودگی‌هایی نظیر واکس‌های حلال پایه، روغن و گریس، انواع خمیرها و مایعات چرب، استفاده می‌شوند. این مواد شوینده برای کاربرد بر روی سطوح چوبی، بتن و سنگ بسیار مناسب هستند، اما نباید بر روی آسفالت، مواد گرمانرم^۱، پی‌وی‌سی یا سطوح لاستیکی به کار روند.

فعالیت عملی ۴



تهیهٔ محلول شیشه پاک کن ساده

مواد و وسایل لازم:

آب مقطر، سولفونیک اسید، اتانول، رنگ، دی‌اتانول‌آمین، اسانس، بشر، همزن، استوانهٔ مدرج ۱۰۰ mL، شیشه ساعت، کاغذ pH و ترازو

روش کار:

- ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در بشر بریزید و روی همزن مغناطیسی قرار دهید و با سرعت کم هم بزنید.
- حدود ۰/۲ گرم سولفونیک‌اسید اضافه کنید و سپس تا خنثی شدن محلول، دی‌اتانول‌آمین اضافه کنید. (برای تعیین pH از کاغذ pH استفاده کنید)
- حدود ۱۰ میلی‌لیتر اتانول صنعتی اضافه کنید.
- مقدار بسیار کمی رنگ و حدود ۰/۱ گرم از یک اسانس مناسب اضافه کنید.
- چند دقیقه هم بزنید تا محلول شفاف و یک‌دست به‌دست آید.

نکته



- اگر محلول کدر بود نشان‌دهندهٔ آن است که اسانس مناسب نبوده است. می‌توانید با یک اسانس دیگر آزمایش را تکرار کنید.
- معمولاً pH محلول شیشه پاک‌کن را ۶/۵ در نظر می‌گیرند تا کمی اسیدی باشد و جرم‌های ضعیف را به راحتی پاک کند.

هنگام انتخاب مواد شویندهٔ صنعتی، برای دستیابی به نتیجه‌ای مطلوب، باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرند:

- ✓ نوع آلودگی
- ✓ روش نظافت
- ✓ جنس سطح، برای اطمینان از آسیب ندیدن آن توسط مادهٔ شوینده

نکته

زیست محیطی



بسیاری از افراد، از سایر پاک‌کننده‌های سطحی مانند محصولات غذایی سرکه و نوشابه استفاده می‌کنند، چون معتقدند که از لحاظ محیطی بر دیگر پاک‌کننده‌های سطحی اولویت دارند. این مواد به دلیل خاصیت اسیدی که دارند، حل‌کنندهٔ رسوبات سطحی ضعیف و پاک‌کنندهٔ چربی‌ها و ضد عفونی‌کننده هستند.

مایع ظرف شویی، پودر رخت شویی، مایع چند منظوره و مایع دست شویی از مواد شوینده خانگی مهم به شمار می‌روند. در ادامه روش‌های تولیدی آزمایشگاهی این مواد آورده شده است.

بحث‌گروهی

۴



برداشت‌های خود را در مورد شکل زیر بنویسید.



پرسش ۴



به نظر شما، چرا بعضی از شوینده‌ها به صورت جامد، برخی به شکل پودر و برخی دیگر به شکل مایع ساخته می‌شوند؟

مایع ظرف شویی

مایع ظرف شویی، مایعی شوینده و کف‌زا است که برای زدودن چربی و باقی‌مانده مواد غذایی از روی ظروف طراحی شده است. نوع دیگری از آن برای شستن ظروف با استفاده از ماشین ظرف شویی ساخته می‌شود. از نظر شیمیایی، مایع ظرف شویی از ترکیب چند ماده اصلی پاک‌کننده و دیگر مواد افزودنی به منظور ایجاد کیفیت بیشتر و برخی خصوصیات مانند نرم‌کنندگی و عطر تشکیل شده است. از ویژگی‌های مایع ظرف شویی ایمنی برای همه ظروف و پوشش‌ها است. مایع ظرف شویی باید بتواند انواع سطوح را بدون هیچ نوع آسیبی، پاک‌کند. این نوع از سطوح شامل ظروف نقره‌ای، مسی، آلومینیومی، شیشه‌ای، سرامیکی، پلاستیکی، چوبی، و چینی است.

نکته ایمنی



مایع ظرف شویی به دلیل خاصیت چربی‌زدایی، باعث خشکی پوست دست می‌شود، بهتر است هنگام شستن ظروف با مایع ظرف شویی، از دستکش استفاده شود.

فعالیت عملی ۵



تهیه مایع ظرف شویی

مواد و وسایل مورد نیاز:

- ۱ مواد فعال کننده سطح: سدیم لوریل اتر سولفات (با نام تجاری تگزاین^۱)، آلکیل بنزن، سولفونیک اسید^۲ و لورامید^۳
- ۲ خنثی کننده ها: سدیم هیدروکسید و تری اتانول آمین
- ۳ نرم کننده و مرطوب کننده: گلیسرین
- ۴ پرکننده ها: سولفات ها و نمک ها (معمولاً نقش غلظت دهنده و حجم دهنده دارند).
- ۵ مواد جانبی: رنگ و اسانس
- ۶ اوره (نقش نرم کننده در مایع ظرف شویی)



مخلوط کردن اجزای مایع ظرف شویی با همزن برقی

روش کار:

- ۱ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر در یک بشر بریزید.
- ۲ ۱/۰ گرم سدیم هیدروکسید به آب اضافه کنید و با همزن خوب هم بزنید.
- ۳ ۲/۵ گرم تری اتانول آمین و ۰/۲ میلی لیتر لورامید به ظرف اضافه کنید.
- ۴ ۳ گرم نمک خوراکی اضافه کنید و به هم بزنید تا محلول یکنواختی به دست آید.
- ۵ در حال به هم زدن، آرام آرام و قطره قطره آلکیل بنزن سولفونیک اسید اضافه کنید. هم زمان pH مخلوط را اندازه گیری کنید. pH باید حدود ۷ باشد. اگر محلول اسیدی بود، با سدیم هیدروکسید یا تری اتانول آمین و اگر محلول قلیایی بود، با سولفونیک اسید خنثی کنید.
- ۶ حدود ۵ تا ۷ گرم سدیم لوریل اتر سولفات اضافه کنید و به هم بزنید.
- ۷ حدود ۰/۳ گرم اوره در ۵ میلی لیتر آب حل کرده و به بشر حاوی شوینده اضافه کنید و خوب به هم بزنید.
- ۸ اگر از غلظت رضایت ندارید، کم کم نمک اضافه کنید و خوب به هم بزنید تا گرانروی مورد نظر را پیدا کند.
- ۹ در آخر رنگ و اسانس را بیفزاید و صبر کنید کف روی ظرف از بین برود.

۱- نام علمی تگزاین، سدیم لوریل اتر سولفات است که باعث ایجاد کف می شود. این کف سبک مناسب برای حذف لایه چربی از روی پوست و مو و ظروف می شود.

۲- آلکیل بنزن سولفونیک اسید به عنوان ماده فعال کننده سطح آنیونی در فرمول بندی بسیاری از ترکیبات شوینده استفاده می شود.

۳- لورامید (کوکونات فتی اسیددی اتانول آمین)



در مورد مواد شوینده، یک نکته زیست محیطی بنویسید؟

پودر رختشویی

پودرهای شوینده نیز (شکل ۲۳) به سبب داشتن مواد فعال کننده سطح از قدرت پاک کنندگی بسیار بالایی برخوردارند. همچنین سازنده‌هایی نظیر سدیم کربنات، سدیم تری پلی فسفات و زئولیت، سبب می‌شوند تا پودر مورد استفاده در آب سخت نیز کف قابل قبولی داشته باشد.



شکل ۲۳- یک نمونه پودر شوینده

مهم‌ترین اجزای سازنده پودرهای شوینده عبارت‌اند از:

- ۱- **پاک کننده‌ها:** سازنده‌های اصلی پودرهای شوینده شامل: سدیم تری پلی فسفات، سدیم آلومیناسیلیکات‌ها^۱ یازئولیت، فسفونات^۲ و سدیم لوریل اترسولفات^۳ هستند.
- ۲- **پرکننده‌ها:** این مواد حجم محصول را بالا می‌برد و موجب صرفه اقتصادی می‌شوند؛ مانند سیلیکات‌ها، کربنات‌های معدنی و سولفات‌ها.
- ۳- **نگه دارنده‌ها:** این مواد در طول عمر پارچه‌ها مؤثر هستند، مانند سدیم سیترات^۴.
- ۴- **درخشان کننده‌ها:** این دسته از مواد موجب درخشندگی پارچه‌ها می‌شوند؛ مانند آلکیل بنزن سولفونات، سدیم پرکربنات و سدیم پربورات^۵.



طرز تهیه پودر لباسشویی در منزل

۱- Sodium Aluminosilicates
 ۲- Phosphonates
 ۳- Sodium Lauryl Ether Sulfates
 ۴- Sodium Citrate
 ۵- Sodium Perborate

فعالیت عملی ۶



تولید آزمایشگاهی پودر رختشویی

مواد مورد نیاز

- ۱ صابون لباسشویی
 - ۲ بوراکس^۱ (جهت کفزایی بیشتر)
 - ۳ سدیم کربنات بلورین یا پاک کننده اکسیژن دار (حذف یون های کلسیم و منیزیم)
 - ۴ اسانس (اسانس سیب یا پرتقال)
- ۲۰ گرم
۵ گرم
۵ گرم
۳ گرم

روش کار:

- ۱ ۲۰ گرم صابون رنده شده را در بشر بریزید.
- ۲ ۵ گرم سدیم کربنات و ۵ گرم بوراکس به آن اضافه کنید.
- ۳ ۱ گرم اسانس به محتویات ظرف اضافه کنید، و با یک مخلوط کن برقی خوب به هم بزنید. در صورت نداشتن مخلوط کن، چند دقیقه با قاشق خوب به هم بزنید.

نکته

می توان از جوش شیرین به عنوان جایگزین سدیم کربنات استفاده کرد.



تحقیق کنید
۱۰

بوراکس چیست؟ نقش بوراکس را در صنایع مختلف بررسی کنید.



پاک کننده چندمنظوره

پاک کننده چندمنظوره با قدرت پاک کنندگی بالا، برای زدودن انواع لکه های چربی، دوده، بو، اثر انگشت و موارد مشابه از روی سطوح فلزی، چوبی، پلاستیکی و سنگی (به جز شیشه و آئینه^۲) به کار می رود.

۱- Borax: $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

۲- استفاده از پاک کننده چندمنظوره بر روی شیشه و آئینه باعث کدری سطح آنها می شود.



تولید آزمایشگاهی پاک کننده چند منظوره

مواد و وسایل مورد نیاز			
ایزوپروپیل الکل	کوکامید دی اتانول آمید	بشر	شیشه ساعت
سولفونیک اسید	دی اتانول آمین	همزن	کاغذ pH
سدیم هیدروکسید	اسانس	استوانه مدرج ۵ و ۱۰۰ mL	
رنگ	آب مقطر	ترازو	



روش کار:

- ۱ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر در بشر بریزید.
- ۲ ۵ گرم سدیم هیدروکسید اضافه کرده و هم بزنید تا حل شود.
- ۳ ۱۰ گرم دی اتانول آمین اضافه کنید.
- ۴ ۵ گرم سولفونیک اسید را آرام آرام اضافه کنید.
- ۵ ۵ میلی لیتر ایزوپروپیل الکل اضافه کنید.
- ۶ pH را با استفاده از سولفونیک اسید و یا سدیم هیدروکسید در حدود ۷/۰ تنظیم کنید.
- ۷ ۱۰ گرم کوکامید دی اتانول آمید اضافه کنید.
- ۸ رنگ و اسانس را هر کدام به مقدار ۰/۱ گرم اضافه کنید.

مایع دست شویی

امروزه بنا بر تغییر شرایط زندگی، از جمله افزایش جمعیت و استفاده عمومی از وسایل مشترک، موضوع بهداشت مورد توجه ویژه قرار گرفته است. با توجه به غیربهداشتی بودن و امکان انتقال آلودگی در استفاده عمومی از صابون جامد، استفاده از صابون مایع به منظور کنترل آلودگی ضروری و اجتناب ناپذیر شده است (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- استفاده بهداشتی و راحت از مایع دست شویی

فعالیت عملی ۸



تولید مایع دست شویی

مواد و وسایل مورد نیاز			
اسانس	سدیم کلرید	سیتریک اسید	آب یون زدایی شده
بشر	رنگ	سولفونیک اسید	سدیم لوریل اترسولفات (تگزاین)
استوانه مدرج	همزن	ETDA	کوکامیدو پروپیل بتائین (بتائین)
ترازو	کاغذ pH	اوره	گلیسرین
پی پت ۱۰ mL	شیشه ساعت	سدیم هیدروکسید	دی اتانول آمین

روش کار:

- ۱ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر را در بشر بریزید.
- ۲ ۱/۰ گرم سدیم هیدروکسید (باز قوی) در آب بریزید و هم بزنید.
- ۳ ۳/۵ گرم دی اتانول آمین (باز ملایم) اضافه کنید و هم بزنید.
- ۴ قطره قطره سولفونیک اسید اضافه کنید تا محلول خنثی شود ($\text{pH} = 7.0$)
- ۵ ۱۰ گرم تگزاین اضافه کنید و هم بزنید تا حل شود.
- ۶ ۵ گرم بتائین اضافه کنید و هم بزنید.
- ۷ ۱ گرم سیتریک اسید و ۰/۳ گرم نمک EDTA اضافه کنید، سپس هم بزنید تا حل شود.
- ۸ ۵ گرم گلیسرین، ۱ گرم اوره و مقدار کمی رنگ و اسانس اضافه کنید و چند دقیقه خوب به هم بزنید.
- ۹ pH مخلوط را اندازه گیری کنید، باید حدود ۷ باشد، اگر کمتر از ۷ بود، با دی اتانول آمین، و اگر بالاتر بود با سولفونیک اسید به ۷ برسانید.
- ۱۰ حدود ۳-۵ گرم نمک طعام را کم کم اضافه کنید و غلظت را کنترل کنید، اگر مخلوط غلیظ نشده بود، ۲ گرم دیگر اضافه کنید.

نکته

در تهیه مایع دست شویی، بیشترین مقدار نرم کننده (گلیسرین) و کم ترین میزان، ماده بازی و خشک کننده (سدیم هیدروکسید) استفاده می شود.

تحقیق کنید
۱۱

- ۱ نقش نمک طعام در شوینده های مایع چیست؟ آیا می توان در این شرایط، به مقدار زیاد استفاده کرد؟
- ۲ چگونه می توان نرم کنندگی یک مایع دست شویی را افزایش داد؟

بیشتر بدانید

از گران ترین اجزای تشکیل دهنده مواد آرایشی، عطر و اسانس آنها است که بیشتر مورد توجه مصرف کنندگان است. بو و عطر یک فراورده، ترکیبی از چند مولکول معطر است؛ مثلاً عطر یک صابون به طور متوسط می تواند از ۲۰ تا ۵۰ ماده معطر تشکیل شده باشد. یک کرم آرایشی، عطر و ادکلن ها به طور متوسط از ده ها ماده شیمیایی تشکیل شده است. بروز واکنش های ناخوشایند پوستی نسبت به فراورده های آرایشی، به وضعیت پوست و سامانه ایمنی بدن هر فردی بستگی دارد. شایع ترین واکنش های پوستی، سوزش، خارش و قرمزی است.



دارو از مهم‌ترین کالاها در تجارت امروزی بشر به لحاظ اثرگذاری بر سلامت انسان است. صنعت دارو به عنوان یکی از صنایع استراتژیک که نقش مهمی در سلامت و امنیت جامعه ایفا می‌کند، همواره مورد توجه اقتصاددانان و سیاست‌گذاران بوده است. توسعه صنعت داروسازی بیشتر از سایر صنایع، تابع پژوهش‌های نوآورانه، سرمایه‌گذاری و مقررات دولتی است. هزینه سرمایه‌گذاری برای ایجاد نوآوری در این صنعت با توجه به ماهیت آن بالاتر از سایر صنایع است. دوره زمانی کشف، تولید و معرفی یک دارو به بازار در حدود ۱۰ تا ۱۵ سال طول می‌کشد. بر اساس گزارش‌ها، صنعت جهانی دارو پس از حوزه نفت و پتروشیمی بالاتر از صنایعی همچون مواد غذایی، مخابرات و انرژی، سودآورترین صنعت در سطح جهان محسوب می‌شود.

پرسش ۶



در مورد تصویرهای زیر چند عبارت علمی بنویسید.





صنایع دارویی

توجه به تولید داروی با کیفیت و اطمینان از استمرار آن در هر شرایط، یکی از دغدغه‌های واقعی دلسوزان هر کشور محسوب می‌شود، چرا که هر کشوری با فرهنگ اصیل و متکی به قدرت و توانایی ملت خود، همیشه در معرض تهدید و یا تحریم است. در شرایط وقوع بحران نه تنها امکان حذف دارو از سبد عرضه به مردم مقدور نیست، بلکه مصرف آن به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد.

به نظر شما برای اینکه یک دارو به دست بیمار برسد، چه مراحل را باید طی کند؟



هر دارو از دو قسمت تشکیل شده است: ۱- ماده مؤثر ۲- مواد حامل یا کمکی مهم‌ترین ماده تشکیل‌دهنده دارو، ماده مؤثر است که خواص درمانی را دارد. مواد حامل، کمکی یا جانبی موادی کم و بیش خنثی هستند که به مواد دارویی اضافه می‌شوند تا به آنها قوام و شکل ببخشند و خواص درمانی ندارد. مواد جانبی می‌توانند نقش پرکننده

یا رقیق‌کننده، بازکننده، چسباننده، مواد جاذب، طعم‌دهنده و مواد رنگی باشند. شیوه ترکیب کردن ماده مؤثر و مواد جانبی را فرمول‌بندی دارو می‌گویند. داروها به صورت‌های خوراکی (قرص، کپسول، شربت)، تزریقی و پماد به بدن منتقل می‌شوند (شکل ۲۵). تولید فراورده نهایی دارویی، با توجه به خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی ماده مؤثر و مواد جانبی به روش‌های گوناگون و با دستگاه‌های متفاوتی مانند انواع واکنشگاه (راکتور)، خشک‌کن، دستگاه‌های استخراج و صاف کردن (فیلتراسیون) صورت می‌گیرد.



شکل ۲۵- انواع دارو به صورت شربت، پودری، قرص، تعلیق (سوسپانسیون)

برای اینکه یک دارو بتواند وارد بازار مصرف شود، مراحل مختلف تولید آزمایشگاهی، آزمایش‌های بالینی حیوانی و انسانی را طی می‌کند و پس از موفقیت، اجازه ورود به بازار را پیدا می‌کند. پس از اینکه دارو وارد بازار شد، مرحله دیگری آغاز می‌شود. در این مرحله از بیمارانی که از دارو استفاده کرده‌اند، خواسته می‌شود به‌طور داوطلبانه با مراکز پژوهشی همکاری کنند تا عوارض جانبی دارو بهتر شناخته شوند.

نکته



کشف و ورود داروی جدید به بازار بسیار پیچیده و نیازمند نظارت‌های سخت‌گیرانه‌ای است.

تحقیق کنید
۱۲



- ۱ در مورد صنایع داروسازی مهم ایران تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.
- ۲ داروها به چه شکل‌های ظاهری تهیه و در دسترس مصرف‌کننده قرار می‌گیرند؟ در مورد نام هر یک از شکل داروها، ویژگی و موارد مصرف آن تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

انواع دارو

به‌طور کلی داروها از نظر منشأ به سه گروه طبیعی، نیمه‌مصنوعی و مصنوعی تقسیم‌بندی می‌شوند.

داروهای طبیعی: داروهای طبیعی داروهایی هستند که از منابع طبیعی به‌دست می‌آیند. این گونه فراورده‌ها یا به‌صورت خام مصرف می‌شوند، مانند عصاره گیاه آلوئه که برای درمان بیماری‌های پوستی به‌کار می‌رود، و یا شامل مواد شیمیایی خاصی هستند که از فراورده خام طبیعی استخراج و سپس به‌عنوان دارو مصرف می‌شوند. بیشتر داروهای طبیعی، ریشه گیاهی دارند.

داروهای نیمه‌مصنوعی: داروهای نیمه‌مصنوعی با ایجاد تغییرات شیمیایی بر روی داروهای طبیعی به‌دست می‌آیند. این تغییرات با هدف افزایش قدرت دارو، کاهش عوارض جانبی، و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی انجام می‌شوند. گاه داروی به‌دست آمده از منابع طبیعی دارای نقایصی است که با انجام تغییرات جزئی روی ساختار شیمیایی آن می‌توان نقص موجود را برطرف کرد. مثلاً پنی‌سیلین حاصل از قارچ پنی‌سیلیوم در اسید معده تخریب می‌شود و نمی‌توان آن را به‌صورت خوراکی مصرف کرد، ولی با انجام تغییراتی کوچک که نسبت به محیط اسیدی معده مقاوم شود، تهیه می‌گردند.

داروهای مصنوعی: با پیشرفت علم شیمی، به‌ویژه دانش شیمی آلی و پیدایش روش‌های گوناگون تولید مواد، هم‌اکنون میلیون‌ها ترکیب شیمیایی ساخته‌شده وجود دارد و همه‌روزه ترکیب‌های جدید دیگر نیز ساخته می‌شوند. از میان این ترکیبات، موادی که دارای تأثیرات درمانی هستند، انتخاب می‌شوند. این گونه داروها را که به روش شیمیایی تولید شده‌اند، داروهای مصنوعی می‌نامند. با توجه به اینکه اثر یک ماده ناشی از ساختار شیمیایی آن است، پژوهشگران متوجه شده‌اند که ممکن است گروه‌های خاصی از مواد شیمیایی روی یک بیماری مشخص مؤثر باشد. به این ترتیب اثر مواد مورد نظر را در آزمایشگاه روی آن بیماری آزمایش می‌کنند. ممکن است این بررسی‌ها به کشف ماده‌ای مؤثر بینجامد و یا بی‌نتیجه باشد. اغلب داروهای مصنوعی و نیمه‌مصنوعی تحت عنوان داروهای شیمیایی معروف هستند.



۱ به نظر شما اختلاط داروها و مصرف هم‌زمان آنها چه پیامدهایی می‌تواند داشته باشد؟



۲ مصرف برخی داروها تأثیرات منفی زیادی روی سلامتی می‌گذارد، تعدادی از عوارض جانبی انواع داروها را جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

۳ در مورد ناسازگاری داروها با یکدیگر تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.



✓ مصرف گیاهان دارویی در درمان قطعی بیماری‌ها کاربرد اثبات‌شده‌ای ندارد و به این منظور باید داروهای شیمیایی، پیرو تشخیص پزشکان استفاده شوند.

✓ مصرف داروهای گیاهی عوارض کمتری نسبت به داروهای شیمیایی در بیماران ایجاد می‌کند، اما بیماران باید از مصرف نابه‌جا یا خودسرانه داروهای گیاهی پرهیز کنند.

فرق دارو با سم چیست؟



روش تهیه داروها

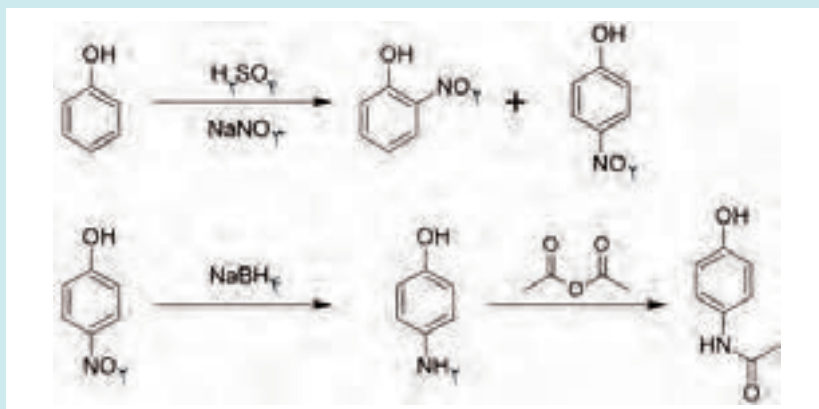
با توجه به تنوع داروهای شیمیایی و گیاهی، روش‌های گسترده‌ای برای تهیه آنها ایجاد شده است. این روش‌ها به‌طور اختصار در ادامه آورده شده است:

۱- **تهیه داروهای شیمیایی:** داروهای شیمیایی به موادی گفته می‌شود که برای درمان و تشخیص بیماری و پیشگیری از آن به کار رود و بر ساختار یا کارکرد ارگانیسم زنده اثر گذارد. داروهای شیمیایی توسط واکنش‌های شیمیایی ساخته می‌شوند و در طبیعت وجود ندارند. این داروها ممکن است به‌صورت خوراکی (قرص و شربت)، مالیدنی (پماد و قطره)، استنشاقی (از راه تنفس) یا تزریقی (آمپول) مصرف شوند (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- تولید داروهای شیمیایی

در آزمایشگاه‌ها استامینوفن یا پاراستامول توسط نیتراسیون فنول با سدیم نترات تهیه می‌شود. گروه نیترو به‌واسطه گروه الکترون‌دهنده‌ای چون OH در موقعیت‌های ارتو و پارای حلقه قرار می‌گیرد. با افزودن سدیم‌بوروهیدرید (NaBH_4) گروه NO_2 به گروه NH_2 کاهش پیدا می‌کند و نتیجه آن پاراآمینوفنول خواهد بود. حال با افزودن انیدرید استیک، پاراستامول تهیه می‌شود. در فرایندهای صنعتی، تولید این ماده هم مشابه این روش استفاده می‌شود، اما به جای افزودن سدیم‌بوروهیدرید، هیدروژن‌دارشدن پارا نیتروفنول انجام می‌گیرد. داروی استامینوفن مسکن و تب‌بر است.



بیشتر بدانید





معرفی یکی از شرکت‌های داروسازی

داروها اصولاً باید در شرایط ویژه‌ای نگهداری شوند و تاریخ مصرف مشخصی دارند. شیوه مصرف دارو در نسخه پزشک معالج مشخص می‌شود.

فعالیت عملی ۹

تهیه کرم نرم کننده و مرطوب کننده

نرم کننده‌هایی نظیر لانولین^۱ و گلیسرین، نه تنها سبب مرطوب شدن پوست می‌شوند، بلکه در روی پوست یک لایه ایجاد می‌کنند که از تبخیر آب پوست جلوگیری می‌کند.

(الف)

مواد مورد نیاز			
۶۰ میلی لیتر	آب مقطر	۱۴۰ گرم	وازلین سفید
۵ گرم	الکل ۹۰ درصد	۱۰ گرم	پارافین جامد
به مقدار کافی	اسانس	۴۰ گرم	لانولین

روش کار

وازلین و پارافین را با گرمای غیر مستقیم ذوب کنید و در ظرف گرمی بریزید و لانولین را اضافه کنید. پس از افزودن آب مقطر (با دمای مساوی ظرف روغن) مرتباً هم بزنید تا شبیه کرم شود، سپس عطر و وانیل را که در الکل حل کرده‌اید، اضافه کنید.

(ب)

مواد مورد نیاز			
۵ میلی لیتر	گلیسرین	۵ گرم	اوره
۱۰ میلی لیتر	آب مقطر	۵ گرم	سدیم کلرید
۵ میلی لیتر	لاکتیک اسید	۱۰۰ گرم	اوسرین ^۲

روش کار:

ابتدا اوره و سدیم کلرید را پس از توزین در آب مقطر حل کنید. سپس لاکتیک اسید و گلیسرین را به آن اضافه کنید. حدود ۷۰ گرم اوسرین را کم کم به آن اضافه کنید و هم بزنید. جرم محصول نهایی را با ترازو اندازه گیری کنید و در صورت کم بودن، تا حدود ۱۰۰ گرم به آن اوسرین اضافه کنید.

۱- Lanolin: روغن پشم گوسفند

۲- Eucerin: ماده‌ای که از لانولین استخراج می‌شود.

از کرم‌های تهیه‌شده، روزی ۳-۴ مرتبه در نواحی خشک پوست می‌توان استفاده کرد.



کرم ضد آفتاب

قرارگرفتن در معرض تابش بیش از اندازه نور خورشید به‌طور حاد به آفتاب‌سوختگی و به‌طور مزمن به پیری زودرس پوست و سرطان منجر می‌شود. با استفاده از محافظ‌های موضعی نور خورشید، می‌توان از تأثیرات نامطلوب آن جلوگیری کرد. این محافظ‌ها در کاهش بیماری‌هایی که به‌وسیله پرتوی فرابنفش تشدید می‌شوند نیز مفیدند.

میزان محافظت یک فراورده ضد آفتاب با عامل SPF^1 ، سنجیده می‌شود. برای مثال، یک فراورده ضد آفتاب با SPF برابر ۱۰ موجب می‌شود شخصی که به‌طور طبیعی در عرض ۳۰ دقیقه دچار سوختگی می‌شود، بتواند تا ۲۰۰ دقیقه پیش از اینکه سوختگی ایجاد شود، در معرض نور خورشید قرار گیرد. دو گروه محافظ نور خورشید وجود دارد: الف) فیزیکی ب) شیمیایی. محافظ فیزیکی عمدتاً شامل روی اکسید، تیتانیوم دی‌اکسید، باریم سولفات، منیزیم اکسید، کلسیم کربنات و غیره هستند. روی اکسید از نظر بازتاب پرتو فرابنفش خورشید ضعیف‌تر از بقیه است، ولی از نظر تحمل توسط پوست به سایر ترکیبات اشاره‌شده برتری دارد.

فعالیت عملی ۱۰



تهیه کرم ضد آفتاب

مواد مورد نیاز:

تیتانیوم دی‌اکسید	۰/۸ گرم
روی اکسید	۰/۸ گرم
اوسرین	۴۰ گرم

روش کار:

- ۱ برای تهیه این ترکیب، تیتانیوم دی‌اکسید و روی اکسید را در هاون بریزید. این پودرها باید به خوبی نرم شوند.
- ۲ پس از آن کمی آب اضافه کنید تا پودرها راحت‌تر نرم شوند.
- ۳ کم‌کم اوسرین را به آن اضافه کنید و به‌هم بزنید. پس از آزمایش فراورده بر روی پشت دست، نباید پودرها قابل لمس باشند.

می‌توانید نیم‌ساعت قبل از خروج از منزل و سپس هر سه ساعت یک‌بار از کرم ضدآفتاب تهیه‌شده بر روی دست‌ها استفاده کنید.



کرم‌های ویتامینی

ترکیبات ویتامینی در شب به عنوان منبع مغذی پوست به کار می‌روند. این ترکیبات حاوی ویتامین‌های محلول در روغن A و D هستند. کرم‌های ویتامینی برای درمان حالت خشکی پوست و نیز برای تسکین پوست پس از استفاده از موبرها بسیار مفیدند.

ویتامین F به مخلوطی از اسیدهای چرب سیرنشده از جمله لینولنیک اسید^۱ اطلاق می‌شود. این مواد خاصیت بهبوددهندگی دارند و در درمان بیماری‌های پوستی از ارزش فراوانی برخوردارند. ویتامین E نیز در ترکیبات تقویتی و ضد چروک به کار می‌رود. از آنجایی که این ویتامین، عمل رادیکال‌های آزاد تولیدشده توسط پرتو فرابنفش خورشید را (که علل مهم و اساسی پیری زود هنگام پوست هستند) خنثی می‌کند، در ترکیبات ضدآفتاب نیز به کار می‌رود. از ترکیبات ویتامینی در فراورده‌های دور چشم استفاده می‌شود که عمل آنها جلوگیری از چروک پوست است.

فعالیت عملی ۱۱



تهیه کرم ویتامینی

مواد مورد نیاز

۱ آمپول	ویتامین A
۱ آمپول	ویتامین E
۵ گرم	لانولین
۵۰ گرم	اوسرین

روش کار

ابتدا اوسرین و لانولین را به خوبی در بشر مخلوط کنید. سپس آمپول‌ها را به مخلوط اضافه کنید تا خمیر یک‌دستی ایجاد شود.

- ✓ پیش از مصرف کرم‌های تهیه‌شده، بهتر است فراورده‌ها روی پوست بررسی شوند.
- ✓ کرم تهیه‌شده را شب‌ها به دور چشم بزنید.
- ✓ این فراورده باید در جای خنک نگهداری شود و از انجماد آن جلوگیری شود.
- در صورت حساسیت به لانولین، از این ماده در تهیه کرم استفاده نشود و یا به جای آن از آب مقطر استفاده کنید.



فعالیت عملی ۱۲



تهیه کرم ضد چروک

مواد مورد نیاز:

موم زرد	۱۰ گرم
پارافین جامد	۵ گرم
پارافین مایع	۴۰ گرم
آب مقطر	۳۰ گرم
بوراکس	۱ گرم

روش کار:

مواد را در یک بشر بریزید و هم بزنید تا خمیر یکدستی حاصل شود.

ماسک‌های آرایشی و بهداشتی

ماسک، خمیر صاف و نرمی است که بر روی پوست به کار می‌رود و باید به سرعت، پوششی ایجاد کند که در صورت نیاز بتوان آن را به سهولت از روی پوست کند. ماسک‌ها مواد جزئی و آلودگی‌های پوست را با عمل جذبی جدا می‌کنند. وقتی که ماسک از روی پوست برداشته شد، مواد زائد به همراه آن کنده می‌شوند. ویژگی‌های ماسک‌های صورت عبارت‌اند از:

- ۱ نرم و عاری از ذرات خشن و بوهای ناخوشایند باشند. ماسک‌های پودری شکل باید به سرعت در آب پراکنده شوند و خمیر خوبی ایجاد کنند.
- ۲ بعد از استعمال، بدون ایجاد درد یا ناراحتی از روی صورت برداشته شوند.
- ۳ نسبت به پوست بی‌ضرر و غیرسمی باشند.
- ۴ به سرعت روی پوست خشک شوند.
- ۵ هرگونه ماده باقی‌مانده‌ای به راحتی به وسیله آب برطرف شود.

انواع ماسک

۱- **ماسک‌های مومی:** این ماسک‌ها از موم پارافین با نقطه ذوب مناسب، یا مخلوط موم‌های همراه با ژل وازلین یا ستیل‌الکل^۱ تشکیل یافته‌اند. در ابتدا این اجزا ذوب می‌شوند و آنها را در حالت گرم (۳۵ تا ۴۵ درجه سلسیوس) بر روی صورت می‌مالند. این فراورده‌ها به میزان زیادی باعث ایجاد تعرق می‌شوند و در نتیجه به رفع آلودگی‌ها و کثافات از روی پوست کمک می‌کنند.

۲- **ماسک‌های ژلاتینی:** اینها ژل‌های جامدی هستند که از گلیسرین، ژلاتین و صمغ کتیرا تشکیل یافته‌اند. می‌توان روی اکسید، عسل و تیتانیوم‌دی‌وکسید را نیز به آن افزود. این ماسک‌ها باعث سفتی پوست و پاک‌ی و نرمی آن می‌شوند.

۱- Cetyl Alcohol (C₁₆H₃₃O)



تهیه ماسک ژلاتین مواد مورد نیاز:

مواد	گرم
صمغ کتیرا	۲/۲
گلیسرین	۲/۵
ژلاتین	۲/۳
عسل	۴/۵
آب مقطر	۸۶
روی اکسید	۲/۵
محافظت کننده (متیل پارابن یا پروپیل پارابن)	۰ / ۱۵

روش تهیه: گلیسرین را با صمغ کتیرا مخلوط کنید، ژلاتین و آب را بیفزایید و دما را بالا ببرید. تمام مواد جامد باید در محلول گرم، مخلوط شوند. ابتدا مواد جامد را با گلیسرین خیس کنید؛ بدین ترتیب این مواد با سهولت بیشتری پراکنده خواهند شد. این ماسک‌ها ابتدا باید گرم شوند. سپس در حالی که هنوز گرم هستند (۳۵ درجه سلسیوس)، بر روی پوست به کار برده شوند.

۲- تهیه داروهای گیاهی: گیاهان دارویی یا داروهای خام گیاهی به شکل‌های مختلف به صورت فراورده‌هایی مانند دم‌کرده، جوشانده، شربت‌ها و سایر فراورده‌های دارویی قابل استفاده هستند. وسایل مورد نیاز برای ساخت فراورده‌های گیاهی دارویی شامل: چاقو، قاشق اسپاتول، ظروف از جنس استیل، لعابی یا شیشه‌ای، الک‌های نایلونی و پلاستیکی، دستگاه فشار یا عصاره‌گیر مواد گیاهی، ترازوی دقیق الکتریکی، اون (خشک‌کن) و ظرف‌های شیشه‌ای یا پلاستیکی تیره رنگ با دهانه تنگ و گشاد هستند.

در تهیه داروهای گیاهی، از ظرف‌های آلومینیمی که به راحتی جذب گیاه می‌شوند، به هیچ وجه نباید استفاده کرد.

نکته



در زمینه تهیه انواع دم‌کرده، جوشانده، و سایر فراورده‌های دارویی تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید
۱۵



تهیه داروهای گیاهی

فیلم آموزشی



تحقیق کنید
۱۶



- ۱ معمولاً در سونای بخار از عصاره گیاه اکالیپتوس استفاده می شود. دلیل این کار را بیابید.
- ۲ خواص درمانی گیاه زعفران چیست؟
- ۳ خواص درمانی انواع چای (سیاه، سبز، ترش و سفید) را تهیه کنید.
- ۴ خواص درمانی گیاه کدو چیست؟

تهیه چند نمونه داروی گیاهی

فعالیت عملی ۱۴



تهیه دمنوش گل گاوزبان

روش کار:

- ۱ حدود ۲۰۰ میلی لیتر آب نوشیدنی را به جوش آورید.
- ۲ آب جوشیده را از روی چراغ بردارید.
- ۳ حدود ۵ گرم گیاه خشک شده گل گاوزبان به آن اضافه کنید.
- ۴ در ظرف را بندید و بر روی آن پارچه تمیزی قرار دهید.
- ۵ پس از ۱۵ دقیقه، ۵۰ میلی لیتر از محلول صاف و دم شده گل گاوزبان را بردارید، رنگ و pH آن را یادداشت کنید.
- ۶ به محتویات محلول بالا، چند قطره آب لیموی تازه بیفزایید. در این حالت نیز رنگ و pH آن را یادداشت کنید.
- ۷ به نظر شما دلیل اختلاف رنگ و pH محلول چیست؟

تحقیق کنید
۱۷



تحقیقی در مورد خواص درمانی گیاه گل گاوزبان تهیه کنید.

فعالیت عملی ۱۵



تهیه عصاره های گیاهی:

روش کار:

- ✓ با استفاده از انواع روش های تقطیر و استخراج که می شناسید، عصاره های گیاهی گلاب، نعنا و امثال آن را تهیه کنید.
- ✓ تحقیقی در مورد خواص درمانی انواع عصاره های گیاهی تهیه کنید.

- ۱ منظور از کود چیست؟
- ۲ به‌طور کلی کودها به چند دسته تقسیم‌بندی می‌شوند؟
- ۳ کمپوست را تعریف کنید.
- ۴ نشانه‌های کمبود عنصر پتاسیم در گیاه چیست؟
- ۵ میزان کف در شوینده‌ها به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۶ چند مورد از سطوح آب‌گریزی را که می‌شناسید نام ببرید.
- ۷ آنزیم چیست؟ نقش آنزیم در قدرت پاک‌کنندگی یک شوینده را توضیح دهید.
- ۸ آیا با افزایش درصد آنزیم در شوینده‌ها، می‌توان قدرت پاک‌کنندگی شوینده را بالا برد؟
- ۹ آیا یک شوینده می‌تواند خاصیت خوردگی داشته باشد؟
- ۱۰ داروها از چند قسمت تشکیل شده‌اند؟
- ۱۱ داروها از نظر منشأ به چند دسته طبقه‌بندی می‌شوند؟
- ۱۲ داروهای شیمیایی چه موادی هستند؟
- ۱۳ نقش لانولین و گلیسرین در تهیه کرم چیست؟
- ۱۴ قرار گرفتن بیش از حد در تابش مستقیم نور خورشید، چه پیامدهایی دارد؟

ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع کشاورزی، بهداشتی و دارویی

<p>شرح کار:</p> <p>چگونگی استفاده تجهیزات کارگاهی را بدانند و کار داده شده را با دقت انجام دهد.</p> <p>هنگام کار مراقب باشد که وسایل صدمه نبیند. پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>تهیه چند نمونه کود، حشره کش، شوینده و محصول دارویی طبق دستور کار</p>			
<p>شاخص ها:</p> <p>■ رعایت مسائل ایمنی هنگام کار</p> <p>■ انجام کار طبق دستور کار</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</p> <p>شرایط مکان: آزمایشگاه / کارگاه شرایط دستگاه: آماده به کار</p> <p>زمان: یک جلسه آموزشی</p> <p>ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، تجهیزات آزمایشگاهی</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه چند نمونه ماده کشاورزی	۱	
۲	تهیه چند نمونه شوینده	۱	
۳	تهیه چند نمونه دارو	۲	
<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی</p> <p>۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی ۴- مستندسازی: گزارش نویسی</p>			
<p>میانگین نمرات</p>			*
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			



پودمان پنجم

عملیات در صنایع پتروشیمی



ایران با توجه به دارا بودن دومین ذخایر بزرگ گاز دنیا و پنجمین تولیدکننده نفت جهان، درصد بالایی از درآمدهای صادراتی خود را از نفت و گاز تأمین می‌کند. امروزه صنایع پتروشیمی اهمیت اساسی و بنیادی در رفع نیازهای عمومی جامعه بشری، برعهده دارد.

واحد یادگیری ۵

انجام عملیات در صنایع پتروشیمی

مقدمه

صنایع پتروشیمی، بخشی از صنایع شیمیایی است که فراورده‌های شیمیایی را طی واکنش‌هایی از نفت خام یا گاز طبیعی به دست می‌آورد. بنابراین صنعت پتروشیمی را می‌توان تأمین‌کننده اصلی مواد مصرفی یا بسپارهای مورد نیاز در بیشتر صنایع شیمیایی، نساجی، خودروسازی، لوازم خانگی، پزشکی، برق و الکترونیک و غذایی دانست در این پودمان ابتدا صنعت نفت، گاز و پتروشیمی معرفی شده است و سپس مفاهیم بسپار و بسپارش و انواع آنها، الیاف چسب‌ها و کامپوزیت همراه با فیلم آموزشی، تحقیق کنید و فعالیت‌های عملی قابل اجرا، نکات ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط آورده شده است.

استاندارد عملکرد

تهیه برخی از فراورده‌های پتروشیمی مانند پلیمر و چسب طبق دستور کار.

شایستگی‌های غیر فنی

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی - انجام وظایف و کارهای محوله - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت موثر زمان - استفاده بهینه از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام کارها و وظایف محوله
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

شایستگی‌های فنی

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود:

- ۱ پالایش نفت و گاز را شرح دهند.
- ۲ چند نمونه پلیمر تهیه کنند.
- ۳ چند نمونه چسب تهیه کنند.

نفت خام

میلیون‌ها سال قبل، نفت خام و گاز طبیعی در اثر تجزیه و فاسد شدن گیاهان و اجساد حیوانات در ته دریاها و اقیانوس‌ها به وجود آمد. بخش اعظم این مواد آلی در هوا تجزیه (اکسید) و وارد جوّ شد. ولی بخشی دیگر پیش از تجزیه، مدفون و بر اثر فشار و گرمای درونی زمین به صورت عنصرهای آلی همچون نفت و گاز طبیعی تبدیل و در مخزن‌های زیرزمینی و در عمق سه تا چهار هزار متری و با فشار حدود چند صد اتمسفر ذخیره شده است.

در حدود چهار هزار و پانصد سال پیش، در دوران باستان ملّتهای متمدن همچون سومری‌ها و بابلی‌ها با برخی از مواد نفتی که در دریاچه قیر به دست می‌آمد، آشنایی داشتند. آنان از قیر به عنوان ماده نفوذناپذیر استفاده می‌کردند. همچنین یونانی‌ها و رومی‌ها نیز از مواد قیری برای نفوذناپذیر کردن بدنه کشتی‌ها و برای روشنایی و گرم کردن بهره می‌جستند.



شکل ۱- استفاده از قیر برای آب‌بندی کشتی‌ها و به عنوان سوخت برای روشنایی

ترکیبات عمده موجود در نفت خام شامل هیدروکربن‌های سیرشده زنجیرهای به فرمول کلی C_nH_{2n+2} ، هیدروکربن‌های سیرشده حلقوی به فرمول عمومی C_nH_{2n} و هیدروکربن‌های سیرشده زنجیری مانند اتیلن و استیلن هستند. گازهای طبیعی، بخش گازی شکل مواد نفتی است که همراه با نفت خام در مخزن‌های زیرزمینی وجود دارد یا از تقطیر نفت خام به دست می‌آید.

گاز طبیعی

استفاده از گاز طبیعی قدمتی در حدود چند هزار ساله دارد. در حدود ۹۵۰ سال پیش از میلاد مسیح، مردم چین از گاز طبیعی برای جوشاندن آب دریا و به دست آوردن نمک استفاده می‌کردند. تمدن‌های باستانی دیگری نیز خروج گاز از زمین را متوجه شده و دریافته بودند که قابل اشتعال است و می‌سوزد. اما از اوایل دهه ۱۹۳۰ اهمیت گاز طبیعی به عنوان سوخت مورد استفاده در زندگی بشر آغاز شد. در اواخر سده بیستم گاز طبیعی در بخش اعظم جهان صنعتی به یک منبع انرژی بسیار ضروری و حیاتی تبدیل شد.

گازهای طبیعی، مخلوطی از گازهای متان (قسمت عمده حدود ۸۵٪)، اتان، پروپان، بوتان و مقدار کمی دوده است. در این میان هیدروکربن‌های سنگین‌تر، در برخی از میدان‌های گازی اتان درصد قابل ملاحظه‌ای (۱۰٪ یا کمی بالاتر) را تشکیل می‌دهد. اغلب گازهای طبیعی که از میدان‌های مختلف گازی استخراج می‌شوند، علاوه بر هیدروکربن‌ها، حاوی درصد پایینی از گازهای اسیدی مانند CO_2 و H_2S هستند که درصد آنها در مخزن‌های مختلف و حتی در قسمت‌های مختلف از یک مخزن، با یکدیگر متفاوت است. گاز طبیعی به دلیل بوی بد حاصل از محتویات گوگردی آن «گاز ترش» نامیده می‌شود. همچنین گاز ترش به علت محتوای گوگردی آن می‌تواند برای تنفس بسیار خطرناک و سمی باشد. گاز ترش گاز نامطلوبی بوده و به شدت باعث خوردگی لوله‌های انتقال گاز می‌شود. به فرایند جداسازی کربن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید از گاز طبیعی به وسیله محلولی از آب و آمین‌ها را شیرین‌سازی گاز می‌گویند. فرایند شیرین‌سازی در پالایش گاز و واحدهای پتروشیمی کاربرد فراوان دارد.

گفتنی است همیشه مقدار ناچیزی از بخار آب با گاز طبیعی استخراج می‌شود که در واحدهای پتروشیمی (پالایشگاه‌ها) در بخشی به نام واحد نم‌زدایی، آب و ترکیب‌های مزاحم که سبب پایین آوردن ارزش گرمایی گاز شده و همچنین مشکلاتی در انتقال و مصرف گاز به وجود می‌آورند، از گاز طبیعی جدا شده و پس از آن، گاز به خطوط انتقال و در نهایت به مصرف‌کنندگان تحویل داده می‌شود.

فیلم آموزشی

پالایش گاز طبیعی و شیرین‌سازی



صنایع پتروشیمی

در اواسط سده نوزدهم با توسعه و پیشرفت فناوری حفاری و در اواخر سده نوزدهم با فناوری تقطیر و پالایش نفت، استفاده از آن در موارد غیرسوختی، جهش حیرت‌آوری یافت. به طوری که در اوایل سده بیستم نفت خام و گاز طبیعی به عنوان ماده اولیه برای تهیه بسیاری از ترکیبات مورد نیاز انسان، اهمیت حیاتی و روز افزونی پیدا کرده است (شکل ۲).



شکل ۲ - جداسازی صورت گرفته بر روی نفت خام در یک واحد پالایشگاهی

توجه خاص کشورها به صنعت پتروشیمی، رونق و فراگیری آن در جهان را موجب شده است. در حال حاضر صنایع شیمیایی به همراه صنایع غذایی و خودروسازی جزء سه صنعت بزرگ جهان محسوب می شوند. ایران با توجه به دارا بودن دومین ذخایر بزرگ گاز دنیا و پنجمین تولیدکننده نفت جهان، درصد بالایی از درآمدهای صادراتی خود را از نفت و گاز تأمین می کند. شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران، کار خود را از سال ۱۳۴۲ با افتتاح واحد تولیدی کود شیمیایی شیراز شروع کرد. در فاصله بین سال های ۱۳۴۲ تا پیش از جنگ تحمیلی شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران مرحله توسعه نخستین خود را پشت سر گذاشت، اما فعالیت های این شرکت تا اواسط ۱۳۶۷ به حداقل خود رسید. اما پس از جنگ با توجه به اهمیت فراوان صنعت پتروشیمی،

شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران مرحله تجدید حیات و نوسازی را به سرعت شروع کرد و در حال حاضر دومین تولیدکننده فراورده‌های پتروشیمی در خاورمیانه است. امروزه صنایع پتروشیمی اهمیت اساسی و بنیادی در رفع نیازهای عمومی جامعه بشری را به عهده دارد.

صنایع پتروشیمی، بخشی از صنایع شیمیایی است که فراورده‌های شیمیایی را طی واکنش‌هایی از نفت خام یا گاز طبیعی به دست می‌آورند. صنعت پتروشیمی را می‌توان تأمین‌کننده اصلی مواد مصرفی مورد نیاز در بیشتر صنایع شیمیایی، نساجی، خودروسازی، لوازم خانگی، پزشکی، برق و الکترونیک، غذایی و غیره دانست. یکی از ویژگی‌های این صنعت، تنوع محصولات آن و تأمین مواد اولیه هزاران کارگاه و کارخانه صنایع است که از نظر اشتغال‌زایی و کسب درآمدهای ارزی و قطع وابستگی نقش بسیار مؤثری در اقتصاد کشور دارد. یکی از مهمترین ویژگی‌های دیگر صنعت پتروشیمی ارزش افزوده بسیار بالای آن است. بدین معنی که با تغییرات شیمیایی و فیزیکی بر روی هیدروکربن‌های نفتی و گازی می‌توان ارزش محصول را به میزان ۱۰ تا ۱۵ برابر افزایش داد. تولید محصولات پتروشیمی به گونه‌ای است که معمولاً یک واحد اصلی در بالادست، ماده اولیه واحدهای دیگر را تولید می‌کند؛ مانند واحد الفین که با تولید اتیلن و پروپیلن نیاز واحدهای پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن را تأمین می‌کند.

بهره‌برداری از نفت خام به دو واحد بزرگ تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- واحدهای بالادستی: این واحدها وظیفه استخراج نفت خام از چاه‌های نفت و نمک‌زدایی را برعهده دارند. خروجی این واحدها یا صادر می‌شود و یا برای جداسازی اجزای نفت خام به پالایشگاه‌ها فرستاده می‌شود.

۲- واحدهای پایین دستی: این واحدها نفت خام نمک‌زدایی شده را از واحد بالادستی تحویل می‌گیرند و با انجام فرایندهای مختلف، آن را به مواد با ارزش دیگر تبدیل می‌کنند.

پالایشگاه‌ها واحدهای بسیار مهمی هستند که در آنها نفت خام به مواد مفیدتری مانند گاز مایع، نفت سفید، بنزین، گازوئیل، نفت کوره، قیر و دیگر فراورده‌های نفتی جدا شده و به عنوان مواد اولیه برای واحدهای بنیادی فرستاده می‌شود. پالایشگاه‌های نفت به طور معمول واحدهای صنعتی بزرگ و پیچیده‌ای هستند که در آنها واحدهای مختلف توسط مسیرهای لوله‌کشی متعددی به هم پیوند داده شده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳- یکی از مجتمع‌های پتروشیمی

همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، بنزین برشی از نفت خام و یکی از محصولات مهم پالایشگاه‌های نفت خام است که محتوی هیدروکربن‌های ۵ تا ۱۲ کربنی است. بنزین در حدود ۱۵٪ از نفت خام را تشکیل می‌دهد و در موتورهای احتراقی (خوردوها، هواپیماها، موتورسیکلت‌ها و موتورهای برق) به عنوان سوخت به کار می‌رود. یکی از عوامل بسیار مهم بنزین عدد اکتان آن است. این عدد بیانگر ویژگی ضدضربه یا آرام سوزی بنزین است. درصد ایزواکتان را در مخلوطی از ایزواکتان و نرمال هپتان نشان می‌دهد. بدین منظور انفجار ناشی از مخلوطی از ایزواکتان و هپتان نرمال را در موتور استاندارد با هیدروکربن‌های موردنظر مقایسه می‌کنند. اجسامی با توان ضدانفجاری بیش از اکتان، عددی بالاتر از ۱۰ را اتخاذ می‌کنند. برحسب معمول عدد اکتان بنزین خودرو در حدود ۷۰ درصد و در مورد هواپیما این مقدار به ۱۳۰ می‌رسد.



شکل ۴- برخی از کاربردهای بنزین به عنوان سوخت

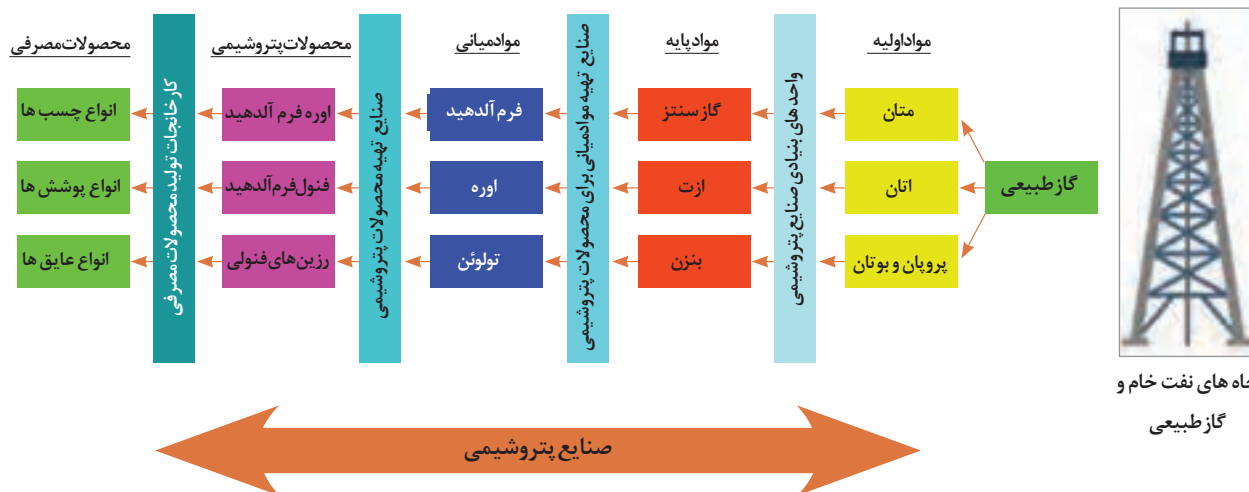
چه افزودنی‌هایی به بنزین برای بالا بردن عدد اکتان اضافه می‌شود؟

تحقیق کنید
۱



واحدهای بنیادی مانند واحدهای مولکول شکنی (کراکینگ)؛ در این واحدها مواد اولیه حاصل شده از پالایشگاه‌ها به مواد پایه مانند متان، اولفین‌ها (هیدروکربن‌هایی که در ساختار خود دارای پیوند دوگانه هستند؛ مانند اتیلن، پروپیلن، وینیل کلرید و...) ترکیبات حلقوی دارای کلر و گوگرد تبدیل می‌شوند. واحدهای واسطه‌ای مانند واحدهای تولید دی‌کلرواتیلن، وینیل کلرید؛ در صنایع پتروشیمی به واحدهایی گفته می‌شود که از نظر خط تولید و برحسب ضرورت در میان واحدهای بنیادی و واحدهای نهایی قرار گرفته باشند. مثلاً برای تولید پلی‌وینیل کلرید (PVC) از اتیلن، نیاز به دو واحد واسطه‌ای یکی جهت ساختن دی‌کلرواتیلن و دیگری جهت ساختن وینیل کلرید از آن نیاز است.

واحدهای نهایی مانند واحدهای تولید پلی‌وینیل کلرید (PVC) و لاستیک مصنوعی؛ در این واحد فرآورده نهایی پتروشیمی تولید و به بازار عرضه می‌شود. در کارخانجات مختلف فرآورده‌های نهایی پتروشیمی به محصولات مصرفی تبدیل می‌شوند. واحدهای تولید الیاف مصنوعی، قطعات پلاستیکی و لاستیکی را می‌توان از مهمترین کارخانجات به حساب آورد.



شکل ۵ - تهیه انواع چسب‌ها، پوشش‌ها و عایق‌ها از نفت خام (ابتدا تا انتها)

همان‌طور که در بالا اشاره شد، طیف وسیعی از مواد اولیه، محصولات مصرفی و محصولات صنعتی از محصولات پتروشیمی به دست می‌آید. بسیاری از آنها که امروزه در تهیه انواع وسیله‌ها نقش بسیار کلیدی را در زندگی ما دارند بخش مهمی از محصولات ارزشمند صنعت پتروشیمی هستند. به همین دلیل در ادامه به طور گسترده درباره آنها صحبت می‌کنیم.



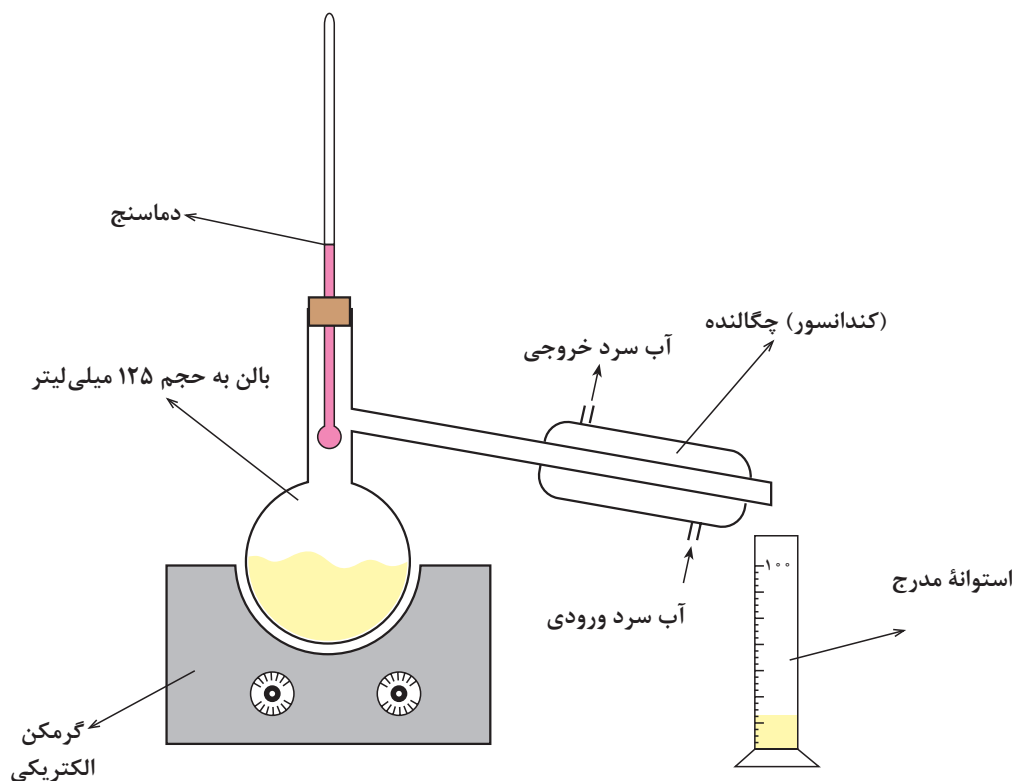
تقطیر فرآورده‌های نفتی

تقطیر ASTM نفت خام

این آزمایش که به تقطیر ASTM^۱ مشهور است، ساده‌ترین نوع تقطیر است که به منظور تعیین محدوده دمای جوش محصولات نفتی مختلف نظیر بنزین، نفتا، نفت سفید، گازوییل و سوخت کوره انجام می‌شود. همان‌طور که می‌دانید مواد خالص در فشار ثابت در یک دمای ثابت و معین می‌جوشند یعنی تا زمانی که آخرین قطره مایع تبخیر شود، دما تغییر نمی‌کند و همچنان ثابت است. اما مخلوط‌ها و ازجمله محصولات نفتی که مخلوطی از هیدروکربن‌های مختلف می‌باشند، در یک دمای ثابت نمی‌جوشند، بلکه دارای «محدوده دمای جوش» می‌باشند. در این آزمایش می‌توان محدوده دمای جوش ترکیبات مختلف نفتی را تعیین کرد و براساس آن نموداری به نام «منحنی تقطیر ASTM» رسم نمود. این منحنی امکان نتیجه‌گیری در مورد توزیع هیدروکربن‌های موجود در یک نمونه را فراهم می‌کند.

مواد و وسایل مورد نیاز:

شکل الف تجهیزات مورد نیاز جهت انجام تقطیر ساده (ASTM) را نشان می‌دهد.



شکل الف) دستگاه تقطیر ASTM

۱- American Society for Testing and Materials

روش کار:

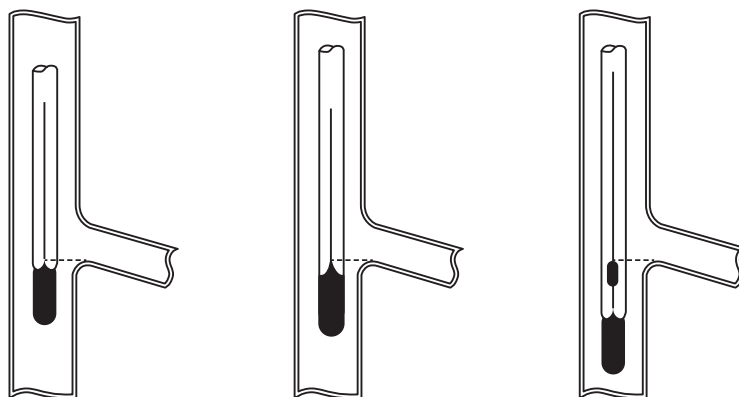
ابتدا لازم است با بعضی از تعاریف و اصطلاحات مهم درخصوص تقطیر، به شرح زیر آشنا شوید:

- **نقطه جوش اولیه^۱ (IBP):** دمایی است که در آن، اولین قطره از مایعات تقطیر شده وارد استوانه مدرج می شود.
- **نقطه جوش نهایی^۲ (FBP):** بالاترین دمایی است که به هنگام تقطیر نمونه مشاهده می شود. اگر همه نمونه تبخیر شود و هیچ ته مانده ای در داخل بالن باقی نماند، این دما هنگامی مشاهده می شود که آخرین قطره نمونه، تبخیر گردد.

- **نقطه تجزیه:** دمایی است که در آن، اولین آثار تجزیه نمونه در داخل بالن، مشاهده می شود. تشکیل ذرات سیاه و چسبیده در کف بالن نشانه تجزیه ماده نفتی است.

در ابتدا ۱۰۰ میلی لیتر نمونه را داخل بالن ریخته و مطابق شکل ب چگالنده را به بالن متصل کرده و استوانه مدرج را در زیر لوله خروجی چگالنده قرار دهید. وضعیت قرارگرفتن دماسنج در داخل بالن مطابق شکل باشد تا دماهایی که یادداشت می کنید دقیقاً محدوده جوش نمونه را نشان دهند.

بعد از آماده شدن دستگاه، نمونه را حرارت دهید. معمولاً شدت حرارت را به گونه ای تنظیم می کنند که اولین قطره مایعات تقطیر شده بعد از ۵ تا ۱۰ دقیقه در استوانه مدرج ظاهر شود. هنگامی که اولین قطره مایع به داخل استوانه مدرج وارد شد، دما را یادداشت کنید. این دما همان IBP است. طبق جدول وقتی که حجم مایعات تقطیر شده در استوانه مدرج به ۵، ۱۰، ۲۰، ...، ۹۰ و ۹۵ میلی لیتر رسید، دما را یادداشت کنید. معمولاً شدت حرارت را به گونه ای تنظیم می کنند که در هر دقیقه 5°C به دمای نمونه افزوده شود. هنگامی که آخرین قطره مایع تبخیر شد، دماسنج بالاترین دما را نشان خواهد داد، آن را به عنوان FBP یادداشت کنید. البته اگر نمونه تجزیه شد و قسمتی از آن در ته بالن باقی ماند، بالاترین دمایی را که دماسنج در طول آزمایش نشان داد به عنوان FBP گزارش کنید. در خاتمه حرارت دادن را قطع کنید و اجازه دهید دستگاه خنک شود. پس از خنک شدن دستگاه، بخش های مختلف آن را جدا کرده با حلال (مثلاً استون) شست و شو دهید.



شکل ب) موقعیت صحیح انواع دماسنج در داخل بالن

۱- Initial Boiling Point (IBP)

۲- Final Boiling Point (FBP)

جدول تغییرات دما برحسب حجم مایعات تقطیر شده (میلی لیتر)

دما (°F یا °C)	حجم مایعات تقطیر شده (میلی لیتر)
	IBP
.....	۵
.....	۱۰
.....	۲۰
.....	۳۰
.....	۴۰
.....	۵۰
.....	۶۰
.....	۷۰
.....	۸۰
.....	۹۰
.....	۹۵
.....	FBP

نتایج به دست آمده را به صورت تغییرات دما (محور عمودی) برحسب تغییرات حجم^۱ مایعات تقطیر شده (محور افقی) رسم کنید تا منحنی تقطیر ASTM نمونه مورد آزمایش به دست آید. شکل پ نمونه ای از منحنی های تقطیر ASTM را نشان می دهد. همان طور که در شکل مشاهده می کنید حجم مایعات تقطیر شده که در استوانه مدرج جمع آوری شده اند ۱۰۰ میلی لیتر نیست، زیرا ممکن است بخشی از نمونه از درزها یا از داخل استوانه مدرج به شکل بخار خارج شود^۲. همچنین ممکن است بخشی از نمونه تجزیه شده و در کف بالن باقی بماند^۳ (حتی به صورت جامد به کف بالن بچسبد). به هر حال باید معادله زیر برقرار باشد:

$$100 = d + l + r$$

$d = \text{mL}$ حجم مایعات تقطیر شده،

$l = \text{mL}$ حجم مایعاتی که به شکل بخار از درزها خارج شده اند (تلف شده اند)،

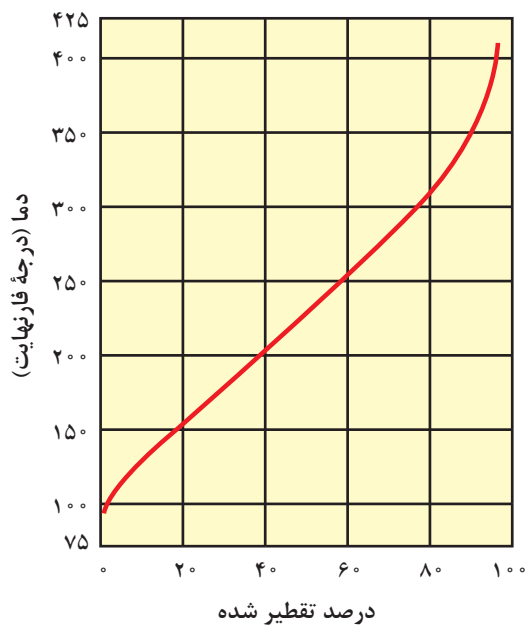
$r = \text{mL}$ حجم مایع باقی مانده در کف بالن،

۱- چون حجم نمونه ۱۰۰ میلی لیتر است، بنابراین محور افقی نمودار شکل پ را می توان برحسب درصد یا برحسب میلی لیتر نام گذاری کرد که اولی متداول است.

۲- Loss

۳- Residue

	°F	°C
نقطه جوش اولیه (IBP)	۹۸	۳۶/۵
۵٪ تقطیر شده	۱۱۴	۴۵/۵
۱۰٪ تقطیر شده	۱۲۹	۵۴
۲۰٪ تقطیر شده	۱۵۰	۶۵/۵
۳۰٪ تقطیر شده	۱۷۱	۷۷
۴۰٪ تقطیر شده	۱۹۳	۸۹/۵
۵۰٪ تقطیر شده	۲۱۵	۱۰۱/۵
۷۰٪ تقطیر شده	۲۶۸	۱۳۱
۸۰٪ تقطیر شده	۳۰۰	۱۴۹
۹۰٪ تقطیر شده	۳۴۰	۱۷۱
۹۵٪ تقطیر شده	۳۶۸	۱۸۶/۵
نقطه جوش نهایی (FBP)	۴۰۸	۲۰۹
٪		
تقطیر شده (d)	۹۷/۵	
ته مانده (r)	۱/۰	
تلف شده (I)	۱/۵	



شکل پ) نمونه‌ای از اطلاعات گزارش شده در تقطیر ASTM

معمولاً d و r اندازه‌گیری شده سپس از معادله مذکور جهت محاسبه حجم مایعات تلف شده (l) استفاده می‌شود. در این فعالیت، علاوه بر جدول و منحنی تقطیر ASTM، مقدارهای زیر را نیز گزارش می‌کنند:

$$\%100 \times \frac{\text{حجم نهایی مایعات تقطیر شده در استوانه مدرج (mL)}}{100 \text{ (mL)}} = \text{درصد بازیابی شده}$$

$$\%100 \times \frac{\text{حجم نهایی مایع باقی مانده در بالن (mL)}}{100 \text{ (mL)}} = \text{درصد باقی مانده}$$

درصد باقی مانده - درصد بازیابی شده - $\%100$ = درصد تلف شده

FBP - IBP = فاصله جوش نمونه

بسیارها

بسیارها یا پلیمرها در دنیای گوناگون و پرجاذبه شیمی به مرحله ظهور رسیده‌اند. ما در دوره‌ای زندگی می‌کنیم که بسیارها هر روز بیشتر از پیش در جنبه‌های گوناگون زندگی مطرح می‌شوند. تصوّر جهان پیشرفته کنونی بدون وجود مواد بسیاری بسیار مشکل است. امروزه بسیارها جزئی از زندگی شده‌اند و در ساخت اشیای مختلف، از وسایل زندگی و مواد مصرف عمومی گرفته تا ابزار دقیق و پیچیده به کار می‌روند. مطابق شکل ۶، پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، الیاف، چسب‌ها و رنگینه‌ها همگی نمونه‌هایی از بسیارها هستند. هر کدام از این بسیارها به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود کاربرد ویژه‌ای دارند.



شکل ۶- برخی از موارد گسترده کاربرد بسیارها

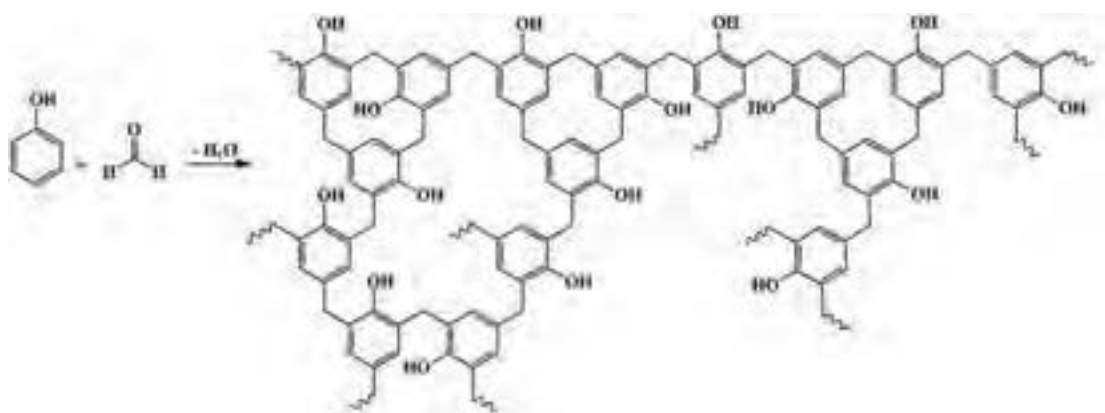
پیشینه تاریخی بسیار

پیشرفتهای اولیه علوم در هیچ جایی ثبت نشده است، اما بشر نخستین، آموخته بود که چگونه الیاف پروتئینی مانند پشم و ابریشم و همچنین الیافی مانند پنبه و کتان (الیاف سلولوزی^۱) را عمل آورد، رنگریزی کند و ببافد. همچنین از بسپارهای طبیعی مانند پوشش خارجی لاک پشت، شاخ حیوانات و صمغ درختان (شکل ۷) با استفاده از گرما دادن و اعمال فشار، وسایل تزئینی بسازد.

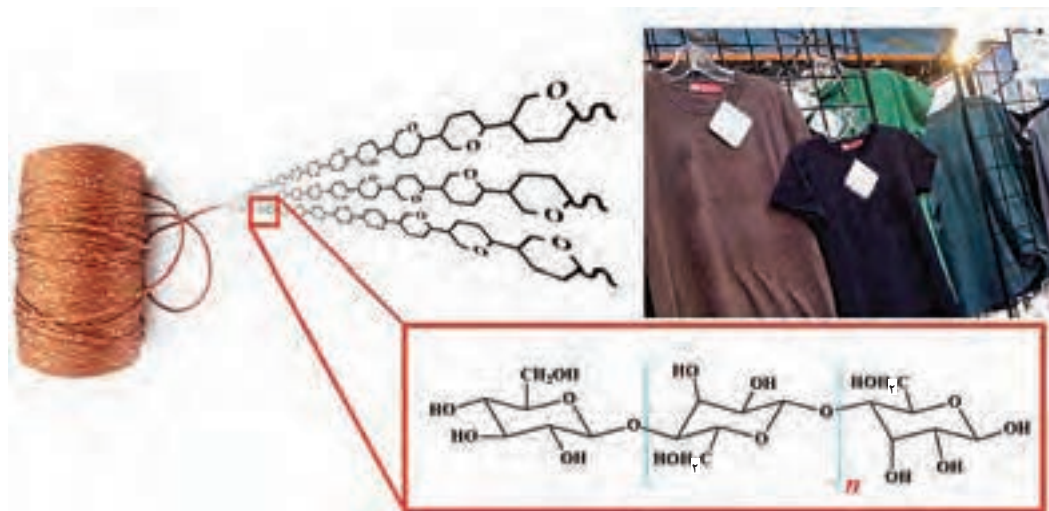


شکل ۷ - جمع آوری صمغ درختان و محبوس شدن حشره در صمغ گیاهی

با توجه به مراجع، پیدایش علوم بسیار به میانه‌های سده نوزدهم میلادی بازمی‌گردد: زمانی که هنوز ساختار ساده‌ترین مولکول‌ها هم یکی از بحث‌برانگیزترین مباحث آن زمان بود، اصطلاح بسیار توسط برزیلیوس^۱ به کار برده شده است. باکلیت^۲ را می‌توان اولین بسیار مصنوعی دانست که لئو باکلند^۳، شیمیدان بلژیکی در اوایل سده نوزدهم میلادی آن را از واکنش فنول و فرم‌آلدهید (شکل ۸) ساخت. پس از آن، الیاف نیمه‌مصنوعی ریون که از اصلاح شیمیایی سلولوز به دست می‌آید، در سال ۱۹۱۱ ساخته شد (شکل ۹). با شروع جنگ جهانی اول، موادی مانند نایلون، لاستیک بوتادی‌ان - استایرن، پلی‌اتیلن و سایر بسیارها جایگزین مواد طبیعی کمیاب شدند. از آن زمان، سیر رشد صنایع بسیار تا به امروز ادامه یافته است. جدول ۱، فهرستی از بسیارهای معروف و تاریخ ابداع و همچنین کاربردهای آنها ارائه می‌دهد.



شکل ۸ - تهیه باکلیت از فنول و فرم‌آلدهید (حفظ کردن فرمول باکلیت الزامی نیست).



شکل ۹ - ساختار الیاف ریون و نمونه‌ای از کاربرد آن (حفظ کردن فرمول ریون الزامی نیست).

۱- Berzelius

۲- Bakelite

۳- Leo Baekeland

جدول ۱ فهرست برخی از بسپارهای معروف و همچنین نمونه‌هایی از کاربردهای آنها

جدول ۱- برخی از بسپارهای معروف و کاربردهای آنها

تاریخ	بسیار	کاربردهای نمونه
۱۹۰۹	فنول - فرم‌آلدهید	پریزهای برق، پایه و گوشی تلفن
۱۹۲۷	پلی‌وینیل کلرید (پی وی سی)	سقف‌های کاذب، درب و پنجره، لوله‌های فاضلاب
۱۹۳۷	پلی استایرن	ظروف یک بار مصرف، اسباب بازی‌ها
۱۹۳۸	نایلون (پلی آمید)	فیلم ^۱ و الیاف
۱۹۳۹	ملامین فرم‌آلدهید	ظروف غذا
۱۹۴۲	پلی استر	بدنه قایق و پارچه‌های مصنوعی
۱۹۴۲	پلی اتیلن	لوله‌های آب
۱۹۴۳	تفلون (فلوئورو بسپارها)	پوشش‌ها (ظروف نچسب) و کلاه ایمنی
۱۹۴۷	اپوکسی‌ها	کف پوش و ابزارآلات
۱۹۵۷	پلی پروپیلن	کلاه ایمنی، الیاف فرش‌های ماشینی
۱۹۵۷	پلی کربنات	شیشه‌های نشکن
۱۹۷۴	پلی آمیدهای آروماتیک	نخ‌های لاستیک خودرو و جلیقه ضدگلوله
۱۹۷۹	پلی پیرول	بسیارهای رسانا در خازن‌ها و الکتروود باتری‌ها
۱۹۸۲	پلی تیوفن	بسیارهای رسانا در خازن‌ها و الکتروود باتری‌ها

تعریف بسیار و بسپارش^۲

واژه بسیار، یک واژه فارسی است که از دو بخش «بَس» به معنی بسیار و «پار» به معنی پاره یا قطعه تشکیل شده است. این واژه در برابر پلیمر انتخاب شده است که خود از دو بخش یونانی «پلی» به معنای بسیار و «مر» به معنی قسمت، پاره یا قطعه گرفته شده است. بنابراین بسپارها مولکول‌های بزرگی هستند که از واحدهای کوچک تکرارشونده که تکپار یا مونومر^۳ نامیده می‌شود، ساخته شده‌اند. تک پارها اغلب مولکول‌های کوچک حاوی گروه‌های فعال هستند که می‌توانند با مولکول‌های همانند خود یا از نوع دیگر واکنش دهند و مولکول‌های بسیار بزرگ یا بسیار را تشکیل بدهند.

۱- در بسته‌بندی مواد غذایی مانند سوسیس و کالباس و همچنین در جهت بسته‌بندی دارویی مانند کیسه‌های سرم و لوازم استریلیزه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲- Polymerization

۳- Monomer

به فرایند تهیهٔ بسپارها، بسپارش گفته می‌شود. بسپارش، یک واکنش شیمیایی است که در آن مولکول‌های کوچک و ساده یا همان تکپارها، با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و مولکولی بزرگ (بسپار) با وزن مولکولی چندین برابر (چندین هزار یا بیشتر) وزن تکپار اولیه را به وجود می‌آورند. از آنجا که تعداد واحدهای تکرارشونده در یک زنجیره بسپار بسیار زیاد است، شیمیدانان مطابق شکل ۱۰ برای نمایش بسپارها، واحدهای تکرارشونده را درون قلاب نوشته و زیروند n (درجهٔ بسپارش) را جلوی آن می‌نویسند.



شکل ۱۰- الگوی تشکیل بسپار از تکپارها

تقسیم‌بندی بسپارها

بسیاری از موادی که ما با آنها سروکار داریم همچون پروتئین‌ها، چوب، پشم، لاستیک خام، پنبه، پلاستیک، چسب‌ها و رزین‌ها، همگی بسپار هستند. با توجه به تنوع بسیار زیاد بسپارها چندین روش مختلف برای تقسیم‌بندی آنها استفاده می‌شود. بسپارها را می‌توان براساس منبع و منشأ آنها یا براساس تفاوت در ساختار مولکولی و یا براساس خواص گرمایی و کاربرد نهایی آنها به شش گروه، طبقه‌بندی کرد.

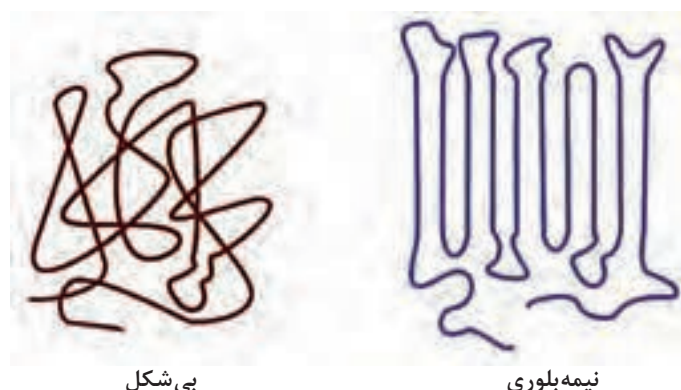
۱- تقسیم‌بندی براساس منبع و منشأ: در این تقسیم‌بندی بسپارها در یکی از سه گروه: بسپارهای طبیعی، بسپارهای نیمه‌مصنوعی (یا بازیافته) و بسپارهای مصنوعی قرار می‌گیرند. به بسپارهایی مانند پنبه، ابریشم و نشاسته که منشأ طبیعی دارند و به همان صورت هم استفاده می‌شوند، بسپارهای طبیعی گفته می‌شود. بسپارهای نیمه‌مصنوعی یا بازیافته به بسپارهایی گفته می‌شود که از اصلاح بسپارهای طبیعی در آزمایشگاه‌ها و یا کارخانه‌ها تهیه می‌شوند. از این نوع بسپارها می‌توان به نیتروسولوز که به‌طور گسترده در رنگ‌ها و لاک‌ها استفاده می‌شود، اشاره کرد. بسپارهای مصنوعی به بسپارهایی گفته می‌شود که در آزمایشگاه‌ها و کارخانه‌ها توسط شیمیدانان از تک‌پارهای متنوع تهیه می‌شوند. از این نوع بسپارها می‌توان پلی‌اتیلن (PE)، پلی‌استایرن (PS)، پلی‌وینیل کلرید (PVC) و پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) را نام برد.

۲- تقسیم‌بندی براساس ساختار: واحدهای ساختاری حاصل از واکنش تکپارها ممکن است در الگوهای متفاوتی به هم متصل شوند که منجر به تهیهٔ بسپارهای خطی، شاخه‌دار و یا شبکه‌ای شده شوند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- تقسیم‌بندی بر اساس ساختار بسپارها

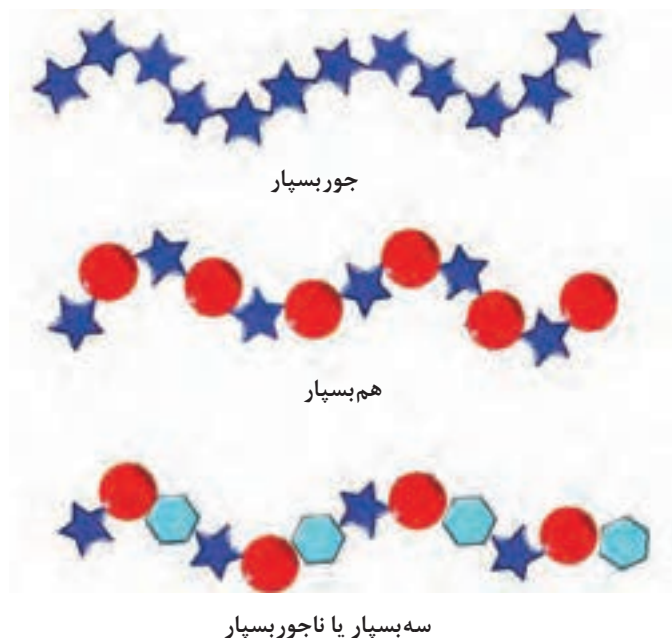
۳- تقسیم‌بندی بر اساس بلورینگی: بسپارها از نظر بلورینگی می‌توانند بی‌شکل (آمورف^۱) یا نیمه‌بلوری باشند (شکل ۱۲). به علت بلند بودن زنجیره‌های بسپار امکان دستیابی به آرایشی کاملاً منظم، مانند موادی با وزن مولکولی کم، وجود ندارد. پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌آکریلونیتریل و همچنین پلی‌اتیلن ترفتالات نمونه‌هایی از بسپارهای نیمه‌بلوری هستند. در مقابل بسپارهای نیمه‌بلوری بسپارهای بی‌شکل زنجیره‌هایی دارند که توانایی کنار هم قرار گرفتن به صورت منظم و به وجود آوردن آرایش منظم را ندارند. در این بسپارها زنجیره‌هایی به صورت اتفاقی مانند ظرفی پر از رشته‌های ماکارونی وجود دارد. پلی‌متیل متاکریلات و پلی‌کربنات نمونه‌هایی از بسپارهای بی‌شکل هستند.



شکل ۱۲- طرح‌واره بسپارهای بی‌شکل و نیمه‌بلوری

۴- تقسیم‌بندی بر اساس ماهیت تکپارها: در این نوع تقسیم‌بندی، بسپارهایی که فقط از یک نوع واحد تکرارشونده (تکپار) تشکیل شده‌اند، جوربسپار^۲ و آنهایی که از دو نوع واحد تکرارشونده (تکپار) تشکیل شده‌اند، هم‌بسپار^۳ نامیده می‌شوند. گاهی اصطلاح سه‌بسپار^۴ نیز برای محصولات حاصل از بسپارش سه تکپار به کار می‌رود. در عین حال، در مورد محصولاتی که با بیش از سه تکپار بسپارش شده‌اند، لفظ ناجوربسپار^۵ رایج است (شکل ۱۳).

-
- 1- Amorphous
 - 2- Homopolymer
 - 3- Copolymer
 - 4- Terpolymer
 - 5- Heteropolymer



شکل ۱۳- نمای ساده از انواع بسپارها بر اساس ماهیت تکیارها

۵- تقسیم‌بندی براساس پاسخ گرما: از دیدگاه مهندسی مفیدترین طبقه‌بندی برای بسپارها بر اساس پاسخ گرمایی آنهاست. بر این اساس بسپارها به دو دسته گرمانرم‌ها (ترموپلاستیک‌ها)^۱ و گرماسخت‌ها (ترموست‌ها)^۲ تقسیم می‌شوند.

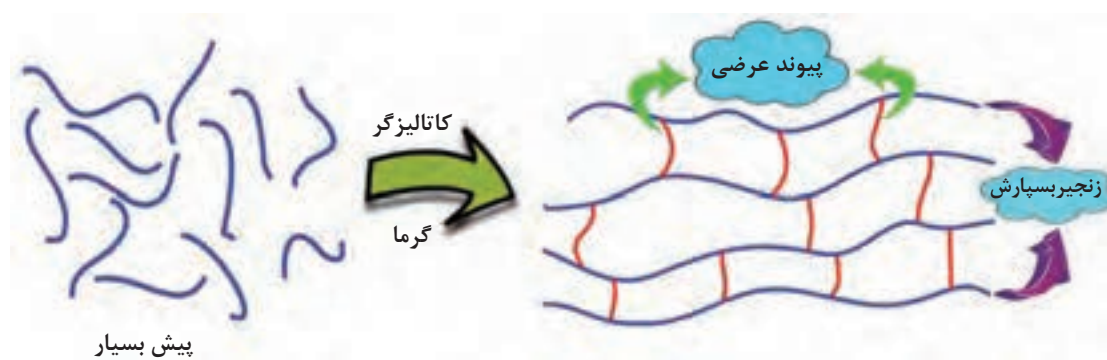


شکل ۱۴- برخی از کاربرد گرمانرم‌ها

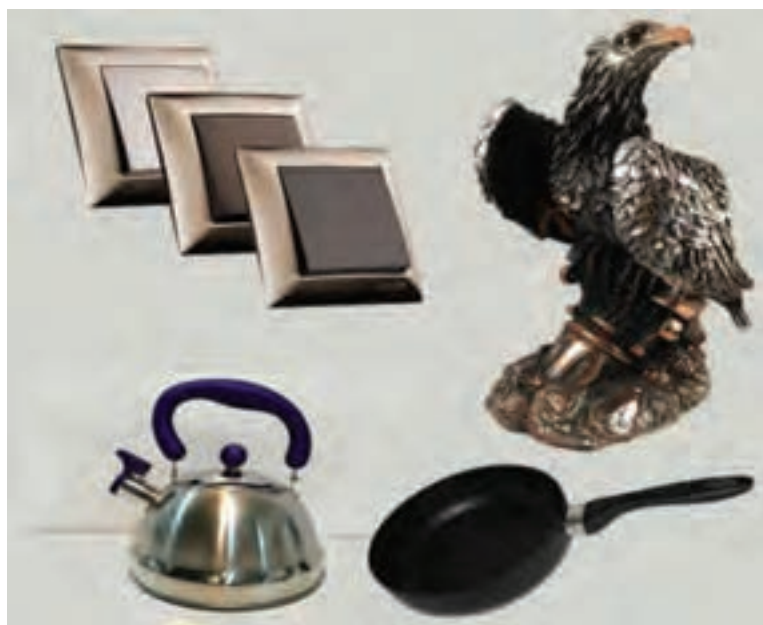
گرمانرم‌ها: به بسپارهایی مانند نایلون، پلی‌استایرن و پلی‌اتیلن گفته می‌شود که با افزایش دما بدون تغییر شیمیایی، ذوب می‌شوند. رفتار این بسپارها مانند رفتار شمع است و می‌توانند به دفعات ذوب و دوباره جامد شوند. چنین بسپارهایی در حالت مذاب، مانند مایعات جاری می‌شوند و در اثر سرما سخت می‌شوند و شکل قالب را به خود می‌گیرند. مطابق شکل ۱۴، گرمانرم‌ها به‌طور گسترده در صنایع بسته‌بندی، ساخت لوازم خانگی، لباس و غیره کاربرد دارند.

1- Thermoplastics
2- Thermosets

گرما سخت‌ها: به بسپارهایی گفته می‌شود که بر اثر اعمال گرما در تغییرات شیمیایی شرکت می‌کنند و در آنها پیوندهای عرضی ایجاد می‌شود و بسپار جامد می‌شود. گرماسخت‌ها بیشتر به صورت مایع و پیش‌بسپار وجود دارند که توسط کاتالیزگرها یا گرم‌شدن در زیر فشار به یک شکل دائمی و پایدار تبدیل می‌شوند (شکل ۱۵). این بسپارها هنگام گرمادهی، ذوب نمی‌شوند، بلکه در دماهای بسیار بالا تجزیه می‌شوند. فنول - فرم‌آلدهید، پلی‌استرهای سیرنشده و اپوکسی‌ها در این دسته از بسپارها قرار می‌گیرند و در مجسمه‌سازی، ساخت کلید و پریز برق و همچنین دسته کتری و ماهی‌تابه کاربرد دارند (شکل ۱۶).



شکل ۱۵- سازوکار کلی تهیه گرماسخت‌ها از پیش بسپار

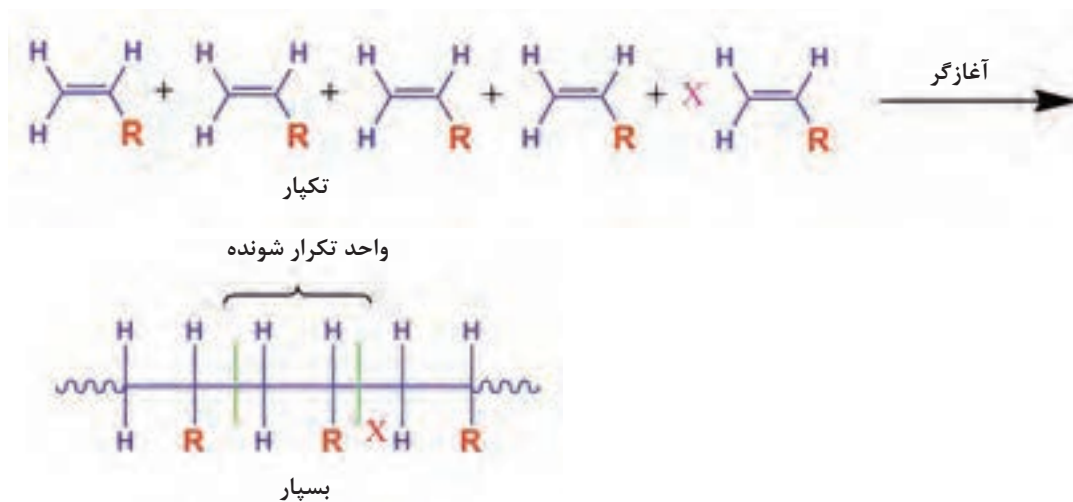


شکل ۱۶- برخی از کاربردهای گرماسخت‌ها

۶- تقسیم‌بندی براساس کاربرد: بسپارها در صنعت به چهار گروه بزرگ پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، الیاف و چسب‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند که در صفحات بعدی به صورت گسترده به این مطالب پرداخته شده است.

انواع بسپارش

واکنشهای بسپارش به دو نوع زنجیره‌ای (یا افزایشی) و تراکمی (یا مرحله‌ای) طبقه‌بندی می‌شوند. واکنش‌های بسپارش زنجیره‌ای (یا افزایشی)، عموماً واکنش‌هایی هستند که در آنها از تکپارهای دارای پیوند دوگانه کربن (C=C) استفاده می‌شود (شکل ۱۷). در این نوع بسپارش، ابتدا با استفاده از یک آغازگر یک مرکز فعال در محیط واکنش به وجود می‌آید که می‌تواند به سهولت با تکپارها واکنش دهد و واکنش به صورت زنجیره‌وار ادامه پیدا کند. پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌استایرن، و پلی‌وینیل استات نمونه‌هایی از بسپارهایی هستند که به روش بسپارش زنجیره‌ای یا افزایشی تولید می‌شوند.



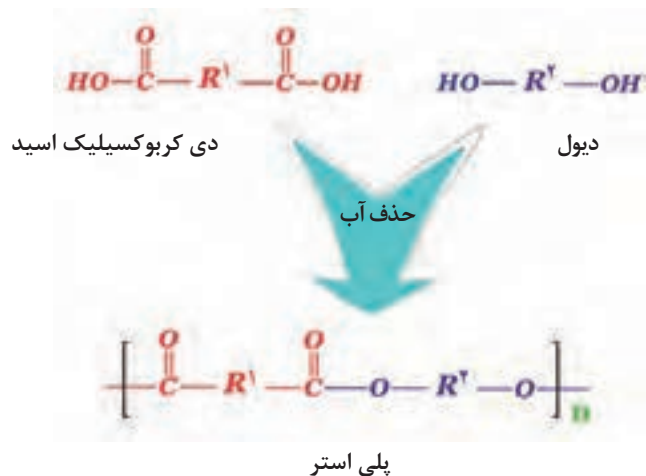
شکل ۱۷- سازوکار کلی بسپارش زنجیره‌ای یا افزایشی

واکنش بسپارش، پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن را از تکپارهای مربوط بنویسید.

پرسش ۱

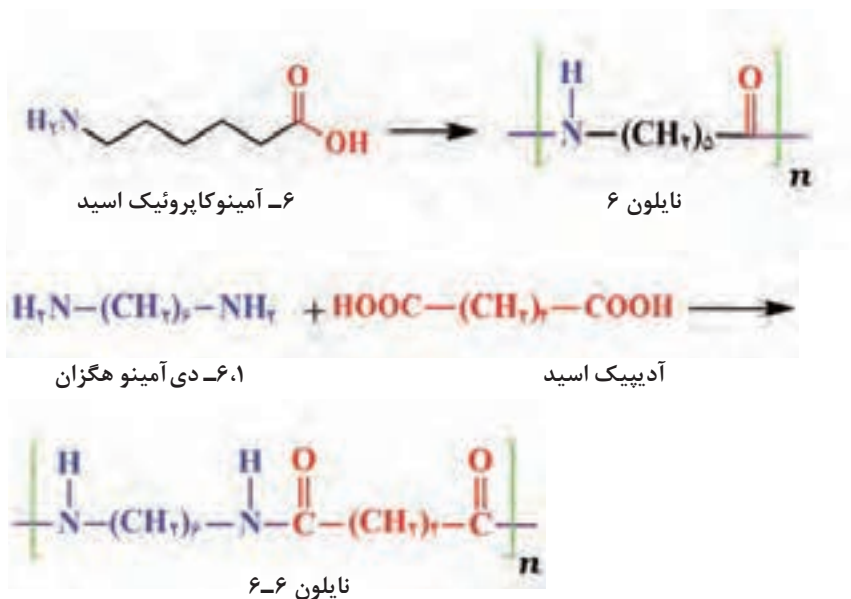


واکنش‌های بسپارش تراکمی (یا مرحله‌ای) عموماً واکنش‌هایی هستند که در آنها از تکپارهایی که دارای دو گروه عاملی مناسب هستند، استفاده می‌شوند. پلی‌استرها و پلی‌آمیدها (نایلون‌ها) معروف‌ترین بسپارهایی هستند که با این روش تولید می‌شوند. برای مثال پلی‌استرها معمولاً از طریق واکنش بین تکپارهای کربوکسیلیک اسید و دیول که منجر به حذف آب می‌شود، مطابق شکل ۱۸ تهیه می‌شوند.



شکل ۱۸- سازوکار کلی تهیه پلی استر از روش بسپارش مرحله ای یا تراکمی

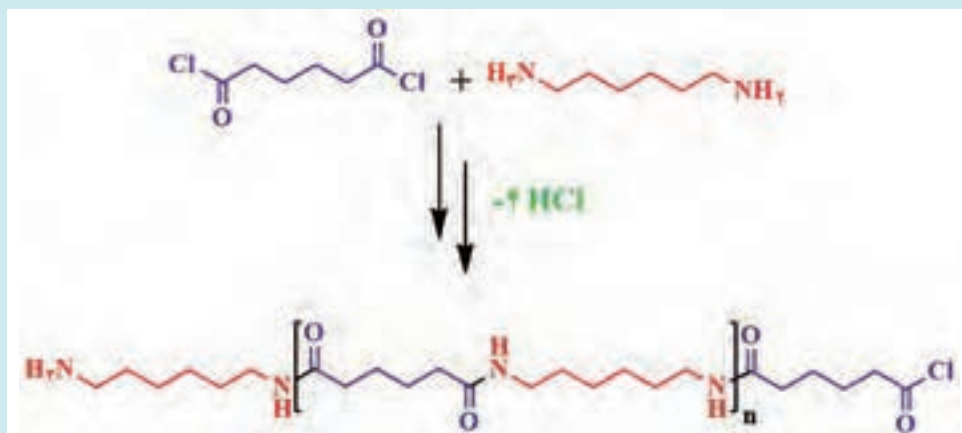
گفتنی است نایلون ها نخستین الیاف مصنوعی ساخت بشر است که در سال ۱۹۳۸ تهیه شدند. نایلون ها دسته بزرگی از پلی آمیدها هستند که از واکنش آمینو اسیدها به دست می آیند. رایج ترین نایلون، نایلون ۶ است که از بسپارش ۶- آمینوکاپروئیک اسید یا ترکیب حلقوی آن (لاکتام) در حضور مقدار کمی آغازگر مانند آب تهیه می شود. روش دیگر تهیه نایلون ها از واکنش بین دی کربوکسیلیک اسیدها با دی آمین ها است. برای مثال، نایلون ۶-۶ از واکنش آدیپیک اسید و ۶،۱- دی آمینوهگزان تهیه می شود (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- سازوکار کلی تهیه نایلون ۶ و نایلون ۶-۶



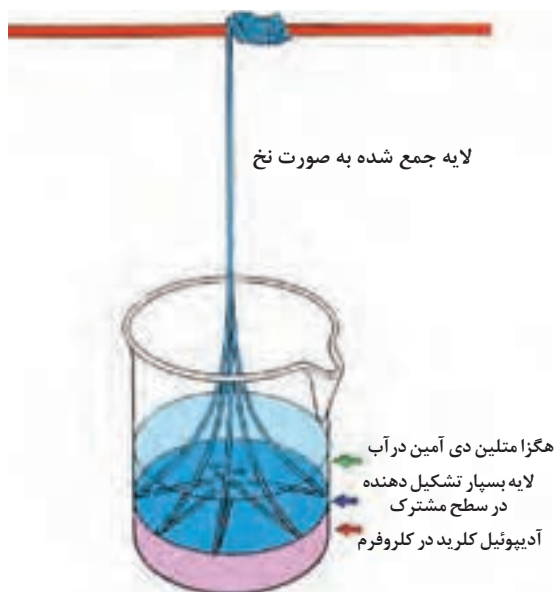
برای تهیه پلی استرها و پلی آمیدها می توان به جای دی کربوکسیلیک اسیدها، از دی آسید کلریدها استفاده کرد (شکل ۲۰)



روش تهیه نایلون ۶-۶

ثابت سرعت این واکنش ها چند ده برابر واکنش های مشابهی است که از دی کربوکسیلیک اسیدها استفاده می شود. امتیاز دیگر این روش این است که در دمای پایین تری (صفر تا ۵۰ درجه سلسیوس) نیز انجام پذیر هستند. برای انجام این واکنش ها، در دمای پایین، از روش بسپارش مرحله ای بین سطحی استفاده می شود.

بدین ترتیب که تکپارها در فصل مشترک دو فاز آلی و آبی با یکدیگر واکنش می دهند. مثلاً در تهیه نایلون ۶-۶، ۶،۱ دی آمینوهگزان را در آب حل کرده، به آن محلول آدیپوئیل کلرید در یک حلال آلی (مانند کلروفرم) اضافه می شود. از آنجا که دو فاز آبی و آلی با هم امتزاج پذیر نیستند، فاز آبی بر روی فاز آلی قرار می گیرد. تکپارها خود را به سطح مشترک دو مایع رسانده، در فاز مخالف نفوذ می کنند. دو تکپار با یکدیگر واکنش می دهد و بسپار تشکیل می شود. اما این بسپار دچار جدایی فازی می شود (رسوب می کند) و به شکل یک لایه، بین دو فاز درمی آید. چنانچه خواص مکانیکی بسپار حاصل قوی باشد، می توان آن را مانند نخ به دور یک میله جمع کرد و از داخل محلول بیرون کشید (شکل ۲۰).



شکل ۲۰ - سازوکار کلی تهیه نایلون ۶-۶ از طریق بسپارش بین سطحی



در نامگذاری نایلون ۶-۶ اعداد به کار رفته نشان دهنده چیست؟

تهیه نایلون ۶-۶

جرم مولکولی بسپارها

به مجموع جرم‌های اتمی همه اتم‌های موجود در یک مولکول جرم مولکولی گفته می‌شود. در بیشتر مواد غیر بسپاری جرم مولکولی یک عدد مشخص و ثابت است ولی در بسپارها وزن مولکولی تک تک زنجیره‌ها متغیر است و به همین جهت معمولاً به صورت متوسط جرم مولکولی بیان می‌شود. تغییر در جرم مولکولی بسپارها باعث تغییر در خواص فیزیکی، مکانیکی و همچنین خواص کاربردی بسپارها می‌شود. برای مثال پلی‌اتیلن با جرم مولکولی پایین دارای حالت فیزیکی به صورت شمع و پارافین‌های سنگین و پلی‌اتیلن با جرم مولکولی بالا دارای حالت فیزیکی جامد سخت است.

همان‌طور که در صفحه‌های پیش اشاره شد بسپارها در صنعت به چهار گروه بزرگ: پلاستیک‌ها، لاستیک‌ها، الیاف و چسب‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند. شایان ذکر است در سال‌های اخیر در صنعت مخلوطی از این مواد و برخی مواد معدنی تحت عنوان کامپوزیت‌ها یا چندسازه‌ها کاربرد پیدا کرده است. این مطالب در ادامه به صورت گسترده‌تری آورده شده است.

روش‌های شناسایی مقدماتی بسپارها

تعدادی روش ساده وجود دارد که می‌توان از آنها برای شناسایی انواع بسپارها استفاده کرد. این روش‌ها شامل آزمون‌های حل‌پذیری، تعیین نقطه ذوب و آزمون شعله هستند.

آزمون حل‌پذیری برای بسپارها یکی از روش‌های ساده تشخیص بسپارهاست. در آزمون حل‌پذیری، انحلال یا عدم انحلال یک بسپار در یک یا چند حلال در دمای محیط یا بالاتر بررسی می‌شود. آزمون حل‌پذیری می‌تواند از قرار دادن حدود یک گرم از بسپار در لوله آزمایش و افزودن ۵ میلی‌لیتر حلال بررسی شود. برخی از نمونه‌ها ممکن است برای حل شدن به زمان بیشتر و یا مقداری گرما نیاز داشته باشند و بنابراین توصیه می‌شود به نمونه‌ها چند ساعت زمان و کمی گرما داده شود. جدول ۲ انواع حلال‌ها را برای برخی از بسپارهای متداول نشان می‌دهد.

جدول ۲- حلال‌های برخی از بسپارهای متداول

حلال	بسیار
هیدروکربن‌ها (زایلن جوشان)	پلی‌اتیلن
هیدروکربن‌ها (زایلن جوشان)	پلی‌پروپیلن
دی‌متیل‌فرمامید، سیکلوهگزان، تتراهیدروفوران و متیل‌اتیل‌کتون، کربن‌تتراکلرید	پلی‌وینیل‌کلرید
استون، بنزن، تولوئن، سیکلوهگزان و متیل‌اتیل‌کتون	پلی‌استایرن
متاکروزول و استون	نایلون‌ها (پلی‌آمید)
اتر، هیدروکربن‌ها و هیدروکربن‌های کلردار	لاستیک طبیعی
فنول	پلی‌اتیلن ترفتالات (PET)

فعالیت عملی ۲



تعیین حلال مناسب برای بسپارها

مواد و وسایل مورد نیاز:

لوله آزمایش، همزن شیشه‌ای، حمام روغن، چراغ بونزن، لوله خودکار شفاف، لیوان یک‌بار مصرف، ظرف شامپو، روکش سیم برق و حلال‌های مختلف (زایلن، فنول، تتراهیدروفوران، استون، تولوئن و کربن‌تتراکلرید)

روش کار

در ابتدا نمونه را با کمک ابزار مختلف تا جای ممکن خرد کنید. سپس مقدار بسیار کم نمونه خرد شده را به یک لوله آزمایش بیفزایید و مقدار بسیار کم حلال (حدود ۲ تا ۳ میلی‌لیتر) به لوله آزمایش اضافه کنید. اگر نمونه حل نشد لوله آزمایش را در حمام آب گرم قرار دهید. سعی شود لوله آزمایش چند دقیقه در نقطه جوش حلال نگه داشته شود. عدم انحلال نمونه بسپاری هنگامی تأیید می‌شود که بر اثر گرما حل نشود یا در صورتی که در اثر گرما حل شد با سرد کردن محلول رسوب ندهد.

همان‌طور که می‌دانید اغلب حلال‌ها مایعاتی بسیار خطرناک و به‌شدت آتش‌گیرند، لذا در مراحل آزمون حل‌پذیری نکات ایمنی را کاملاً رعایت کنید.

نکات
زیست محیطی



در نهایت، گزارشی مربوط به بسپار سازنده هر کدام از نمونه‌های مورد آزمون ارائه دهید.

گرم کردن یک بَسپار می‌تواند اطلاعات اولیه‌ای برای تجزیه و تحلیل بَسپار فراهم کند. دمای ذوب در بَسپارهای گرمانرم می‌تواند برای شناسایی آنها مورد استفاده قرار گیرد. رفتار ذوب را می‌توان با استفاده از لوله استاندارد تعیین نقطه ذوب و یا دستگاه اندازه‌گیری نقطه ذوب تعیین کرد. جدول ۳ گستره دمای ذوب برای برخی از بَسپارهای متداول را نشان می‌دهد.

جدول ۳- دمای ذوب برخی از بَسپارهای متداول

بَسپار	دما (°C)
پلی‌اتیلن	۱۱۵-۱۲۵
پلی‌پروپیلن	۱۶۰-۱۷۰
پلی‌وینیل کلرید	۱۷۵
پلی‌استایرن	۲۴۰
نایلون ۶-۶	۲۵۰-۲۶۰
لاستیک طبیعی	۲۸
پلی‌اتیلن ترفتالات (PET)	۲۴۵-۲۶۵

چرا دمای ذوب بَسپار نایلون ۶-۶ بالا است؟

بحث‌گروهی
۱



آزمون شعله غالباً به منظور شناسایی کیفی بَسپارها کاربرد فراوان دارد. در حقیقت هدف از انجام این آزمون بررسی و تحقیق پیرامون رفتار و پدیده‌هایی است که یک بَسپار در هنگام مواجهه با شعله از خود نشان می‌دهد. برای این منظور، مقدار کمی در حدود نیم‌گرم نمونه را توسط اسپاتول فلزی روی لبه خارجی شعله بگیرید. اگر نمونه بلافاصله شعله‌ور نشد، به مدت چند ثانیه آن را درون شعله قرار دهید و سپس آن را از شعله دور کنید. سهولت در شعله‌وری، بو و رنگ شعله باید مورد توجه قرار گیرد. جدول ۴ نتایج آزمون شعله را برای برخی از بَسپارهای متداول نشان می‌دهد.

جدول ۴- بو و رنگ آزمون شعله برای برخی از بسپارهای متداول

بو	رنگ	بسیار
سوزاندن شمع	زرد، پایه آبی	پلی اتیلن
سوزاندن شمع	زرد، پایه آبی	پلی پروپیلن
بوی تند (بوی هیدروکلریک اسید)	زرد، پایه سبز	پلی وینیل کلرید
استایرن	زرد، پایه آبی و همراه با دوده زیاد	پلی استایرن
بوی سوختن پشم	زرد، دود آبی	نایلون ها (پلی آمید)
بوی تیز	زرد و همراه با دوده	لاستیک طبیعی
بوی شیرین	زرد و همراه با دوده زیاد	پلی اتیلن ترفتالات

فعالیت عملی ۳



تعیین نوع بسپار از طریق آزمون شعله

مواد و وسایل مورد نیاز:

اسپاتول، چراغ بونزن، نایلون فریزر، دستکش لاتکس، لیوان یک بار مصرف و ظرف آب معدنی.

روش کار

مقدار کمی از نمونه را بر روی یک اسپاتول قرار دهید و به آهستگی به سمت کنار شعله نزدیک کنید. آنچه مشاهده می شود را به خاطر بسپارید و به سؤالات زیر پاسخ دهید و در نهایت نام بسپار سازنده هریک از مواد سوزانده شده را گزارش کنید.

■ آیا نمونه شعله ور می شود؟

■ آیا در زمان سوختن نمونه، گاز یا بخار آزاد می کند؟

■ آیا شعله حاصل از سوختن نمونه رنگی است؟

■ آیا دوده تشکیل می شود؟

چرا سوختن بسپارهایی مانند پلی استایرن و پلی اتیلن ترفتالات همراه با دوده است؟

تحقیق کنید
۳



فعالیت عملی ۴



تهیه پلیمر اوره فرم آلدهید

مواد و وسایل مورد نیاز:

لوله آزمایش (۱ عدد)، کاغذ pH، سولفوریک اسید ۵/۵۰ نرمال (۱۰ میلی لیتر)، اوره (۵ گرم)، فرم آلدهید (۶ میلی لیتر)

روش کار:

- در یک لوله آزمایش ۱ گرم اوره و ۱/۵ میلی لیتر فرم آلدهید را مخلوط کنید و لوله را تکان دهید تا اوره کاملاً حل شود.
- سپس pH این محلول را با چند قطره (۳-۴) سولفوریک اسید ۵/۵۰ نرمال به $\text{pH} = 4$ برسانید.
- زمان لازم برای تشکیل رسوب در لوله آزمایش را اندازه گیری کنید.
- مقداری آب به لوله آزمایش بیفزایید و حل پذیری آن را در آب بررسی کنید.

فعالیت عملی ۵



مقایسهٔ بسپارهای گرمانرم و گرماسخت

مواد و وسایل مورد نیاز:

لولهٔ آزمایش، بسپارهای (پلیمر) مختلف ضایعاتی (کلید و پرز، سبد پلاستیکی، ظروف ملامین، دستکش لاتکس، دسته کتری و...)، گیرهٔ لوله

روش کار:

- به تعداد نمونه‌های ضایعات بسپار، لولهٔ آزمایش تهیه کنید و هر کدام را نام گذاری کنید.
- به مقدار مساوی از هر نمونه ضایعات بسپار، بردارید و در لوله‌های آزمایش نام گذاری شده بریزید.
- زیر هود نمونه‌ها را گرما دهید و به حالت بسپارها و گازهای خارج شده از لوله‌ها دقت کنید.
- شعله را خاموش کنید و اجازه دهید که نمونه‌ها سرد شوند.

پرسش ۲



- کدام یک از ضایعات ذوب نشدند؟
- کدام یک از نمونه‌ها زودتر ذوب شد؟
- آیا تغییر رنگ در نمونه‌ها در اثر گرما مشاهده شد؟
- کدام یک از نمونه‌ها گرمانرم و کدام یک گرماسخت هستند؟

پلاستیک‌ها

از پلاستیک‌ها به سبب خواص مناسبی همچون سبکی و مقاومت در برابر خوردگی و همچنین صرفه اقتصادی می‌توان به عنوان جایگزین فلزات در صنایع نام برد. پلاستیک‌ها براساس ملاحظات اقتصادی و همچنین کاربرد نهایی به دو دسته پلاستیک‌های معمولی و پلاستیک‌های مهندسی تقسیم‌بندی می‌شوند. مشخصه پلاستیک‌های معمولی حجم زیاد تولید و قیمت کم آنهاست. این نوع پلاستیک‌ها معمولاً شامل چهار گروه اصلی: پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی وینیل کلرید و پلی استایرن هستند. در مقابل پلاستیک‌های معمولی پلاستیک‌های مهندسی دارای قیمت بالاتر و حجم تولید کمتری هستند. از نمونه‌های این نوع پلاستیک‌ها می‌توان به پلی آمید، پلی کربنات و پلی استر اشاره کرد.

الف) پلی اتیلن: پلی اتیلن یا پلی اتن با عنوان اختصاری PE، بسیاری است که از اتیلن درست می‌شود. این بسیار ساده‌ترین ساختار مولکولی را دارد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱ - بسپارش پلی اتیلن



شکل ۲۲ - ظروف تهیه شده از پلی اتیلن

پلی اتیلن به دلیل برخورداری از ویژگی‌هایی نظیر انعطاف‌پذیری بالا، مقاومت خوب در برابر اسیدها، بازها و نمک‌ها (به استثنای مواد اکسیدکننده قوی)، در تولید محصولات بی‌شماری به کار رفته است و به همین دلیل، امروزه بیشترین تولید بسیار در جهان را به خود اختصاص داده است. سه گروه اصلی این بسیار عبارت‌اند از: پلی اتیلن سنگین^۱، پلی اتیلن سبک^۲ و پلی اتیلن سبک خطی^۳. انواع گوناگون پلی اتیلن کاربردهای گوناگونی از جمله لوله‌ها، اجزای سازنده کارخانه‌های مواد شیمیایی، جعبه‌ها، عایق‌های الکتریکی و همچنین در صنعت بسته‌بندی (شکل ۲۲) کاربردهای زیادی دارد.

۱- High Density Polyethylene (HDPE)

۲- Low Density Polyethylene (LDPE)

۳- Linear Low density Polyethylene (LLDPE)

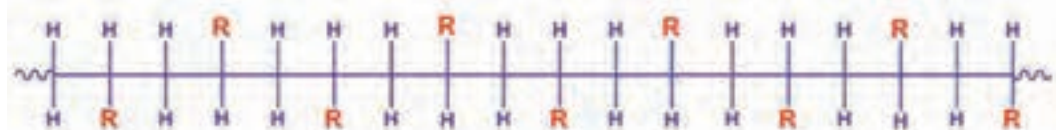


- ۱ سه گونه پلی اتیلن (سنگین، سبک و سبک خطی) که در متن اشاره شد؛ چه تفاوت‌های ساختاری دارند؟
- ۲ تکپار پلی اتیلن در کدام بخش از صنایع نفت تهیه می‌شود؟

ب) پلی پروپیلن: به دنبال تحقیقات درباره بسپارش پلی اتیلن در سال ۱۹۵۴ امکان تهیه بسپارهای شبیه، مانند پلی پروپیلن نیز فراهم شد. پلی پروپیلن یا پلی پروپن که با عنوان اختصاری PP شناخته می‌شود، بسپاری گرمانرم است که تولید صنعتی آن به سرعت توسعه یافت و در سال ۱۹۵۷ برای اولین بار وارد بازار شد. هنگامی که اولین بار پلی پروپیلن ساخته شد، از دو نوع مختلف با خواص متفاوت به دست آمد. یکی از آنها شبیه پلی اتیلن بود با سختی بیشتر، ولی نوع دیگر آن دارای سختی کمتری بود. امروزه مشخص شده است که نوع اول دارای ساختار فضایی منظم است و به پلی پروپیلن تک‌سو آرایش (ایزوتاکتیک^۱) و پلی پروپیلن دوسو آرایش (سندیوتاکتیک^۲) شناخته می‌شود. نوع دوم که دارای ساختار نامنظمی است به پلی پروپیلن بی آرایش (اتاکتیک^۳) شناخته می‌شود (شکل ۲۳).



تک سو آرایش



دو سو آرایش



بی آرایش

شکل ۲۳- انواع آرایش‌مندی برای بسپارها

- ۱- Isotactic
۲- Syndiotactic
۳- Atactic

پلی پروپیلن صنعتی معمولاً دارای ۹۵-۹۰٪ تک سو آرایش است و شباهت زیادی به پلی اتیلن دارد. پلی پروپیلن در صنعت خودرو، در ساخت تزئینات داخلی، پروانه‌ها، کف پوش خودرو و جعبه باتری و همچنین در ساخت بدنهٔ رادیو و تلویزیون، لوله، ساخت فیلم‌های بسته‌بندی برای صنایع غذایی و ساخت الیاف فرش‌های ماشینی، پستی و گونی استفاده می‌شود (شکل ۲۴). چمن‌های مصنوعی، طناب‌های مقاوم در برابر پوسیدگی، تورهای ماهی‌گیری و قلم‌موها از کاربردهای دیگر پلی پروپیلن هستند.



شکل ۲۴- لوله‌های ساخته‌شده از پلی پروپیلن

پ) پلی استایرن: استایرن یا وینیل بنزن، از مشتقات بنزن، مایعی بی‌رنگ و روان است و به آسانی بسپار می‌شود. پلی استایرن (PS) به سبب ویژگی‌های خاص خود همچون شفافیت بالا، سختی، جذب آب کم و کم هزینه بودن ساخت آن در دنیای امروزی کاربردهای زیادی دارد. از کاربردهای آن می‌توان به ظروف یکبار مصرف، وسایل الکترونیکی، بدنه ساعت، تلویزیون، رادیو، لوازم ورزشی، اسباب بازی، عایق درب‌های یخچال‌ها، فریزرها و وسایل خانگی اشاره کرد (شکل ۲۵).

در برابر ویژگی‌های کلی و مناسب پلی استایرن باید به این نکته توجه داشت که این بسپار در بسیاری از موارد بسیار شکننده است. روش‌های مختلفی برای اصلاح این نقص ارائه شده است. روش هم‌بسپارش^۱ و افزایش پرکننده‌های لاستیکی به آن از موفق‌ترین روش‌های اصلاح شکنندگی پلی استایرن است.



شکل ۲۵ - نمونه‌هایی از کاربرد پلی استایرن

در دهه‌های اخیر شاهد گسترش روزافزون استفاده از مواد پلاستیکی و به‌ویژه انواع ظروف یک‌بار مصرف در صنایع غذایی هستیم. در هنگام تولید اینگونه ظروف برای افزایش کیفیت محصول نهایی، مواد افزودنی مانند نرم‌کننده‌ها، رنگینه‌ها و پاداکسنده‌ها (آنتی‌اکسیدانت‌ها) به‌منظور بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی به‌بسیار اضافه می‌شود. تکپارهای باقی‌مانده بعد از بسپارش و تأثیر عوامل محیطی مانند دما بر روی این بسپارها باعث جداشدن تکپارها از این بسپارها و همچنین برخی از مواد افزودنی در تماس با مواد خوراکی از طریق پدیده مهاجرت^۱ می‌توانند وارد ماده غذایی شوند و در نهایت مواد غذایی را آلوده کنند.

پلی استایرن به‌صورت گسترده در تولید ظروف و لیوان‌های یک‌بار مصرف استفاده می‌شود. تکپار استایرن می‌تواند با توجه به پدیده مهاجرت از طریق مصرف مواد غذایی آلوده وارد بدن انسان شود. تکپارهای استایرن سمی هستند و می‌توان از قلب، کبد، مغز و چربی زیر پوست به‌عنوان مهمترین محل‌های توزیع آنها در بدن نام برد. مصرف بلندمدت مواد غذایی آلوده به تکپار استایرن می‌تواند باعث صدمه به بافت‌های مغز، کبد، کلیه‌ها و همچنین دستگاه عصبی بدن شود.

نکات زیست
محیطی و
بهداشتی



برای مصون بودن از این خطرات، شما چه راه‌کاری را ارائه می‌دهید؟

پرسش ۳



نام آیوپاک و فرمول مولکولی استایرن چیست؟

تحقیق کنید
۵



واکنش بسپارش استایرن را بنویسید.

پرسش ۴





ویژگی‌های استفاده از ظروف غذاخوری بسپاری، فلزی و شیشه‌ای را با یکدیگر مقایسه کنید.

ت) **پلی‌وینیل کلرید:** پلی‌وینیل کلرید که با عنوان اختصاری PVC شناخته شده است نام پذیرفته شده برای پلی‌کلرواتن است. پلی‌وینیل کلرید در کنار سه بسپار پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن جزء چهار بسپار مهم از نظر تولید جهانی است. از مزایای پلی‌وینیل کلرید، مقاومت خوب آن در برابر چربی‌ها، روغن‌ها، اسیدها و بازها است. عایق الکتریسیته بوده و در برابر شعله، مقاوم است و از آنجایی که به راحتی با انواع نرم‌کننده‌ها آمیخته می‌شود، می‌توان محصولات پلاستیکی متنوعی، از سخت‌ترین شکل تا انعطاف‌پذیرترین شکل را از آن تولید کرد. از کاربردهای مهم پلی‌وینیل کلرید می‌توان به: ساخت لوله، کانال و لوازم نصب‌کردنی، کیف‌های ارزان قیمت، ساخت در و پنجره و در شکل نرم آن برای لباس، اثاثه یا لوازم داخلی نظیر پرده، کفپوش و سقف، پوسته کابل‌های الکتریکی، توپ‌های بازی سبک‌وزن اشاره کرد (شکل ۲۶)



شکل ۲۶- نمونه‌هایی از کاربرد پلی‌وینیل کلرید

فرمول مولکولی پلی‌وینیل کلرید چیست؟

تحقیق کنید
۶


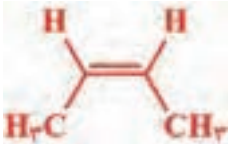
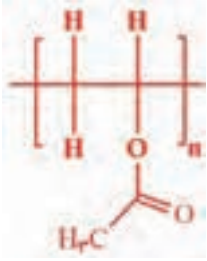
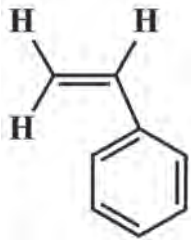



واکنش بسپارش وینیل کلرید را بنویسید.

پرسش ۵



خود را بیازمایید: جدول زیر را کامل کنید.

کاربردها	نام و ساختار بسپار	نام و ساختار تکپار
سقف‌های کاذب _____		وینیل کلرید _____
لوله آب _____	پلی پروپیلن _____	
چسب چوب _____		وینیل استات _____
ظروف یک بار مصرف _____	پلی استایرن _____	
_____	پلی تترافلوئورو اتیلن (تفلون) _____	ظروف آشپزخانه _____
		

لاستیک‌ها: لاستیک‌ها یا الاستومرها^۱، بسپارهایی با قابلیت کشش و انقباض سریع هستند. بادکنک‌ها، تایر خودروها، واشرها و دست‌کش‌ها همگی از کاربردهای بی‌شمار لاستیک‌ها هستند (شکل ۲۷). لاستیک طبیعی از عصاره درختان هوآ^۲ که در کشور برزیل و برخی از نواحی گرمسیر آمریکای جنوبی یافت می‌شود، به‌دست می‌آید. پس از انجام چندین فرایند بر روی این عصاره، لاستیک خام یا کائوچو به‌دست می‌آید. برای بهبود خواص مکانیکی لازم است لاستیک خام را دوباره فراوری و پیوندهای عرضی در آن ایجاد کرده به نام ولکانش^۳ شناخته می‌شود. گوگرد بیشترین کاربرد را در فرایند ولکانش دارد.



شکل ۲۷- برخی از کاربردهای لاستیک‌ها

تحقیقی در مورد لاستیک طبیعی برای رسیدن به محصول نهایی دستکش لاتکس انجام داده و در کلاس ارائه کنید.

تحقیق کنید
۷



شکل ۲۸- نمونه‌ای از الیاف رنگ‌شده

الیاف: الیاف به‌سبب دارا بودن استحکام بالا، پایداری گرمایی خوب، قابلیت ریسندگی و بسیاری از خواص ویژه دیگر، در ساخت انواع منسوجات، نخ تایر و طناب به‌طور گسترده کاربرد دارند (شکل ۲۸).

۱- Elastomers

۲- Hevea Trees

۳- Vulcanization

الیاف طبیعی را می‌توان به دو گروه اصلی: پلی‌ساکاریدها مانند پنبه و گروه پروتئین‌ها مانند پشم و ابریشم تقسیم‌بندی کرد. از الیاف مصنوعی می‌توان به الیاف پلی‌استر و الیاف نایلون اشاره کرد که حدود ۷۰٪ حجم تولید الیاف مصنوعی را به‌خود اختصاص می‌دهند (شکل ۲۹).



شکل ۲۹ - نمونه‌هایی از الیاف طبیعی و مصنوعی

سه کاربرد متفاوت از الیاف طبیعی و مصنوعی را نام ببرید.

پرسش ۶



فیلم آموزشی



طرز تهیه الیاف

فعالیت عملی ۶



ساخت الیاف ریون از پنبه

وسایل و مواد مورد نیاز:

بشر، همزن شیشه‌ای، سرنگ، مس کربنات بازی ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$)، سولفوریک اسید ۱ مولار، محلول آمونیاک ۲۵٪ و پنبه

روش کار:

ابتدا ۴ گرم مس کربنات بازی را در بشر بریزید و به آن ۴۰ میلی لیتر محلول آمونیاک ۲۵٪ اضافه کنید و با همزن شیشه‌ای به خوبی هم بزنید. پس از تشکیل یک محلول آبی رنگ، محلول رویی را در یک بشر دیگر خالی کنید. کم کم پنبه را به محلول اضافه کنید تا یک محلول گران‌رو به دست آید. محلول گران‌رو را توسط سرنگ بکشید و در یک بشر دیگر که حاوی سولفوریک اسید ۱ مولار است کم کم خالی کنید. منتظر بمانید تا الیاف تشکیل شده بی رنگ شوند.

فیلم آموزشی



روش تهیه الیاف ریون از پنبه

چسب‌ها

از زمان‌های بسیار دور، اندیشه چسبانیدن دو چیز به هم، پیوسته دغدغه ذهن بشر بوده است. در قدیم، چسب را از استخوان، شاخ، پوست و رگ و پی حیوانات تهیه می کردند. چسب به عنوان ماده ای غیر فلزی تعریف می شود که قادر است دو بستر را به هم متصل کند. اغلب چسب‌ها از بسیار، حلال، مواد پایدار کننده^۱، نرم کننده و تغلیظ کننده تشکیل شده‌اند. بسیارها به چسب قدرت چسبندگی می دهند. برای مثال، بسیار موجود در چسب چوب، پلی وینیل استات و یا بسیار موجود در چسب‌های قطره ای، پلی سیانوآکریلات^۲ است. چسب‌ها هنگامی که اعمال می شوند در حالت مایع هستند و پس از تبخیر حلال یا واکنش شیمیایی سخت می شوند و به حالت جامد در می آیند. برای متصل کردن وسایل ساده مانند دو تکه کاغذ تا اتصال قطعات هواپیماهای پیشرفته از چسب استفاده می شود (شکل ۳۰). امروزه در دنیا بیش از صدها سازنده چسب وجود دارند و هزاران نفر در این زمینه مشغول به کار و فعالیت هستند و این تعداد روز به روز افزایش می یابد. چسب‌ها نه تنها برای موادی که باید چسبانده و به هم پیوسته شوند، به کار برده می شوند، بلکه



در ایجاد چسبندگی برای موادی از قبیل جوهر تحریر، رنگ پوش‌ها، وسایل بتونه کاری و وجوه میانی در مواد ترکیبی از قبیل فولاد یا بافت پارچه، در تایرهای لاستیکی و شیشه یا الیاف در پلاستیک‌ها هم استفاده می شود.

شکل ۳۰- نمونه‌هایی از چسب‌های موجود در بازار

۱- Stabilizer باعث افزایش مقاومت عوامل خارجی مانند نور فرابنفش و اکسیژن می شوند.

۲- Poly cyanoacrylate

چسب‌ها را می‌توان به چهار گروه اصلی: گیاهی، حیوانی، معدنی و مصنوعی طبقه‌بندی کرد.

الف) چسب‌های گیاهی: این چسب‌ها مانند چسب نشاسته و صمغ عربی منبع گیاهی دارند و محلول در آب هستند و از آنها در چسباندن تمبر و پاکت، مقوا، چوب و کاغذ استفاده می‌شود.

ب) چسب‌های حیوانی: این چسب‌ها از اعضای بدن حیوانات تهیه می‌شوند و از لحاظ چسبندگی قوی‌تر از چسب‌های گیاهی هستند. سریشم و لاک^۱ نمونه‌ای از چسب‌های حیوانی هستند که در نجاری، تهیه کاغذ سنباده، کارتن‌سازی و تهیه کاغذ سنباده کاربرد دارند.

پ) چسب‌های معدنی: این چسب‌ها مانند چسب‌های سلیکونی مقاومت خوبی در برابر گرما و آب دارند و در اتصال اشیای شیشه‌ای، سرامیکی و کوارتزی کاربرد دارند. این چسب‌ها در ساختن آکواریوم‌ها و ساخت آجرهای نسوز استفاده می‌شوند.

ت) چسب‌های مصنوعی: این چسب‌ها از بسپارهای مصنوعی تهیه می‌شوند و تنوع بسیار زیادی دارند. این چسب‌ها تقریباً توانایی چسباندن همه چیز را دارند و به همین دلیل، کاربردهای گوناگونی در مصارف خانگی، صنعتی و تجاری دارند. چسب‌های قطره‌ای (پلی‌سیانوآکریلات)، چسب‌های دوقلو (چسب‌اپوکسی) و چسب‌های نواری (پلی‌وینیل کلرید) نمونه‌هایی رایج از این نوع چسب‌ها هستند.

پرسش ۷



چند نمونه از کاربردهای متفاوت چسب‌های مصنوعی را نام ببرید.

دو نیرو در سازوکار اتصال چسب‌ها به سطوح مختلف دخالت دارند که عبارت‌اند از: نیروهای واندروالسی و پیوندهای شیمیایی.

نیروهای واندروالسی ناشی از نیروهای جاذبه بین چسب و جسم موردنظر است که اساس اغلب فرایندهای چسبندگی هستند. پیوندهای شیمیایی چسبندگی به مراتب قوی‌تر از نیروهای واندروالسی ایجاد می‌کنند. این نوع اتصال زمانی رخ می‌دهد که سطح موردنظر دارای گروه‌های شیمیایی باشد که بتواند از طریق واکنش شیمیایی با اتصال چسب برقرار کند.

فعالیت عملی ۷



تهیه چسب گیاهی

روش کار:

با انواع صمغ‌های در دسترس چسب گیاهی تهیه شود.

تحقیق کنید

۸



درباره چسبندگی شش نظریه وجود دارد که عبارت‌اند از: نظریه جذب فیزیکی، نظریه جذب شیمیایی، نظریه الکترواستاتیک، نظریه نفوذ، نظریه پیوند چسبندگی مکانیکی و نظریه لایه مرزی ضعیف، به صورت گروهی درباره هر نظریه گزارشی ارائه دهید.

۱- از حشره‌ای به نام قرمزخانه به‌دست می‌آید و در نجاری برای جلا دادن به چوب استفاده می‌شود.



فعالیت عملی ۸



چگونه با مواد ارزان یک چسب خیلی قوی تهیه کنیم؟

وسایل و مواد مورد نیاز: ظرف شیشه‌ای و همزن (اسپاتول)، مقداری یونولیت، ۱۰ میلی لیتر استون

روش کار:

- ۱ یونولیت را در ظرف بریزید و کم کم استون را به آن اضافه کنید.
- ۲ پس از اضافه کردن استون، یونولیت حل می شود. آنقدر یونولیت اضافه کنید تا محلول غلیظ عسلی شکل تهیه شود.
- ۳ چسب تهیه شده را در یک ظرف شیشه‌ای دردار ریخته و در زمان نیاز، استفاده کنید.

همانطور که می دانید استون مایعی بسیار خطرناک و به شدت آتشگیر است، لذا در مراحل ساخت چسب و نگهداری آن نکات ایمنی را کاملاً رعایت کنید.

نکات
زیست محیطی



با توجه به اینکه در بالا روش ساخت نوعی از چسب از یونولیت توضیح داده شده است، به نظر شما یونولیت چیست؟

بحث گروهی
۳



فعالیت عملی ۹



تهیه چسب PVC

وسایل و مواد مورد نیاز:

- ظرف فلزی دردار با گنجایش ۱۵۰ ml (مانند یک قوطی رنگ) (در وسط در قوطی، سوراخی به اندازه محور همزن تعبیه کنید)
- میله همزن شیشه‌ای
- ترازوی دوکفه‌ای با دقت ± 1 گرم
- همزن برقی با دور متغیر
- بشر ۱۰۰ ml
- شیشه ساعت (یک عدد)

- مزور (یک عدد)
- پیپت آزمایشگاه
- پیپت پُرکن
- پودر^۱ PVC(S)
- حلال سیکلوهگزانون
- حلال تتراهیدروفوران
- دی‌اکتیل فتالات (DOP)^۲
- ماده غلظت‌دهنده

روش کار:

- ۱ برای ساخت ۱۰۰ گرم چسب PVC مراحل زیر را انجام دهید.
- ۱۰ گرم پودر PVC را به کمک شیشه ساعت وزن کنید.
- ۵۰ گرم حلال تتراهیدروفوران (THF) به کمک بشر مناسب وزن کنید.
- ۳۶ گرم حلال سیکلوهگزانون را به کمک بشر مناسب وزن کنید.
- ۳ گرم DOP را وزن کنید.
- ۵ حلال THF و سیکلوهگزانون و DOP توزین شده را در یک ظرف فلزی دارای حجم ۱۵۰ ml مخلوط کنید.
- ۶ سپس پودر PVC(S) را که پیش‌تر توزین شده است به آرامی ضمن هم زدن با میله شیشه‌ای به آن اضافه کنید. اکنون ظرف را در زیر همزن برقی قرار دهید به گونه‌ای که محور همزن از وسط درب قوطی عبور کرده باشد و درب آن کاملاً بسته شود.

پرسش ۸



چرا در قوطی باید بسته شود؟

- توجه داشته باشید که محور همزن در داخل قوطی به اندازه ارتفاع مایع از ته ظرف فاصله داشته باشد.
- ۷ سپس ظرف را توسط گیره در جای خود محکم کنید.
- ۸ همزن را با دور کم روشن کنید و عمل هم زدن را به مدت ۲-۳ ساعت ادامه دهید تا عمل اختلال به خوبی انجام پذیرد. سپس به منظور افزایش گرانروی چسب حدود یک گرم ماده غلظت‌دهنده از جنس سیلیس پودر شده به مخلوط اضافه کنید و هم زدن را به مدت یک ساعت دیگر ادامه دهید.

توجه



این ماده یک پودر سفید رنگ و بسیار سبک است لذا هنگام توزین نباید در معرض وزش باد قرار گیرد. پس از اتمام اختلاط، قوطی حاوی چسب را به آرامی از زیر همزن خارج کنید و در قوطی را به طور کامل ببندید.

۱ - PVC بسته به نوع فرایند تولید به دو صورت PVC(S) (سوسپانسیون) و PVC(E) (امولسیون) در بازار وجود دارد.
 ۲ - دی‌اکتیل فتالات به عنوان نرم کننده به کار می‌رود.



چسباندن قطعات پی وی سی با چسب تهیه شده

دامنه کاربرد: چسب PVC معمولاً برای چسباندن قطعات لوله PVC به یکدیگر استفاده می‌شود. لوله‌های PVC با عنوان تجاری پولیکا در بازار مصرف وجود دارند که معمولاً برای انتقال فاضلاب‌ها در زیر خاک از آنها استفاده می‌شود. این لوله‌ها از جنس پلی‌وینیل کلرید هستند، پس حلال‌های موجود در چسب می‌توانند روی سطح این لوله‌ها خراش و چسبندگی ایجاد کنند.

نحوه چسباندن قطعات لوله‌های پولیکا توسط چسب PVC: یک قطعه لوله پولیکا با قطر دلخواه بردارید. یک عدد زانوی متناسب با قطر انتخابی تهیه کنید. هدف چسباندن لوله به زانویی آن است. توجه داشته باشید برای این که لوله‌ها هیچ‌گونه نشستی نداشته باشند، از این چسب برای عایق‌کاری لوله استفاده می‌کنند. به‌منظور چسباندن قطعات PVC می‌توانید از چسبی که قبلاً تهیه کرده‌اید، استفاده کنید. لازم است عملیات آماده‌سازی سطح و اعمال چسب با دقت صورت گیرد.

وسایل و مواد مورد نیاز:

- ۱ یک قطعه پارچه کتان به ابعاد $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$
- ۲ مقداری حلال متانول
- ۳ قلم‌موی کوچک
- ۴ چسبی که خودتان تهیه کرده‌اید.

روش کار:

پارچه کتان را به مقداری متانول آغشته کنید سپس سطح خارجی لوله و سطح زانویی را به‌دقت تمیز کنید. توجه داشته باشید که متانول از خانواده حلال‌های سمی است. این الکل ضمن چربی‌زدایی سطح، آسیبی در سطح لوله ایجاد نمی‌کند (حتماً از دستکش استفاده کنید).

سطح خارجی لوله و سطح داخلی زانویی را با قشری از چسب، توسط قلم‌مو، با ضخامت یک نواخت بپوشانید. بعد از حدود ۱۵ ثانیه لوله را روی زانویی سوار کنید. توجه داشته باشید که با حلال‌های موجود در چسب می‌توانید سطح لوله PVC را نرم کنید به‌طوری که بسپارهای نرم شده در محل اتصال در یکدیگر ممزوج شوند. پس از خشک شدن چسب حدود ۲۴ ساعت طول می‌کشد تا لوله‌ها به هم جوش بخورند. در صورتی که عملیات چسب زدن و تمیزکاری سطح به‌طور کامل انجام شده باشد، لوله‌ها نشستی نخواهند داشت. در انتهای کار مجموعه لوله و زانویی که توسط هنرجو تهیه شده است، از نظر تمیزی کار و نداشتن نشستی ارزیابی خواهد شد.

✓ قدرت چسبندگی پی وی سی را با چسب تهیه‌شده مقایسه کنید.

حتماً تا به حال با واژه‌هایی مانند الیاف شیشه (فایبرگلاس^۱) یا کامپوزیت^۲ (چندسازه) مواجه شده‌اید. این مواد امروزه کاربردهای وسیعی در صنایع مختلف پیدا کرده‌اند. برای شروع بد نیست بدانیم که فایبرگلاس یا الیاف شیشه انواع بسیار متداولی از کامپوزیت‌ها است. اما کامپوزیت چیست؟

به هر ماده‌ای که از بیش از یک جزء (فاز) تشکیل شده باشد، کامپوزیت یا چندسازه می‌گویند. کامپوزیت‌ها شامل یک فاز زمینه (ماتریس^۳) و یک یا چند فاز تقویت‌کننده (پرکننده) هستند. البته ترکیب مواد در کامپوزیت یک ترکیب فیزیکی است؛ یعنی اجزای تشکیل‌دهنده یک کامپوزیت با هم به صورت شیمیایی ترکیب نمی‌شوند به طوری که اجزای تشکیل‌دهنده ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را کاملاً حفظ می‌کنند. در اطراف ما، کامپوزیت‌های زیادی وجود دارند. شاید بتوان کاه گل را به عنوان اولین کامپوزیت ساخته دست بشر دانست (شکل ۳۱). این ماده کامپوزیت است، چرا که از بیش از یک جزء تشکیل شده است (کاه و گل)، و نکته جالب اینجاست که خواص آن هم از کاه و هم از گل خالص بهتر است. بسپارها به طور گسترده در تهیه کامپوزیت‌ها استفاده می‌شوند. منظور از کامپوزیت‌های بسپاری، کامپوزیت‌هایی هستند که از بسپارها، و یا بسپار همراه با انواع دیگری از مواد همچون الیاف و نانوذرات ساخته شده‌اند.



شکل ۳۱ - کاه گل یک نوع کامپوزیت طبیعی

۱- Fiber Glass

۲- Composite

۳- Metrix

از مهمترین مزیت‌های کلی کامپوزیت‌های بسپاری می‌توان به مقاومت مکانیکی و استحکام بالا نسبت به وزن، مقاومت بالا در برابر خوردگی و خواص عایق گرمایی خوب اشاره کرد. یکی از کامپوزیت‌های رایج تقویت‌شده با الیاف، الیاف شیشه (فایبرگلاس) است. الیاف به‌عنوان فاز پرکننده کامپوزیت‌ها باعث تقویت استحکام آنها می‌شوند. کامپوزیت‌های پلی‌استر تقویت شده با الیاف شیشه به‌طور گسترده در بدنه خودروها و قایق‌ها، کلاه ایمنی موتورسواران، عایق کاری ساختمان‌ها و کوره‌ها و یخچال‌ها استفاده می‌شوند (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- نمونه‌هایی از کاربرد کامپوزیت‌های الیاف شیشه

فاز زمینه و فاز تقویت‌کننده در هر کدام از کامپوزیت‌های زیر کدام است؟
کاه‌گل، ملات و بدنه قایق‌ها

تحقیق کنید
۹



الیاف کربن یکی از مواد نوظهوری است که توجه پژوهشگران و البته سرمایه‌گذاران را به‌سوی خود جلب کرده است. الیاف کربن از الیاف بسیار نازکی که دارای اتم‌های کربن هستند، ساخته می‌شود. الیاف کربن می‌توانند از مواد اولیه مختلف مانند قیر حاصل از قطران زغال سنگ و الیاف سلولوزی مانند ریون ساخته شوند، اما الیاف کربن تجاری اغلب از بسپاری به نام «پلی‌آکریلونیتریل^۱» یا به اختصار «پان^۲» شکل می‌گیرند. الیاف کربن دارای استحکامی مشابه و یا بیشتر از استحکام فولاد است، درحالی‌که بسیار سبک و انعطاف‌پذیر است. این

۱- Poly Acrylonitrile

۲- Pan

الیاف همچنین در صورت گرم شدن منبسط نمی‌شوند و در کل به دلیل مقاومت بالای گرمایی نمی‌سوزند. این نوع الیاف در مقابل خم شدن و کشیدگی آسیب نمی‌بینند و بسیار مقاوم است، اما اگر در برابر یک ضربه ناگهانی زیاد، مانند ضربه با چکش، قرار گیرد، می‌شکند. الیاف کربن به صورت گسترده در ساخت تجهیزات ورزشی، پرّه توربین‌ها، ساخت بدنه خودروها و در صنایع نظامی و هوا فضا کاربرد دارد (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- نمونه‌هایی از کاربرد کامپوزیت‌های الیاف کربن



ساخت قایق ابتکاری، برون رفت از باتلاق و نیزار

چند سال پس از شروع جنگ در مواقعی نیاز بود رزمندگان، ابتدا وارد آب شوند و سپس در خشکی به پیشروی ادامه دهند. یکی از مشکلات ورود به مرداب، از کار افتادن پروانه موتور قایق‌ها به دلیل حجم زیاد نی و گیاهان مرداب بود. در هورالعظیم، برگ نی‌ها، بعد از قطع شدن، روی سطح آب شناور می‌شدند و به دور پره موتور قایق‌ها می‌پیچیدند و آن را از کار می‌انداختند. بنابراین باید نیروی پیش‌برنده قایق در بیرون از آب قرار می‌گرفت. به علاوه در جایی که آب نبود، قایق باید بر روی نی‌ها حرکت کند. از این رو طراحی و ساخت تجهیزات و وسایل نقلیه آبی خاکی سبک در دستور کار پشتیبانی و مهندسی جنگ جهاد سازندگی قرار گرفت.

مهندسان با استفاده از یونولیت و فوم (به خاطر سبکی) طرح‌هایی را مورد استفاده قرار دادند. در شکل زیر نمونه‌ای از طرح‌های مختلف قایق مرداب‌رو و خودروهای دوزیست آمده است.





تهیه کاه گل از مواد اولیه در دسترس و کاربرد آن

مواد و وسایل مورد نیاز:

خاک رس، آب، کاه، لیوان یک‌بار مصرف

روش کار

در چهار آزمایش جداگانه، یک لیوان یک‌بار مصرف به‌عنوان پیمانه بردارید و هر کدام از لیوان‌ها را تا نیمه از خاک رس پر کنید. سپس در هریک به ترتیب ۵، ۱، ۲ و ۳ گرم کاه اضافه کنید و خوب مخلوط کنید. به هر کدام به‌مقدار لازم آب اضافه کنید و در نهایت کامپوزیت را توسط لیوان قالب‌گیری کنید و کنار بگذارید تا کاملاً خشک شوند. استحکام چهار نمونه تهیه‌شده را (ضربه‌زدن و مقاومت در برابر آب) با یکدیگر مقایسه کنید.

■ کدام نمونه استحکام بالاتری دارد؟

■ چه نتیجه‌گیری از این آزمون عملی دارید؟

پرسش‌پایانی

- ۱ ترکیبات عمده نفت خام را نام ببرید.
- ۲ گازهای طبیعی مخلوط کدام هیدروکربن‌ها است؟
- ۳ منظور از صنعت پتروشیمی چیست؟
- ۴ اهمیت بسپارها را بنویسید.
- ۵ تقسیم‌بندی بسپارها را براساس ساختار بنویسید.
- ۶ بسپار گرمانرم چه بسپاری است؟
- ۷ بسپارش افزایشی را با مثال شرح دهید.
- ۸ پلاستیک‌ها چه موادی هستند؟
- ۹ کاربرد الیاف را بنویسید.
- ۱۰ انواع چسب‌ها را نام ببرید.

ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع پتروشیمی

<p>شرح کار:</p> <p>چگونگی استفاده تجهیزات را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد . هنگام کار مراقب باشد که وسایل صدمه نبیند . پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد .</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>تهیه برخی از فراورده‌های پتروشیمی مانند پلیمر و چسب طبق دستور کار</p>			
<p>شاخص ها:</p> <p>■ رعایت مسایل ایمنی حین کار ■ انجام کار طبق دستور کار</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</p> <p>شرایط مکان: آزمایشگاه/ کارگاه شرایط دستگاه: آماده به کار زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی ، تجهیزات آزمایشگاهی</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	پالایش نفت و گاز	۱	
۲	تهیه چند نمونه پلیمر	۲	
۳	تهیه چند نمونه چسب	۱	
<p>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار آزمایشگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی</p> <p>۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی های غیر فنی: ۱- اخلاق حرفه ای ۲- مدیریت منابع</p> <p>۳- محاسبه و کاربست ریاضی</p> <p>۵- مستندسازی: گزارش نویسی</p>			
			۲
			*
<p>میانگین نمرات</p> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>			

- ۱ برنامه درسی رشته صنایع شیمیایی، (۱۳۹۴). دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۲ اداره کل نظارت بر امور دارو، داروهای جالینوسی. (۱۳۷۰). شرکت دارویی پخش هجرت
- ۳ اصیلیان، علی. (۱۳۷۲). درمان‌شناسی بیماری‌های پوست. نشر آذربایجان
- ۴ ایرانی، نادر و یارندی، امیرعباس. (۱۳۷۲). مواد اولیه محصولات پاک‌کننده و مسائل محیط‌زیست آنها در ژاپن. انتشارات شرکت تحقیقات و توسعه صنایع شوینده و بهداشتی.
- ۵ بهرامی، عبدالرحمان. (۱۳۹۲). روش‌های نمونه‌برداری و تجزیه آلاینده‌های هوا. (جلد اول). ناشر فن‌آوران
- ۶ بختی، بشیر و صالحی، فرزانه. (۱۳۶۶). فرهنگ فرآورده‌های صنعتی. چاپ رشیدیه.
- ۷ پگاه حائری، هادی. (۱۳۴۵) اصول گداز و استخراج فلزات. تهران: دانشگاه تهران.
- ۸ تفقیدی، محسن. امیری، رضا و حسین‌زاده، حسین. عوارض جانبی گیاهان دارویی. (۱۳۷۶). انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد
- ۹ تقی بیگلو، چنگیز. (۱۳۶۷). فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی. نشر آدینه.
- ۱۰ تعویذی، فرزاد. (۱۳۹۲) فلزات استراتژیک. تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی.
- ۱۱ تکنولوژی و کارگاه عمومی سرامیک. (۱۳۸۹) رشته سرامیک. چاپ و نشر کتاب‌های درسی.
- ۱۲ توحیدی، ناصر. (۱۳۶۴). سیر تکاملی تولید آهن و فولاد در ایران و جهان. تهران: امیرکبیر.
- ۱۳
- ۱۴ جعفرزاده، اسدالله؛ رضوی، میربهزاد. (۱۳۷۱). اکتشاف و محاسبه کانه آهن. مرکز انتشارات: صنعت فولاد، شرکت ملی فولاد ایران.
- ۱۵ جهان‌بخش جاوید، نیلوفر؛ فرهودی، مهران. (۱۳۹۵). فرایند تولید کلر الکالی به روش الکترولیز غشایی، سومین کنفرانس بین‌المللی نوآوری‌های اخیر در شیمی و مهندسی شیمی.
- ۱۶ حسینیان، مرتضی. (۱۳۶۴). دترجنتها و آلودگی آب. ناشر شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس.
- ۱۷ حقیقت پژوه، حمیدرضا. (۱۳۸۵). شناخت و تکنولوژی مواد شوینده. (چاپ اول). انتشارات مبتکران پیشروان
- ۱۸ حلمی، فریده. (۱۳۷۹). شرحی بر نمک طعام - پتاس و پراکندگی آنها. انتشارات: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۱۹ خوشدست، حمید. (۱۳۹۵). نمونه‌برداری در فرآوری مواد معدنی. (ویرایش دوم). مجتمع آموزش عالی زرنند. گروه فرآوری مواد معدنی، بخش مهندسی معدن
- ۲۰ دبیری اصفهانی، حسن. (۱۳۹۶). پتروشیمی. (چاپ دوم). نشر افروز
- ۲۱ دبیری، مینو. (۱۳۷۵). آلودگی محیط‌زیست هوا، آب، خاک، صوت. انتشارات اتحاد.
- ۲۲ ریجر، مارتین. دایرةالمعارف مواد فعال سطحی. ترجمه محمدرضا شاه‌بنده. (۱۳۸۰). چاپ دوم. انتشارات موثق
- ۲۳ سالاریه، محمود (۱۳۸۳). لعاب: خواص، کاربرد، عیوب و بهبود آن. تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، مرکز انتشارات علمی.
- ۲۴ شکری، جواد. (۱۳۹۶). فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی. (چاپ دوم). نشر افروز.
- ۲۵ شناخت فلزات. (۱۳۸۹). رشته متالورژی. چاپ و نشر کتاب‌های درسی.

- ۲۶ طالبی جهرمی، خلیل. سم‌شناسی آفتکش‌ها. (۱۳۸۶). دانشگاه تهران
- ۲۷ عباسیان، میرمحمد. (۱۳۷۰). مبانی شیمی فیزیک: مواد کانی غیر فلزی تهیه و تولید سرامیک‌ها، مواد نسوز شیشه، گچ، آهک. تهران: میرمحمد عباسیان.
- ۲۸ قاسمی، مرتضی. (۱۳۳۸). شیمی صنعتی. تهران: دانشگاه تهران.
- ۲۹ قصابیان، سوسن. (۱۳۷۷). داروهای ترکیبی در داروخانه. چاپ نوبهار
- ۳۰ گرشاسبی، وحید و انبیاء، منصور. (۱۳۸۹). خوردگی، پوشش‌ها و فناوری‌های نوین؛ رنگ‌زدایی در صنعت، چاپ سیما گرافیک
- ۳۱ ماخاچکی، فلیکس. (۱۳۴۸). طبقه‌بندی کانی‌ها براساس ژئوشیمی، ترجمه حسین عرفانی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران
- ۳۲ محمدی، زهرا و شیخ مهدی مسگر، عبدالرضا. شیمی معدنی صنعتی، اهمیت اقتصادی تولید و کاربرد. (۱۳۷۹). انتشارات آزاده
- ۳۳ مؤمن هروی، احمد و عظیمی نانوائی، علیرضا. (۱۳۷۵). شیمی تجربی رنگ. چاپ سپهر.
- ۳۴ ممیر، کریت. (۱۳۹۰). گندله‌سازی سنگ آهن. ترجمه آریتا منصوری علی آبادی. مشهد: شاملو.
- ۳۵ میرهادی، بهمن. (۱۳۸۷). تئوری و تکنولوژی ساخت لعاب‌های سرامیک. تهران: بهمن میرهادی.
- ۳۶ نیکی، احمد. (۱۳۹۳). روش‌ها و وسایل نمونه‌برداری. قزوین. دانشگاه علوم پزشکی
- ۳۷ نواب، ایرج. (۱۳۹۲). متالورژی فلزات غیرآهنی. تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی.
- ۳۸ صدرائی نوری، ساسان و دیگران. (۱۳۹۴). فرایندهای شیمیایی. تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی.
- ۳۹ صدرائی نوری، ساسان و دیگران. (۱۳۹۴). کارگاه فرایندهای شیمیایی. تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی.
- ۴۰ A. J. Collings. (1982). Sampling Plan for Gases and Vapours IN Working Areas. UK. Group Occupational Health Centre . BP Research Centre. Sunbury on Thames
- ۴۱ Baikpour, Shahram. Zulauf, Gernold. Sebt, Arash. Kheirolah, Hassan. Dietl, Carlo. 2010. Analogue and geophysical modelling of the Garmsar Salt Nappe, Iran: constraints on the evolution of the Alborz Mountains. Geophysical Journal International. 2010;182, 599-612.
- ۴۲ Crosby, Neil T. & Patel, Indu. General Principles of Good Sampling Practice. (1995). Royal Society of Chemistry for the Laboratory of the Government Chemist
- ۴۳ J. Boss, Martha & W. Day, Dennis W. Day. (2000). Lewis Publishers
- ۴۴ Smith, Hilton, 1937. Sulfuric acid by the lead chamber process. A laboratory experiment: Journal of Chemical Education.
- ۴۵ Sorgenti, H.A. Sachsel, G.F. 1960. Nitric Acid Manufacture-Theory and Practice: Industrial & Engineering Chemistry.
- ۴۶ Text book of quantitative chemical analysis, Vogel. 1989



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب عملیات در کارخانه‌های صنایع شیمیایی – کد ۲۱۲۵۲۳

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	گوهر دیلمی راد	فارس	۱۲	حسن بشیریان	همدان
۲	میترا حکمت	قزوین	۱۳	محمد داننده	اردبیل
۳	اعظم یوسفی	شهرتهران	۱۴	طاهره حقّی	لرستان
۴	الهه وهابی نژاد	خراسان رضوی	۱۵	فتاح ربیعی	مرکزی
۵	مژگان معتمدی	خوزستان	۱۶	علیرضا مهرعلی زاده	آذربایجان غربی
۶	محمد رضا شاهسون	شهرستانهای تهران	۱۷	مجتبی شارع ملاشاهی	سیستان و بلوچستان
۷	آرزو رضا زاده	خراسان رضوی	۱۸	عبداله زارع	هرمزگان
۸	محمد صالح صدیقی	قزوین	۱۹	حسن ملکی	کرمان
۹	خدبجه خارستانی	چهارمحال و بختیاری	۲۰	محمد ایرندگان	سیستان و بلوچستان
۱۰	ساناز منصوری	اصفهان	۲۱	فاطمه پاشالو	آذربایجان شرقی
۱۱	نادر مولوی	آذربایجان شرقی			

همنر آموزان محترم، همنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظریهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وبگاه: www.tvoccd.medu.ir

دفترتالیف کتابهای درسی فنی و حرفهای و کار دانش