

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

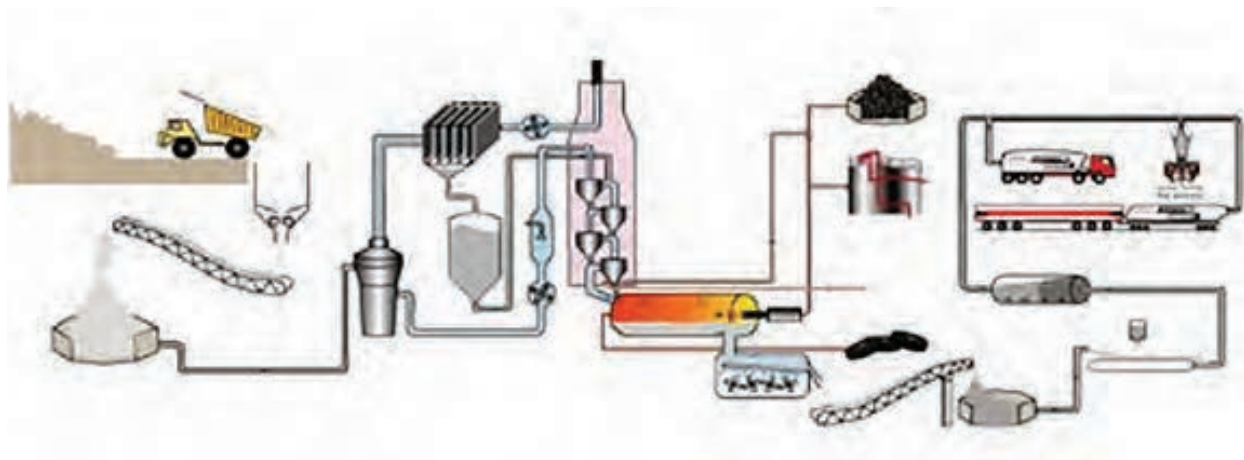
شایستگی‌های فنی:

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 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 به‌عنوان عنصر اصلی سازندهٔ اسیدها در نظر گرفت. در ادامه دیوی^۲ هیدروژن را به‌عنوان 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 توسعهٔ صنعتی یک کشور است.

سولفوریک اسید

سولفوریک اسید یک اسید معدنی سوزاننده با فرمول مولکولی H_2SO_4 است. این ماده از نظر فیزیکی به‌صورت 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 خشک‌کنندهٔ قوی است.

پرسش ۲



- ۱ با توجه به اطلاعات گذشتهٔ خود، در مورد پرکاربردترین اسید صنعتی به سؤالات زیر پاسخ دهید.
الف) مواد اولیهٔ 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

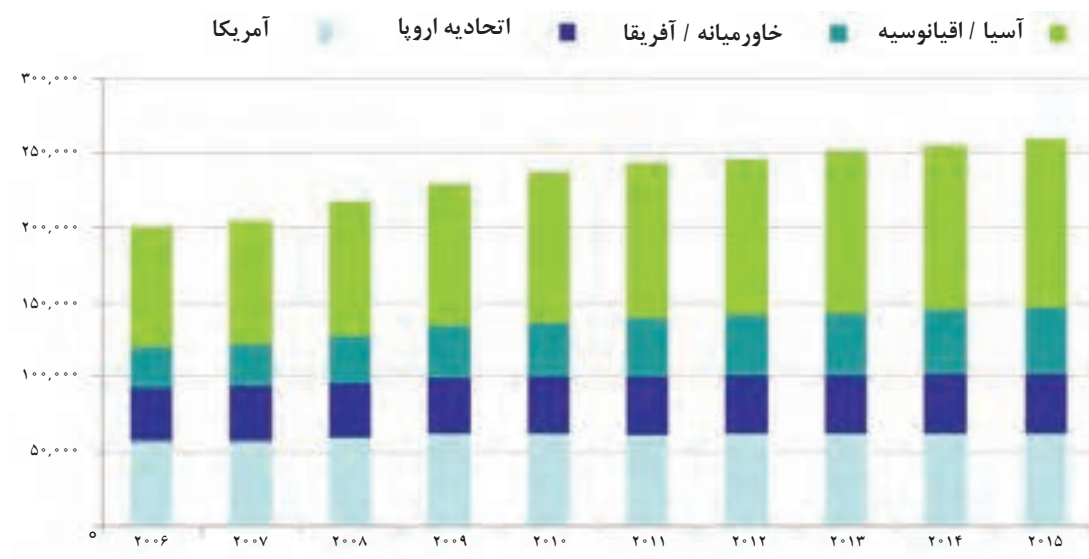
H_2SO_4	فرمول شیمیایی
۹۸/۰۸	جرم مولکولی (g/mol)
مایع شفاف، بی‌رنگ و بی‌بو	شکل ظاهری (خالص)
۱۰	دمای ذوب ($^{\circ}C$)
۳۳۷	دمای جوش ($^{\circ}C$)
۱/۸۴	چگالی (g/cm^3)
کاملاً محلول	حل پذیری در آب

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.



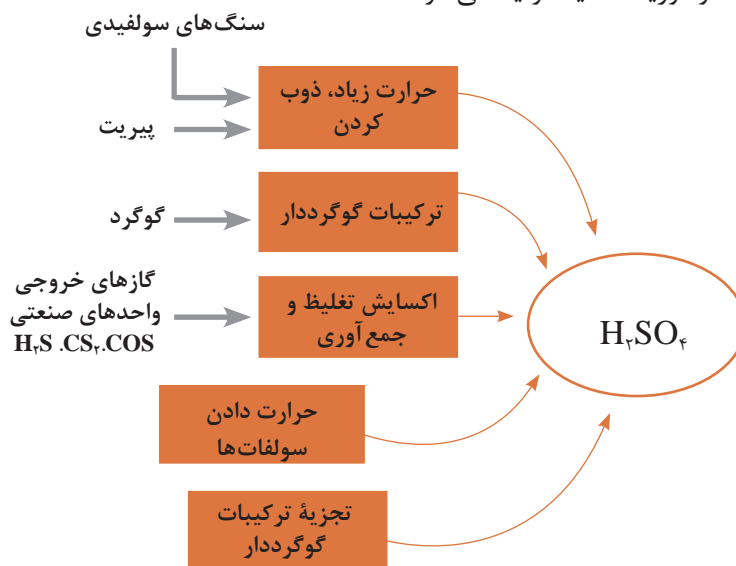
شکل ۲- برخی از کاربردهای اصلی سولفوریک اسید

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

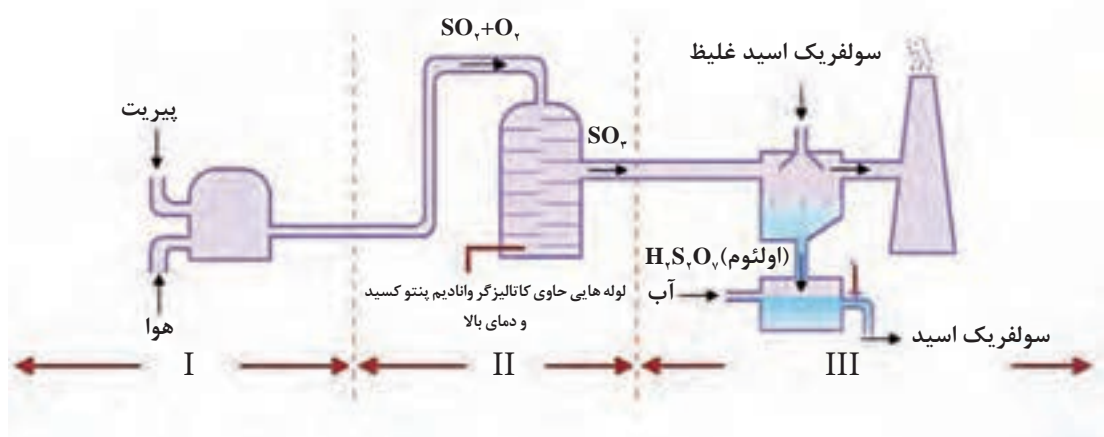
تهیه سولفوریک اسید: صنعت سولفوریک اسید سازی از سال ۱۸۱۳ شروع شد و در قرن ۱۹ تکمیل گردید. امروزه برای تهیه سولفوریک اسید از دو روش تماسی (مجاورت) و مرطوب استفاده می‌شود. مواد اولیه طی واکنش‌هایی به گوگرد دی‌اکسید (SO_2) تبدیل می‌گردد و در ادامه با حضور اکسیژن، آب و کاتالیزگر در دماهای بالا سولفوریک اسید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



شکل ۴- برخی مواد خام اولیه برای تهیه سولفوریک اسید

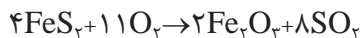
در روش تماسی که نسبت به روش مرطوب متداول تر است، مهم‌ترین روش تولید گوگرد دیوکسید در مرحله نخست، استفاده از گوگرد عنصری است. مهم‌ترین معدن‌های گوگرد آزاد در مناطقی مثل ایتالیا، آمریکا و آرژانتین وجود دارد. در ایران نیز معدن گوگرد زیادی وجود دارد. (به دلیل فراوانی منابع نفت و گاز اغلب تولیدات گوگرد ایران 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 $1000-600^\circ C$ 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 ($400-500^\circ C$) 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

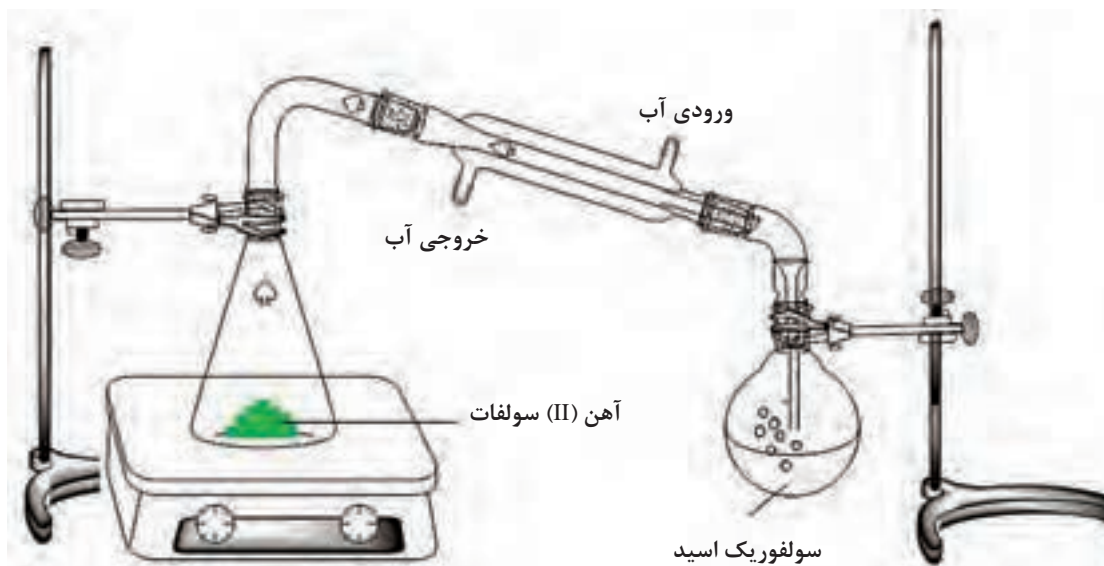


- ۱ آزمایش حتماً در زیر هود با قدرت مکش انجام شود.
- ۲ استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه ضروری است.
- ۳ قبل از انجام واکنش، از بسته بودن سامانه انجام واکنش اطمینان حاصل کنید.

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 چرم‌سازی

سولفوریک اسید در صنایع مختلف، از جمله صنعت چرم‌سازی دارای اهمیت زیادی است. در فرایند چرم‌سازی برای حذف موهای پوست از آهک استفاده می‌شود. عمل آهک‌دهی برای سست کردن ریشه مو و کمک به از بین بردن پروتئین‌های زائد و چربی‌های موجود در پوست است. در مراحل بعدی آهک باقیمانده باید به طور کامل حذف شود، چرا که باعث ایجاد ترک‌هایی در سطح چرم و کاهش کیفیت محصول تولیدی می‌شود. حذف آهک توسط مواد شیمیایی مانند سولفوریک اسید انجام می‌گیرد.

نیتریک اسید

نیتریک اسید یا جوهر شوره، با فرمول مولکولی HNO_3 ، یک اسید معدنی سمی است که به شدت خاصیت خوردگی دارد. نیتریک اسید خالص مایع بی‌رنگی است و با گذشت زمان به علت تجمع نیتروژن اکسید، رنگ آن به زردی می‌گراید. این ماده به نور حساس است و اغلب در بطری‌های شیشه‌ای قهوه‌ای‌رنگ ذخیره می‌شود. به‌عنوان یک اسید قوی، میزان حل‌پذیری نیتریک اسید در آب بسیار زیاد است.

واکنش انجام شده در ظرف حاوی نیتریک اسید را که باعث تغییر رنگ از بی‌رنگ به زرد می‌شود، 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 بی‌رنگ	شکل ظاهری
-۴۲	دمای ذوب ($^{\circ}\text{C}$)
۸۴	دمای جوش ($^{\circ}\text{C}$)
۱/۵۱	چگالی (g/cm^3)
به‌طور کامل محلول	حل‌پذیری 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، چکالنده، شلنگ آب، ترازو، گرمکن برقی^۴، پتاسیم نیترات، سولفوریک اسید، کاغذ pH

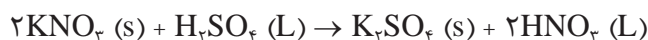
این آزمایش به دلیل تولید گاز سمی NO_۲ زیر هود با قدرت مکش بالا انجام شود. استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه الزامی است.

نکته ایمنی



روش کار:

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

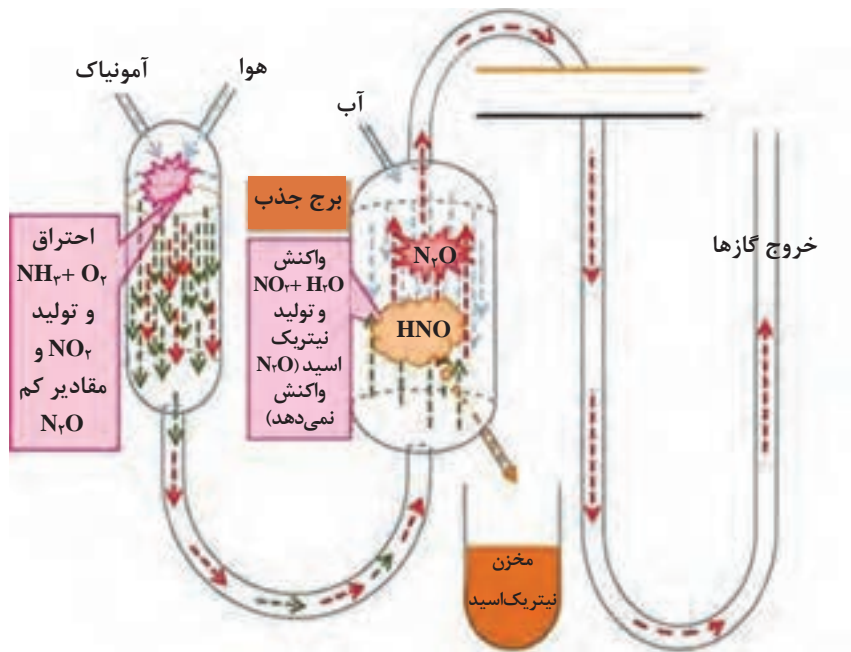
مشاهدات خود را یادداشت کنید.

انجام آزمایش تهیه نیتریک اسید

فیلم آموزشی

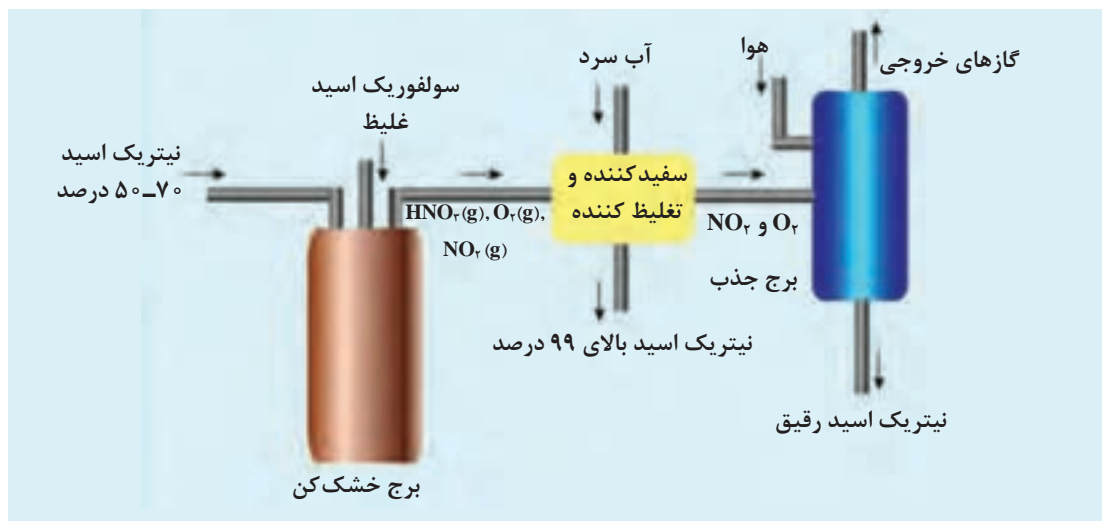


امروزه با توسعه روزافزون صنعت آمونیاک‌سازی تقریباً تمام مقادیر تجاری نیتریک‌اسید از ترکیب شدن آمونیاک با اکسیژن در یک فرایند سه مرحله‌ای به نام فرایند استوالد^۱ تولید می‌شود (شکل ۸).



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 خشک کننده 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 شیمی دان 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.

نکته ایمنی



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.

فیلم آموزشی



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

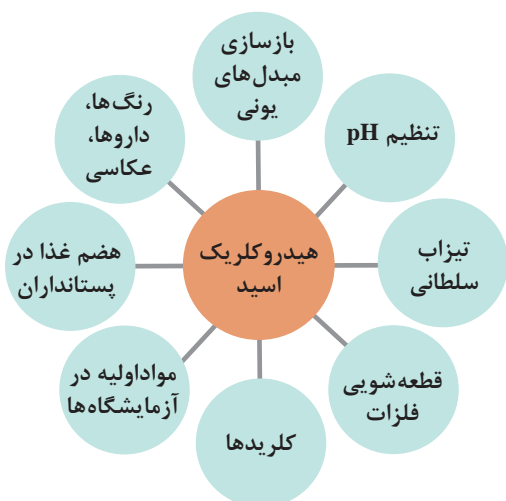
بیشتر بدانید



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

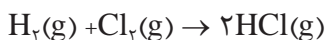


کاربردهای هیدروکلریک اسید:

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

شکل ۱۰- نمایی از کاربردهای هیدروکلریک اسید

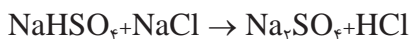
تهیه هیدروکلریک اسید: گازهای هیدروژن و کلر مواد اولیه برای تولید هیدروکلریک اسید هستند. در این شرایط گاز کلر می‌تواند با گاز هیدروژن ترکیب شود و گاز هیدروژن کلرید خالص تولید کند، گاز HCl آزاد شده با حل شدن در آب به هیدروکلریک اسید تبدیل می‌شود.



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

یکی دیگر از روش‌های تولید هیدروکلریک اسید استفاده از واکنش گاه‌های 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 می‌شوند.



گاز هیدروژن کلرید حاصل از بالای واکنش گاه خارج می‌گردد و توسط لوله‌ها به برج‌های جذب آب هدایت می‌شود. جذب هیدروژن کلرید در آب به شدت گرمازا است، گرمای آزاد شده با استفاده از برج‌های خنک کننده جذب می‌شود.

واکنش گاه مانهایم چه واکنش گاهی است؟

تحقیق کنید
۳



فعالیت عملی ۳



تولید هیدروکلریک اسید در آزمایشگاه

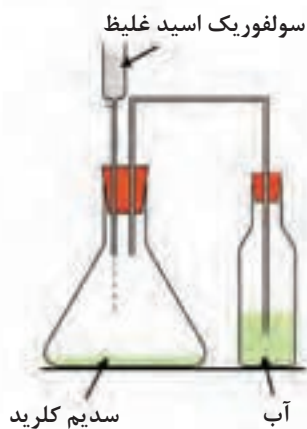
وسایل مورد نیاز: ترازو، ارلن، بشر، درپوش سوراخ دار، لوله پلاستیکی (شفاف) رابط، کاغذ pH، سدیم کلرید، سولفوریک اسید، آب مقطر

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 بپوشانید. 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



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 خوردگی 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 خوردگی 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

NaOH	فرمول شیمیایی
۳۹/۹۹	جرم مولکولی (g/mol)
جامد سفید رنگ	شکل ظاهری
۳۱۸	دمای ذوب (°C)
۱۳۸۸	دمای جوش (°C)
۲/۱۳	چگالی (g/cm ^۳)

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 جای‌جای 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

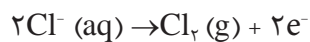
۴- Diaphragm Cell

۵- Mercury Cell

تفکیک نمک به یون‌های سازنده ضمن انحلال در آب



نیم‌واکنش انجام شده در آند



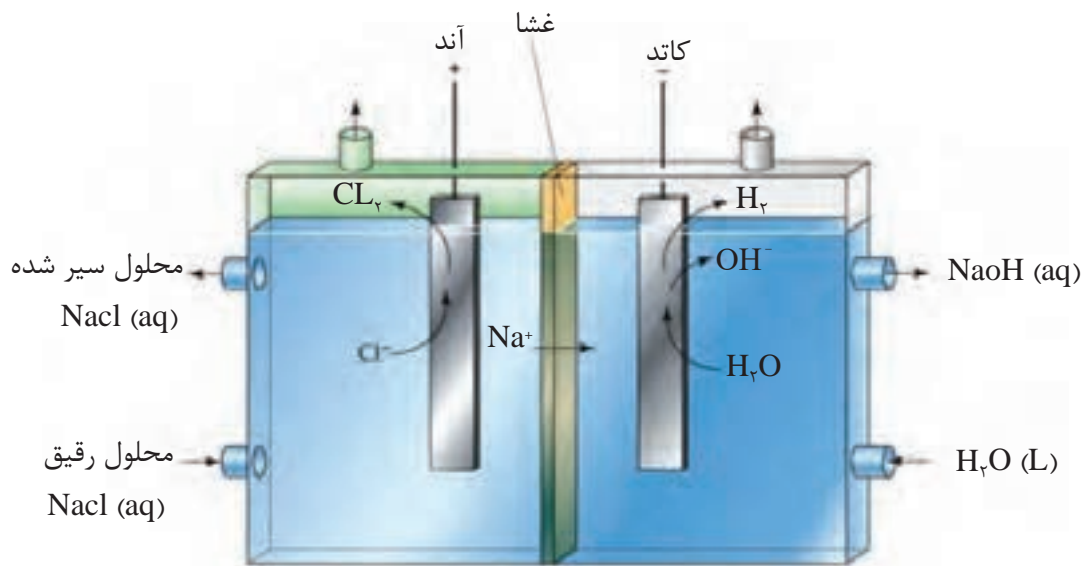
نیم‌واکنش انجام شده در کاتد



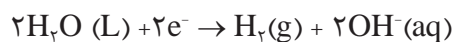
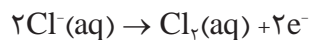
واکنش کلی



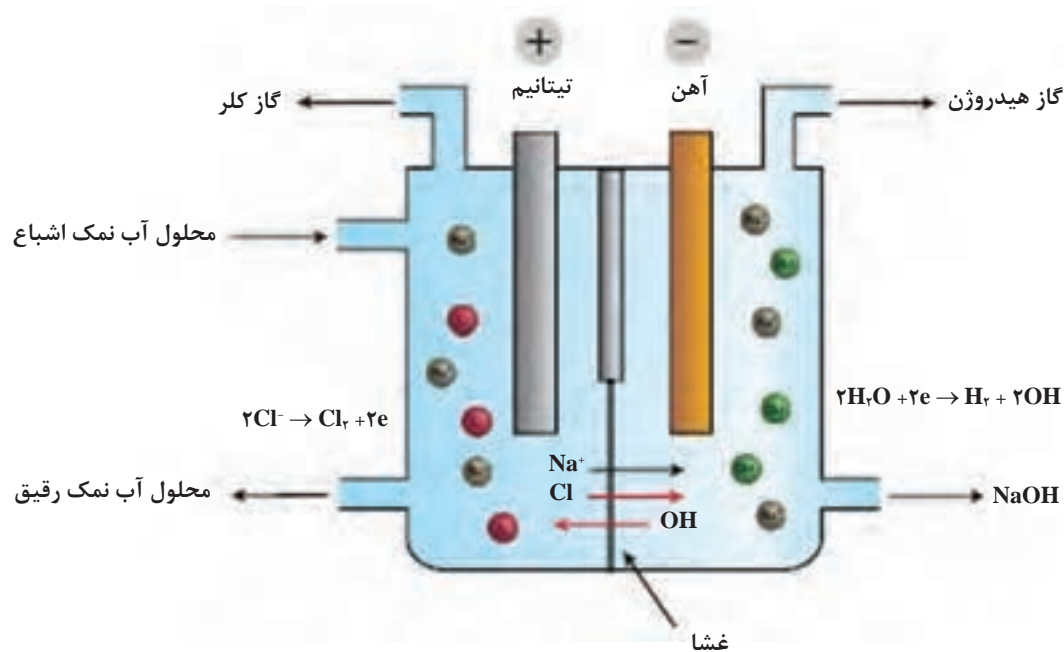
روش غشایی: در این روش، غشای به کار رفته انتخابی عمل می‌کند و فقط به یون‌های مثبت (سدیم) اجازه عبور می‌دهد و از واکنش سدیم هیدروکسید و هیدروژن با کلر جلوگیری می‌کند. با ورود آب نمک اشباع به محفظه آندی، یون‌های کلرید با از دست دادن الکترون به گاز کلر تبدیل می‌شوند. در ادامه با عبور کاتیون‌های سدیم و آب 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

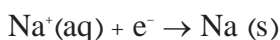


روش دیافراگمی: سل مورد استفاده در این روش توسط یک صفحه دیافراگمی نفوذپذیر به دو بخش تقسیم می‌شود و مانع از عبور گازهای تولیدی در آند و کاتد می‌شود (شکل ۱۵). در روش دیافراگمی محلولی از آب نمک وارد محفظه آندی می‌گردد و با حذف الکترون از آنیون‌های کلر در آند، گاز کلر تولید می‌شود. با عبور محلول آب نمک از 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.

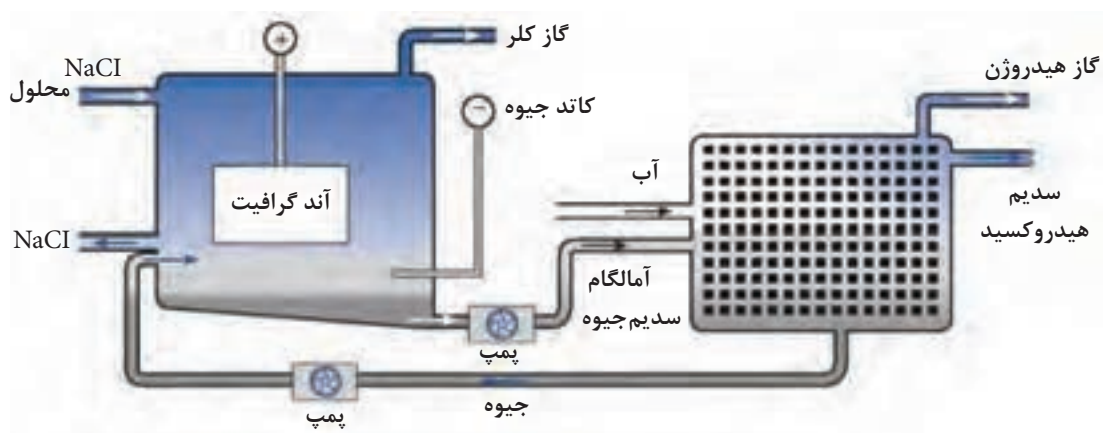


شکل ۱۵- سل دیافراگمی

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 میلی‌متری 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 خنک‌کننده 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 صنایعی مثل کاغذسازی راه‌اندازی گردید. در این واحد سدیم کلرید مورد نیاز برای تولید سود در سل‌های جیوه‌ای، از تبخیر خورشیدی آب‌های خلیج فارس تأمین می‌شود. 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 صرفه‌جویی 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 خواننده شده

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

روش کار

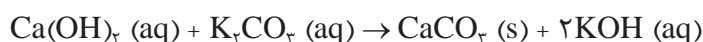
- ۱ با استفاده از یک استوانه مدرج ۳۰ میلی لیتر آب مقطر اندازه‌گیری کنید و در یک بشر بریزید و دمای آن را با استفاده از دماسنج یادداشت کنید.
- ۲ ۵ گرم سدیم هیدروکسید را وزن کنید و به بشر بیفزایید.
- ۳ در حالی که دماسنج در ظرف واکنش است، مخلوط واکنش را با احتیاط به هم بزنید تا سدیم هیدروکسید کاملاً حل شود. 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 به دست آمده از این واکنش صاف می‌شود و کلسیم کربنات رسوب کرده جدا می‌شود. در ادامه، محلول به دست 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 ۰/۵ 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، ۰/۱ 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 به‌عنوان 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

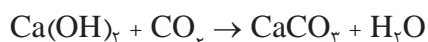


شکل ۱۷- پودر سفید کلسیم هیدروکسید

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 میلی لیتر 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 ته نشین 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 ناخالصی‌های 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 شیشه‌ای، کاغذ صافی، کلسیم هیدروکسید، آب مقطر

روش کار:

- ۱ یک چغندر قند تهیه کنید و پس از شست‌وشو، آن را به خلال‌های 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 70°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 تفاله‌های باقی مانده جدا کنید (شربت قند خام).
- ۴ به شربت قند خام مقداری شیر آهک اضافه کنید و به هم بزنید تا ناخالصی‌ها 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.

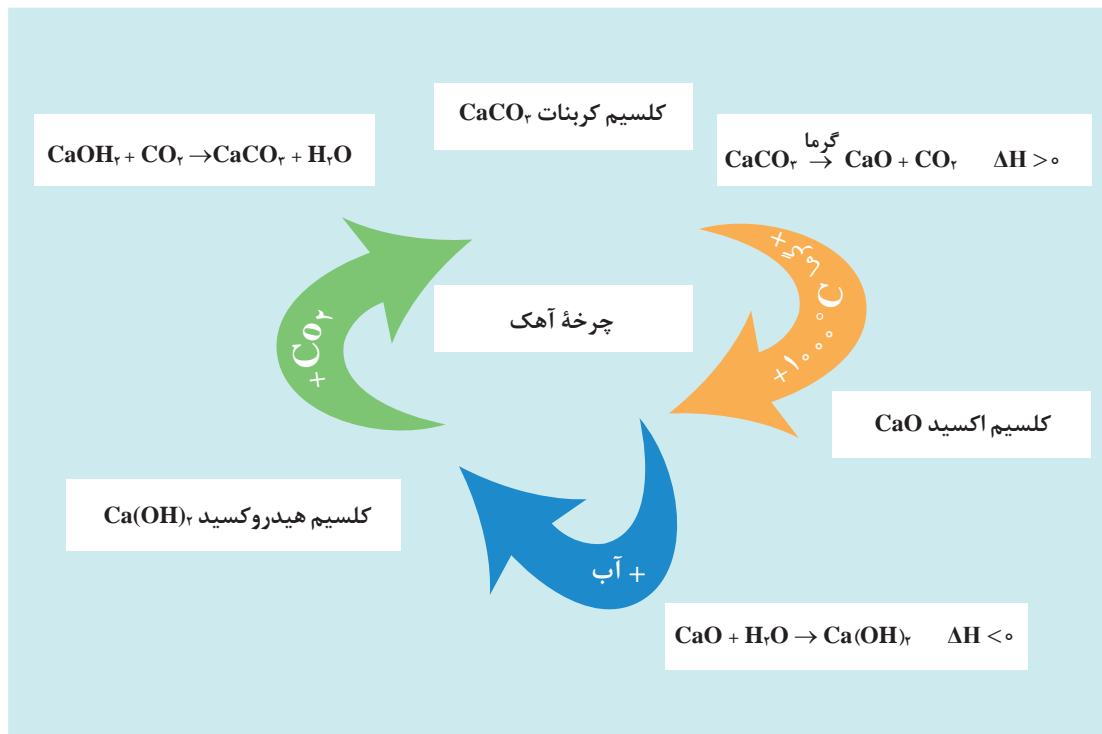
تحقیق کنید

۶

آهک چگونه می‌تواند 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 تولید شده 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).



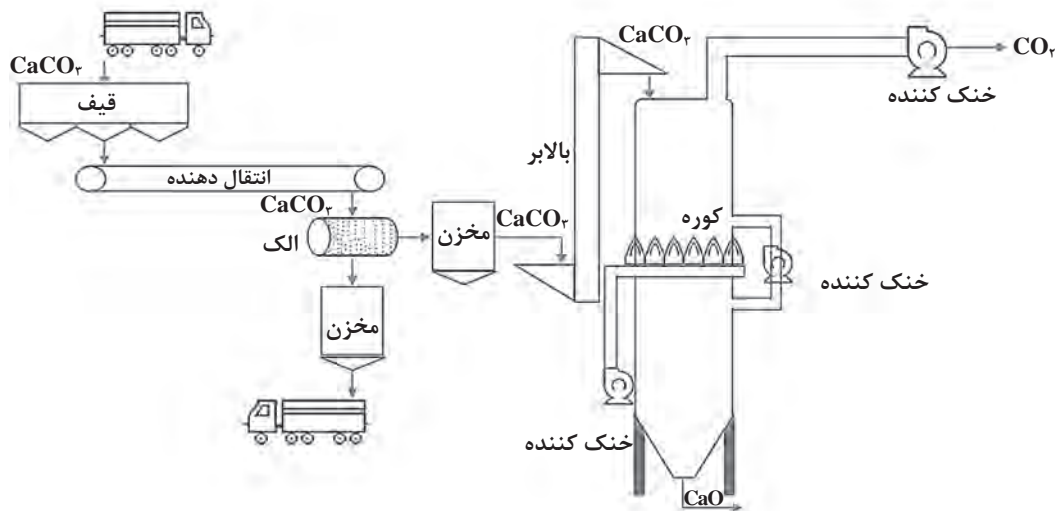
شکل ۱۸- چرخه آهک، سه ماده اصلی چرخه عبارت‌اند از: کلسیم کربنات (سنگ آهک)، کلسیم اکسید (آهک زنده) و کلسیم هیدروکسید (آهک آب‌دار)

مراحل تولید کلسیم هیدروکسید عبارت‌اند از:

مرحله اول: شکستن سنگ آهک استخراج شده از معدن توسط سنگ شکن

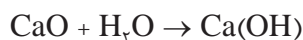
مرحله دوم: تجزیه حرارتی کلسیم کربنات در کوره‌هایی با دمای 1000°C و تولید کلسیم اکسید





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 ۱۰ 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 ۷ 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



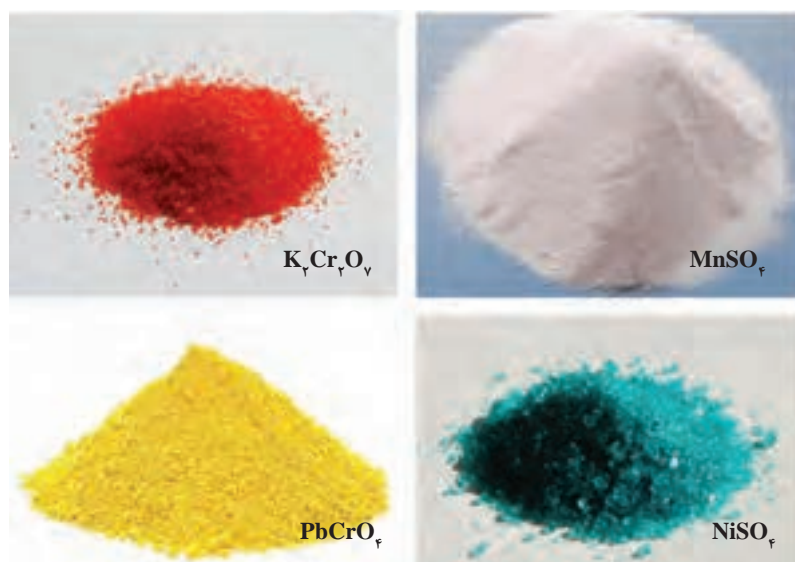
بازدید از کارخانه‌های تولید قلیا

روش کار:

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

نمک‌ها

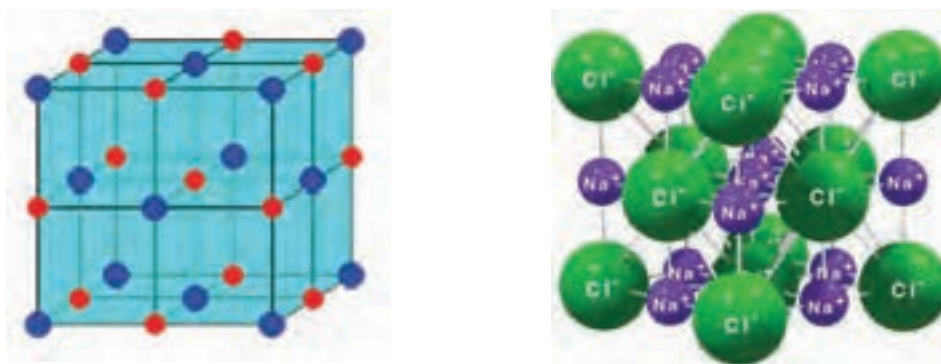
در علم شیمی نمک به موادی گفته می‌شود که از کاتیون‌ها (یون‌هایی با بار مثبت) و آنیون‌ها (یون‌هایی با بار منفی) تشکیل شده باشد؛ بنابراین محصول نهایی از نظر بار الکتریکی خنثی است. نمک‌ها اغلب از واکنش خنثی‌سازی بین اسید و باز حاصل می‌شود و خواص منحصر به فردی دارند که از جمله می‌توان به ساختار بلوری، دمای 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.)

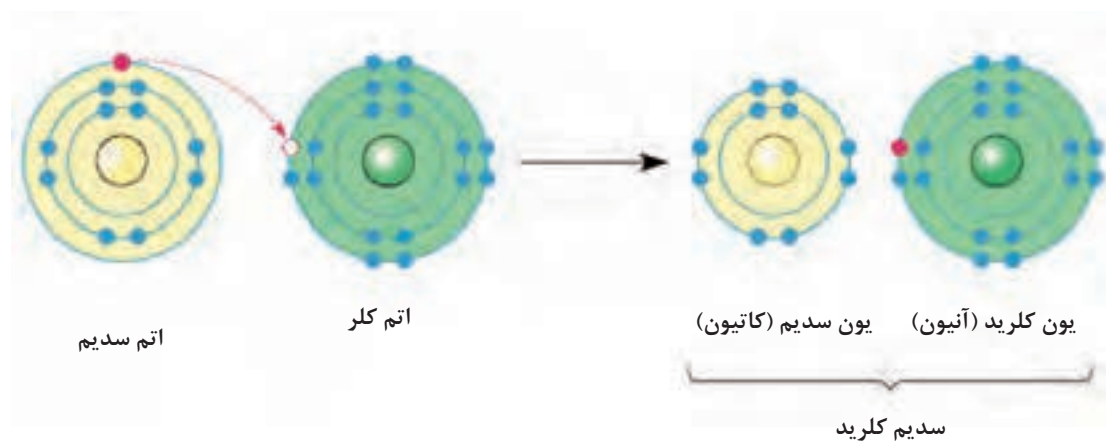
نمک سدیم کلرید

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 چشم‌ها را 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 فرآوری 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 ید دار 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.

فیلم آموزشی

تهیه نمک دریا



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.

فیلم آموزشی

تشخیص ید در نمک طعام



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



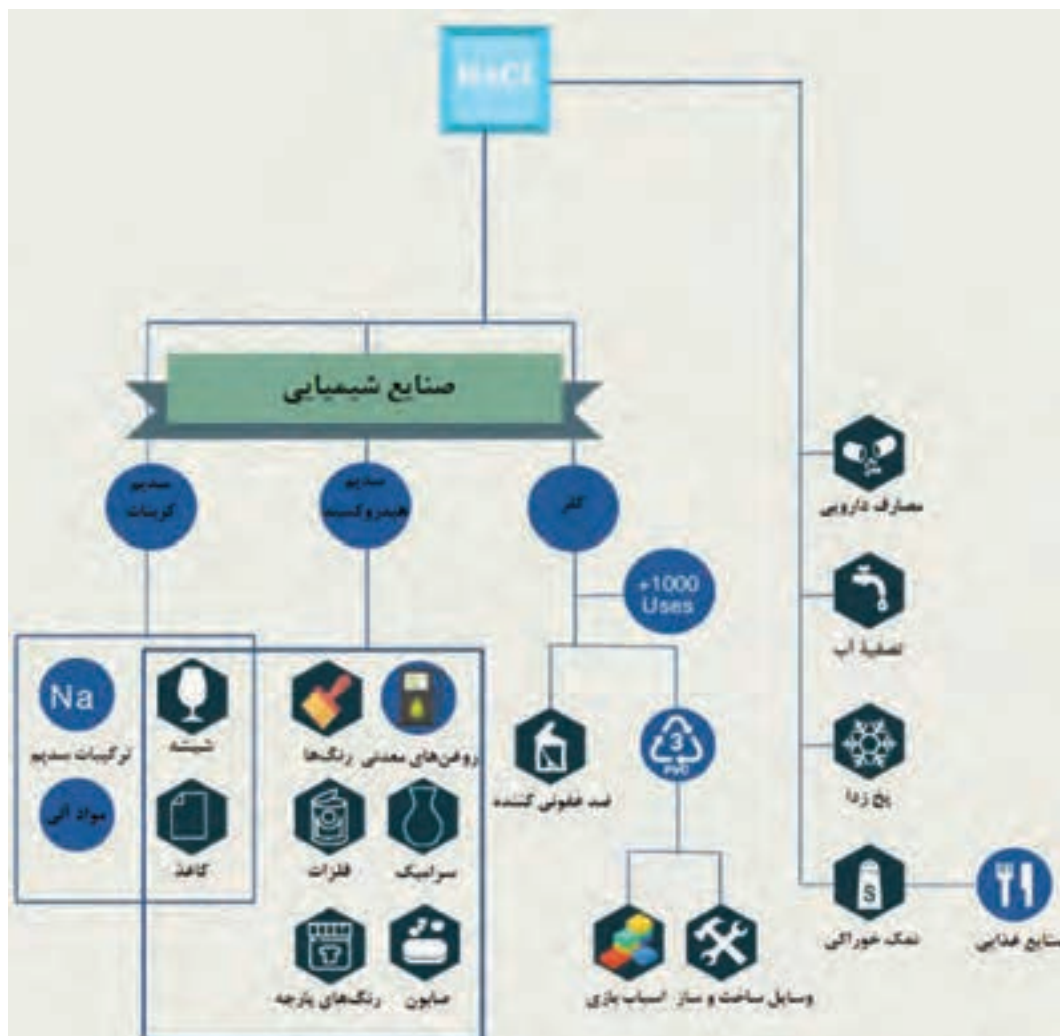
آماری از مصرف نمک سدیم کلرید در ایران تهیه کنید.

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: معدن های تأمین نمک سدیم کلرید که به عنوان یک ماده ضروری در زندگی موجودات کره زمین شناخته شده است، آب های شور (ذخایر آبی) و معادن نمک (ذخایر سنگی) هستند (شکل ۲۶). آب های شور که برای استخراج نمک استفاده می شوند، به صورت محدود (دریاچه ارومیه) و یا دریا های آزاد هستند. نمک به دست آمده از دریا به صورت دانه های ریز و نمک معدن به صورت کلوخه است. روش های متداول استخراج نمک از منابع موجود، تبخیر، بهره برداری از معدن سنگ نمک و گنبد های 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

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



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 می‌گیرد. (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- معدن زیرزمینی

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

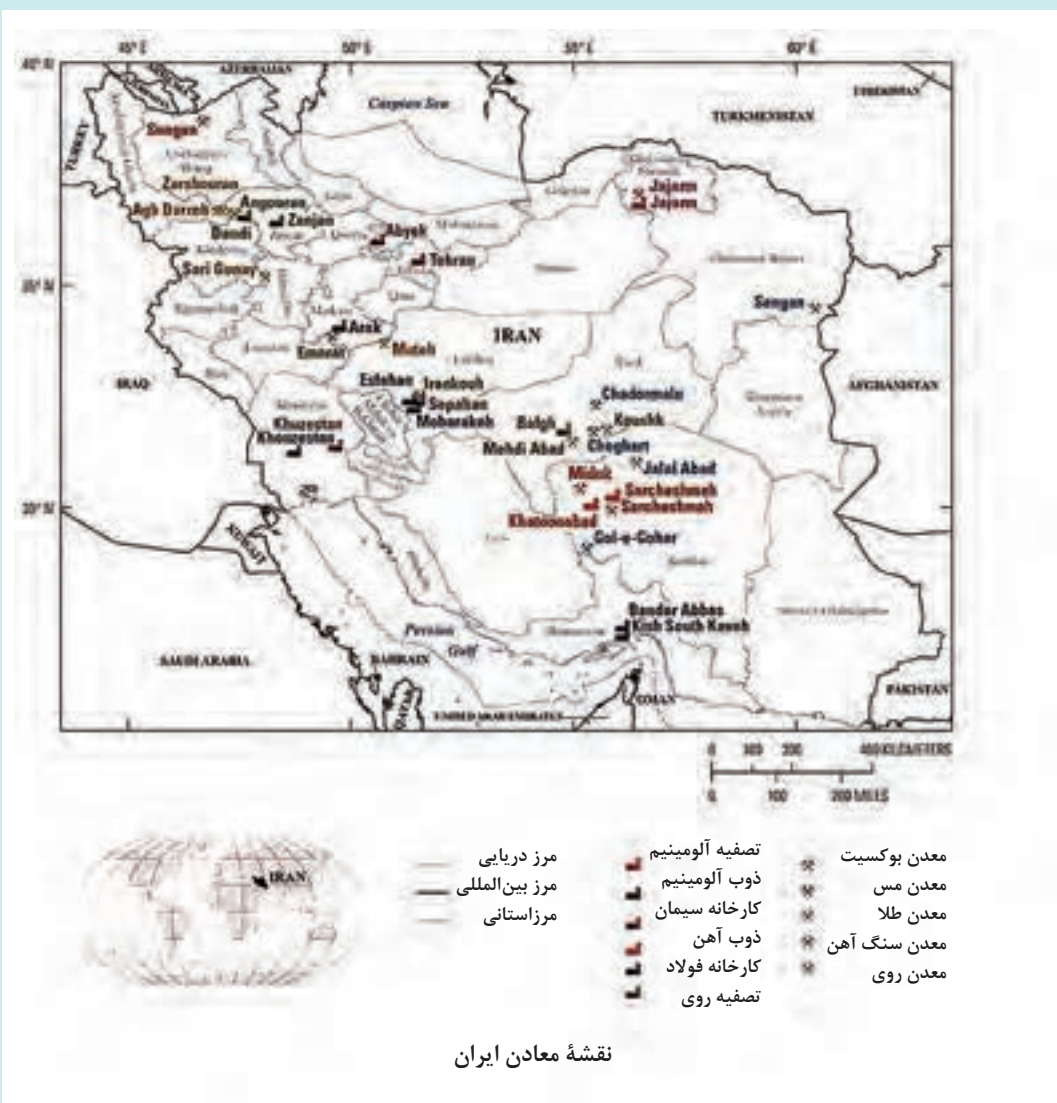


بازدید از یکی از موزه‌های زمین شناسی و آشنایی با انواع سنگ‌ها و کانی‌ها

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 عبارتند از: ذغال سنگ، مواد معدنی فلزی، شن و ماسه، مواد معدنی شیمیایی و نمک.



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.



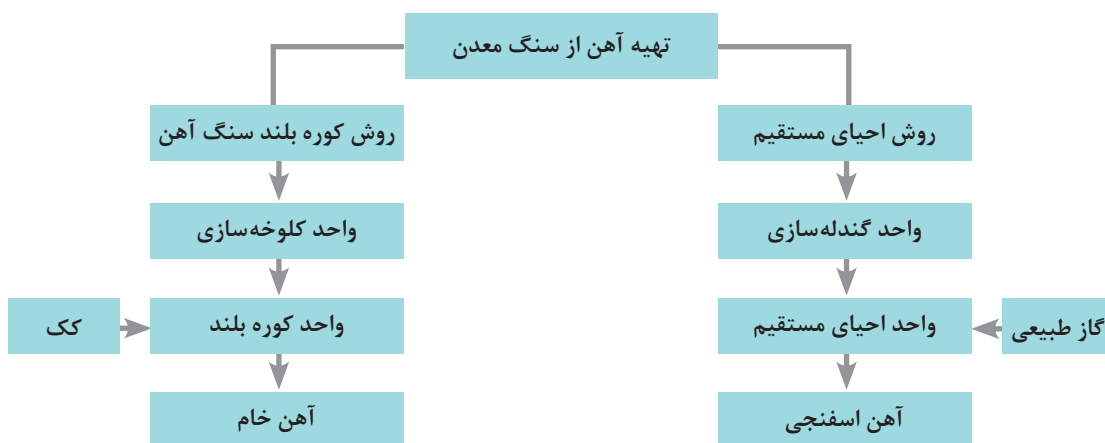
یافته‌هایی از جنس برنز و آهن در تپه حسنلو

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.

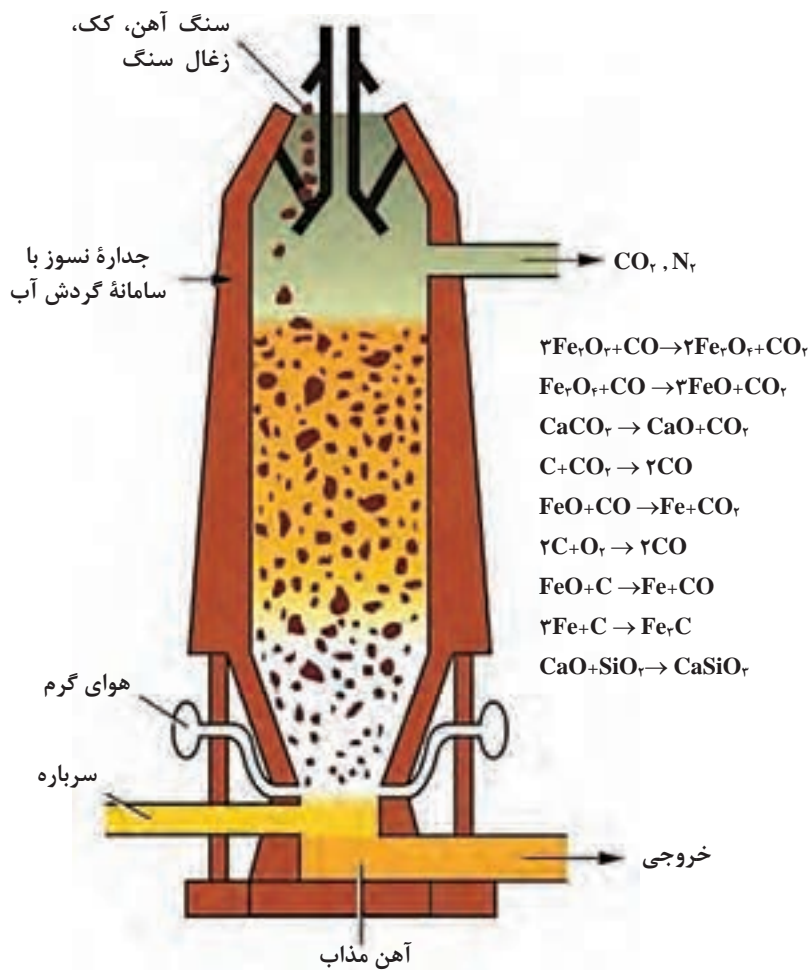


شکل ۲۹- روش‌های استخراج آهن از سنگ معدن

- 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

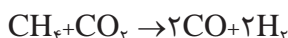


استخراج آهن به روش مستقیم: امروزه در فناوری مدرن تولید آهن خام، از کوره بلند و کک صرف نظر می کنند و از روش های مستقیم سنگ معدن آهن با استفاده از گاز طبیعی استفاده می شود. این روش در کشورهایی با منابع غنی گاز طبیعی، مانند ایران، بسیار مورد توجه است.

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 مترکم 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

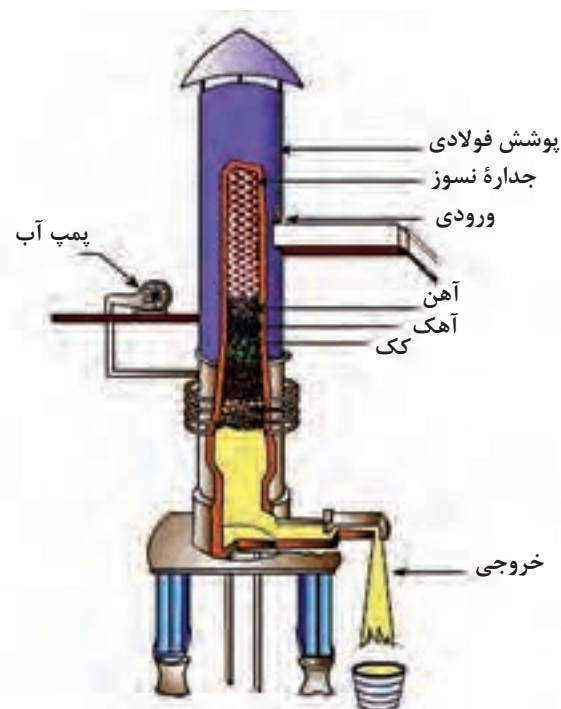


- ۱ در رابطه با روش‌های جدید تولید مستقیم آهن تحقیق انجام داده و در کلاس ارائه دهید.
- ۲ دلیل استفاده از مواد گداز آور در کوره بلند چیست؟

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 به دست آمده 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؛ به همین 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 به همراه عناصری مانند سیلیسیم، مس و منگنز آلیاژهای مقاومی ایجاد می‌کند. آلومینیم با چگالی 2.7 g.cm^{-3} بعد از منیزیم به عنوان سبک‌ترین فلز صنعتی شناخته می‌شود. این فلز، هادی خوبی برای جریان الکتریسیته است.

با استفاده از منابع معتبر جدول زیر را کامل کنید.

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 به عنوان یک فلز پرمصرف تقریباً در تمامی بخش‌های صنعت استفاده می‌شود.

تحقیق کنید
۱۴





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:

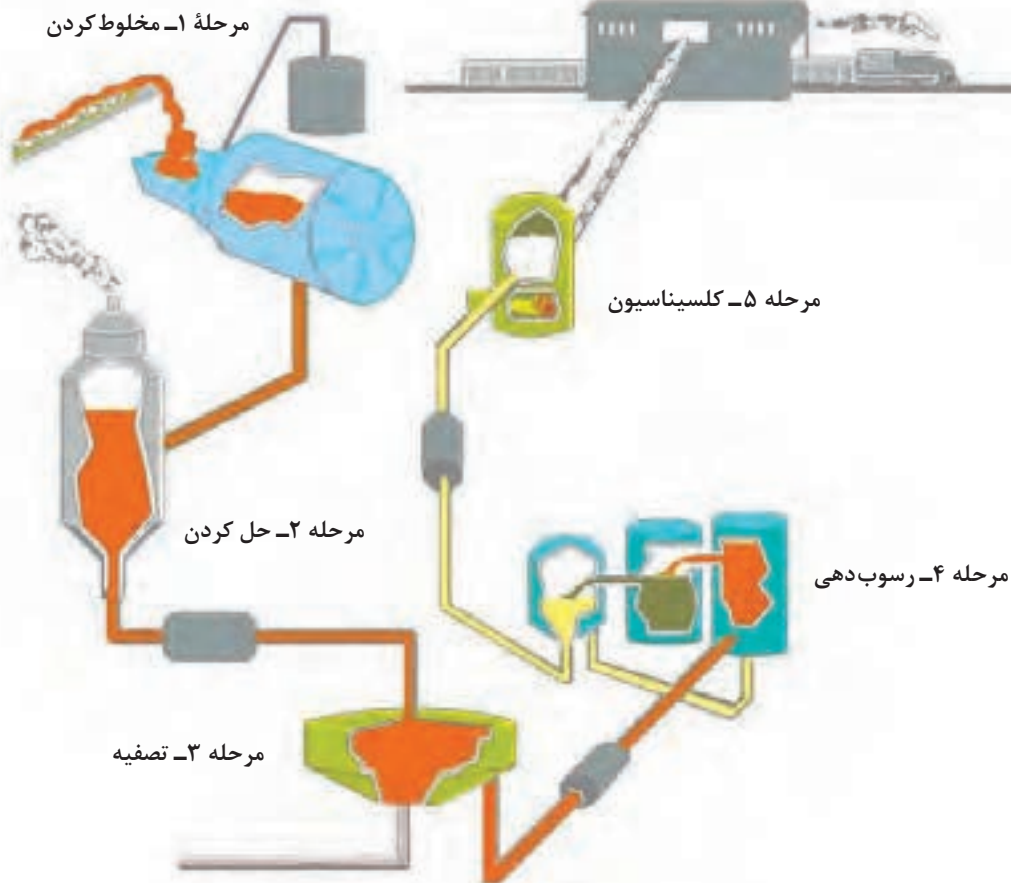


سدیم آلومینات محلول پس از عبور از صافی‌های مکانیکی به مایعی زلال تبدیل می‌شود. با افزودن مقداری آب و هم‌زمان با سرد کردن، آلومینیم هیدرات رسوب داده را از محلول آلومینات جدا می‌کند و برای تبدیل به آلومین خالص از کوره‌های مدور گردان با دمای ۱۰۰۰-۱۱۰۰ درجه سلسیوس استفاده می‌کنند. با توجه به آسان‌تر و ارزان‌تر 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 چکش خواری، 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_۲ لایه نازکی از مس کربنات در سطح اشیای مسی تشکیل می‌شود (شکل ۳۳).



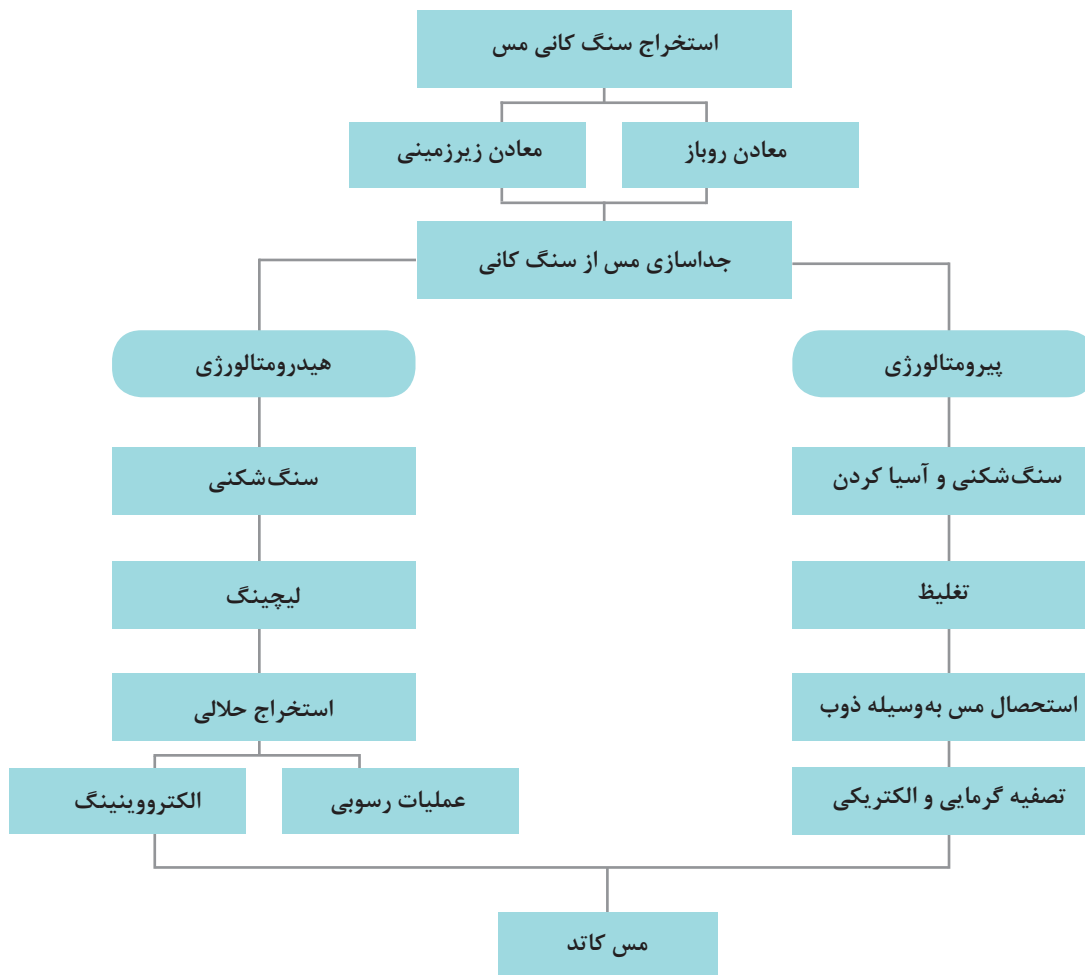
شکل ۳۳- تغییر رنگ لوله مسی در مجاورت هوای مرطوب

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



فیلم آموزشی



استخراج مس

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



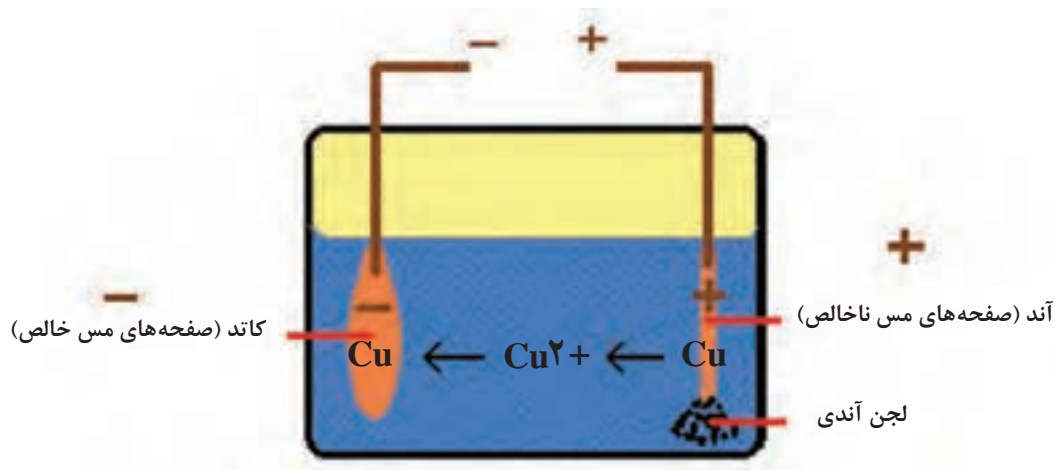
فعالیت عملی ۱۶

خالص سازی مس از نمونه ناخالص مس به روش الکترولیز

وسایل و مواد مورد نیاز: تیغه‌های مسی خالص و ناخالص، بشر، یک سوکننده، ولت‌متر و آمپر‌متر، محلول مس سولفات اسیدی، استن

روش کار

- ۱ در بشر ۲۰۰ میلی‌لیتر 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 ۵/۰ 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 تیغه‌ها را از بشر خارج کرده و برای خشک شدن سریع با استن شست‌وشو دهید. (دقت کنید سطح تیغه‌ها را لمس نکنید).
- ۵ تیغه‌های 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 سیم‌ها، کابل‌ها و هرگونه وسیله‌ای که برای انتقال برق به کار می‌رود، مصرف می‌شود. برای بهبود خواصی مانند افزایش استحکام و ریخته‌گری با افزودن عناصری مانند روی، قلع و آلومینیم به فلز مس آلیاژهای مناسبی تهیه می‌شود.

۱- آلیاژ مس - روی: این آلیاژها با نام برنج در صنعت شناخته می‌شوند. آلیاژ برنجی که در صنعت ریخته‌گری بیشتر استفاده می‌شود، حاوی ۳۰ درصد روی و ۷۰ درصد مس است. برنج‌ها در برابر کدر شدن مقاوم هستند و معمولاً قابلیت چکش‌خواری 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.

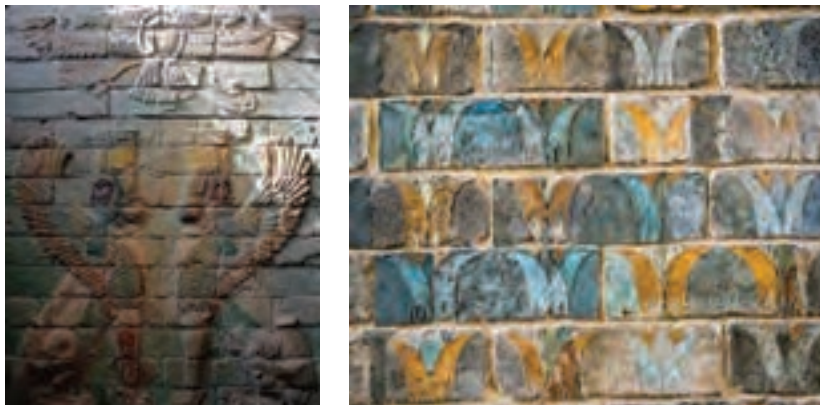
آجرهای مینایی با لعاب قلیایی مربوط به دوران هخامنشی در آپادانای شوش یافت شده است که متأسفانه هم‌اکنون نمونه‌هایی از آن در موزه لوور^۳ پاریس نگهداری می‌شود. در آن زمان استفاده از لعاب بیشتر در معماری و برای پوشش و تولید آجرهای پخته لعابدار بوده است. سربازان جاوید، کمانداران پارسی و نقش فروهر^۴ به صورت 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 بالارونده 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 لعاب‌دار دورهٔ هخامنشی که از محوطهٔ شوش کشف شده است

تعریف لعاب: لعاب لایهٔ شیشه‌ای نازکی است که به‌عنوان پوشش سطوح به کار می‌رود. این لایهٔ نازک شیشه‌گونه به صورت شفاف، کدر، سفید یا رنگی و با به‌کارگیری مواد مختلف روی سطوح مختلف، پوششی به ضخامت ۰/۱۵ تا ۰/۴ میلی‌متر ایجاد می‌کند. استفاده از لعاب سبب افزایش استحکام شیمیایی و فیزیکی و جلوهٔ بیشتر رنگ در ظروف سفالی می‌شود و علاوه بر این به‌عنوان 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. به‌طور کلی لعاب در نتیجهٔ ذوب شدن مخلوطی از سیلیکات‌ها در دماهای مختلف به‌وجود می‌آید. در این شرایط اتم‌های بعضی از مواد مذاب، به‌علت گران‌روی بالا، توانایی برقراری نظم دوباره در هنگام انجماد را ندارند و حالت بی‌نظم^۱ به خود می‌گیرند. مواد اولیهٔ مورد استفاده در ساخت لعاب تأثیر ویژه‌ای بر کیفیت و خواص نهایی آن دارند. مهم‌ترین مواد در تهیهٔ لعاب به سه دستهٔ مواد شبکه‌ساز، دگرگون‌ساز و واسطه تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- مواد شبکه‌ساز: این دسته از مواد که به اکسیدهای اسیدی معروف هستند، اساس، پایه و تعیین‌کنندهٔ ساختار نهایی لعاب و شیشه به شمار می‌روند. مهم‌ترین مادهٔ 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.

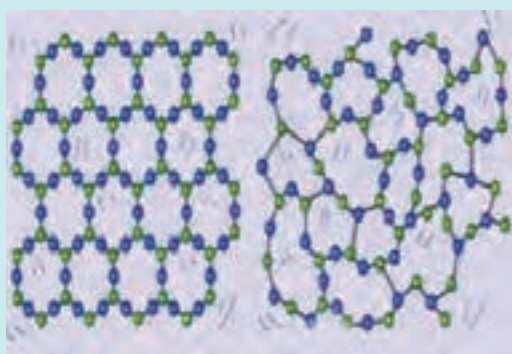
۲- مواد دگرگون‌ساز شبکه: این مواد که با نام اکسیدهای بازی نیز شناخته می‌شوند، با قرار گرفتن در داخل فضاهای شبکه، آن را کم و بیش پر کرده و باعث تغییر و گسستگی در ساختار لعاب و شیشه می‌شوند. مواد دگرگون‌ساز به‌تنهایی حالت شیشه‌ای ایجاد نمی‌کنند و در حالت مطلوب با اکسیدهای اسیدی در هنگام ذوب شدن ترکیب می‌شوند. 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 مادهٔ 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 ذوب‌نشده 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 سردار به راحتی مواد رنگی را حل می‌کند و به خوبی به بدنه متصل می‌شود و اغلب رنگ‌های

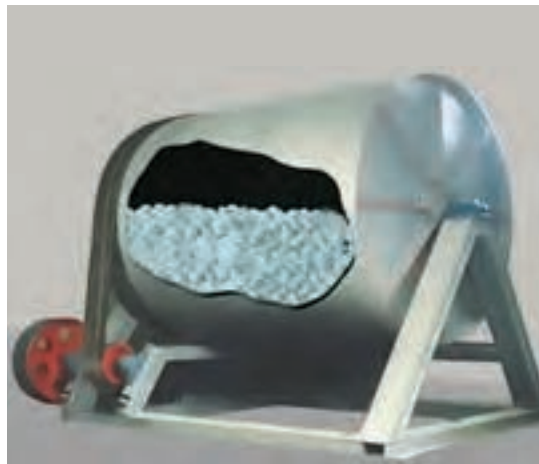
۱- Ferrit glaze

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 فرآورده‌ها 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



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 رس 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 به‌عنوان 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 به‌وجودآورنده 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 به‌کارگیری دوباره آنها به عنوان مواد اولیه و جلوگیری از اتلاف انرژی از جمله اقداماتی است که منجر به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود.

نکات
زیست‌محیطی



۱- منظور از گازهای گلخانه‌ای موجود در جو زمین: بخار آب، کربن دی‌اکسید، 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.
- ۱۶ مهم‌ترین آلیاژهای آهن کدامند؟ چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۱۸ روش بایر و دوویل - پیشنی را در تولید آلومین با هم مقایسه کنید.
- ۱۹ دلیل تشکیل رسوب سبز روی میله‌های مسی چیست؟
- ۲۰ آلیاژهای مس کدامند؟
- ۲۱ لجن آندی چیست؟
- ۲۲ برنج و مفرغ چه ترکیباتی هستند؟ چه خصوصیات و کاربردهایی دارند؟
- ۲۳ مهم‌ترین مواد در تهیه لعاب چه موادی هستند؟ نقش هر کدام چیست؟
- ۲۴ تفاوت لعاب فریتی با لعاب خام در چیست؟ کدام مناسب‌تر هستند؟
- ۲۵ تولید سدیم هیدروکسید به روش سل جیوه‌ای را توضیح دهید.
- ۲۶ واکنش‌های احیای مستقیم در تولید آهن اسفنجی را بنویسید.

ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع معدنی

<p>شرح کار: 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: انجام عملیات در صنایع معدنی طبق دستورالعمل واحد</p>			
<p>شاخص‌ها: <ul style="list-style-type: none"> ■ رعایت مسائل ایمنی حین کار ■ انجام کار طبق دستور کار </p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: 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>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 حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربرست 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>			

