

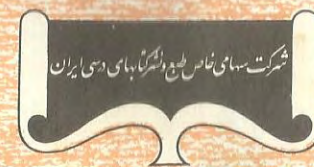
منیزیم  $Mg = 24$

khosro ۱۹۵۲

گروه‌های عناصر

شیمی

برای سال پنجم طبیعی و ریاضی



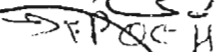
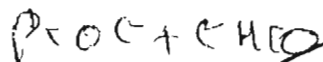
توانا بود هت شرکت دانا بود  
وزارت آموزش پرورش

بها در تمام کشور ۳۲ ریال

توانا بود هر که دانا بود

سعدی امیر مومنانی

پنجم طبیعی



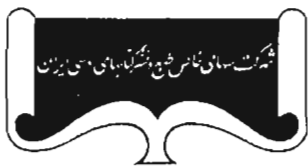
وزارت آموزش پرورش

# شیمی

برای سال پنجم طبیعی و ریاضی

حق چاپ محفوظ

چاپ و توزیع از :



۱۳۵۴

Handwritten notes and signatures in Persian script, including the word 'اصل' (original) and several illegible signatures.

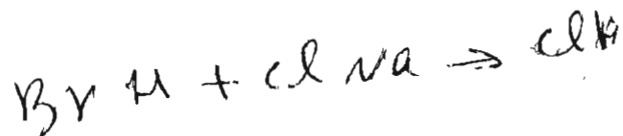
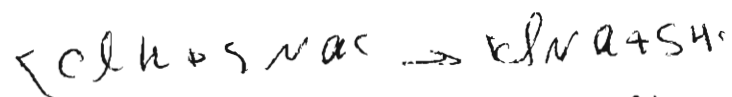
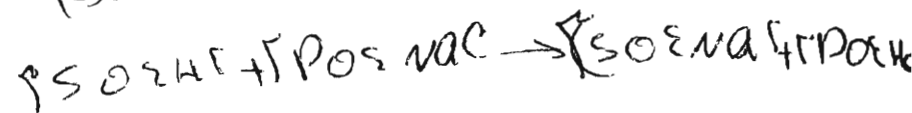
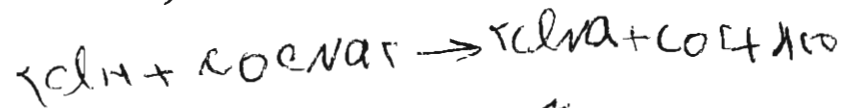
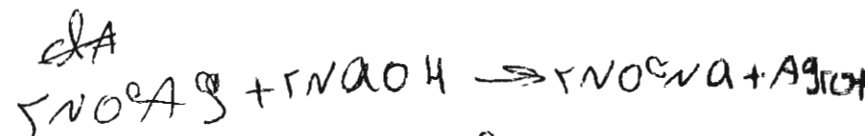
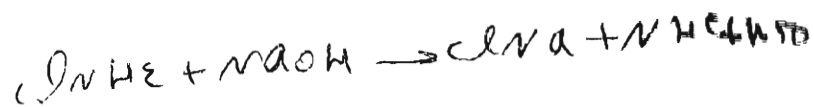


این کتاب که به وسیله آقایان : دکتر جعفر امین ، عبدالحمید اردلان ، پرویز رهبر ، دکتر ابراهیم صفری نگارش یافته ، بر طبق ماده ۳ قانون کتابهای درسی و اساتذته سازمان کتابهای درسی ایران برای تدریس در دبیرستانها برگزیده شده است .

چاپ از : مطبوعات

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول</b>
۱	طبقه بندی عناصر - سلسله متناوب عناصر - جدول مندلیف
	<b>فصل دوم</b>
۱۵	یونیزاسیون
	<b>فصل سوم</b>
۳۸	یادآوری اکسیداسیون و احیا
	<b>فصل چهارم</b>
۴۷	محلولهای نرمال
	<b>فصل پنجم</b>
۵۸	فلزات قلیایی
۶۹	پتاسیم و ترکیبات آن
	<b>فصل ششم</b>
۷۲	فلزات قلیایی خاکی
۷۲	منیزیم
۷۶	کلسیم و ترکیبات آن
۸۶	باریم و ترکیبات آن
	<b>فصل هفتم</b>
۹۱	۱- فلزات خانواده آهن
۹۱	آهن
۱۰۷	نیکل
۱۱۰	۲- خانواده پلاتین
۱۱۰	پلاتین
	<b>فصل هشتم</b>
۱۱۵	خانواده مس



به نام خدا

## فصل اول

## طبقه بندی عناصر

## سلسله متناوب عناصر = جدول مندلیف

از آغاز توسعه علم شیمی، دانشمندان عقیده داشتند که وجود يك طبقه بندی به منظور تسهیل بررسی عناصر و ترکیبات آنها ضروری است.

**اولین طبقه بندی** - بدین منظور از مدت‌ها پیش عناصر را به دو دسته فلز و غیر فلز تقسیم کرده بودند و اختلاف اساسی این دو دسته را چنین شرح می‌دادند که فلزات با اکسیژن تولید اکسیدهای بازی، ولی غیر فلزات تولید اکسیدهای اسید یا ایندريد می‌کنند. اکسیدهای بازی با آب تشکیل باز، و ایندريدها با آب تشکیل اسید می‌دهند. البته اختلافات دیگری از لحاظ خواص فیزیکی و شیمیایی نیز در مورد آنها بیان می‌شد.

در ابتدای امر این طبقه بندی کافی بنظر می‌آمد ولی بتدریج مشاهده شد که بعضی از فلزات نیز تولید اکسید اسید می‌کنند و نیز برخی از غیر فلزات حالت فلزی دارند و عناصری نیز وجود دارند که ئیدروکسیدهای آنها هم خواص بازی و هم خواص اسیدی دارند و بطور کلی خواص بعضی از فلزات و غیر فلزات از طبقه بندی مزبور تبعیت نمی‌کنند.

صفحه

۱۱۵

۱۲۵

۱۳۳

۱۳۸

۱۳۸

۱۴۴

۱۴۴

۱۵۰

۱۵۰

۱۶۱

۱۶۴

۱۶۴

۱۶۹

۱۷۹

۱۸۲

۱۸۳

۱۸۷

۱۹۱

عنوان

مس

نقره

طلا

فصل نهم

خانواده روی

روی

کادمیم

جیوه

فصل دهم

خانواده آلومینیم

آلومینیم

کوزه‌گری و چینی‌سازی

فصل یازدهم

قلع و سرب

قلع

سرب

فصل دوازدهم

کروم

تنگستن

فصل سیزدهم

منگنز

فصل چهاردهم

رادیو آکتیویته و عناصر رادیو آکتیو

مسائل مختلف

به نام خدا

## فصل اول

## طبقه بندی عناصر

## سلسله متناوب عناصر = جدول مندلیف

از آغاز توسعه علم شیمی، دانشمندان عقیده داشتند که وجود يك طبقه بندی به منظور تسهیل بررسی عناصر و ترکیبات آنها ضروری است.

**اولین طبقه بندی** - بدین منظور از مدت‌ها پیش عناصر را به دو دسته فلز و غیر فلز تقسیم کرده بودند و اختلاف اساسی این دو دسته را چنین شرح می‌دادند که فلزات با اکسیژن تولید اکسیدهای بازی، ولی غیر فلزات تولید اکسیدهای اسید یا ایندريد می‌کنند. اکسیدهای بازی با آب تشکیل باز، و ایندريدها با آب تشکیل اسید می‌دهند. البته اختلافات دیگری از لحاظ خواص فیزیکی و شیمیایی نیز در مورد آنها بیان می‌شد.

در ابتدای امر این طبقه بندی کافی بنظر می‌آمد ولی بتدریج مشاهده شد که بعضی از فلزات نیز تولید اکسید اسید می‌کنند و نیز برخی از غیر فلزات حالت فلزی دارند و عناصری نیز وجود دارند که ئیدروکسیدهای آنها هم خواص بازی و هم خواص اسیدی دارند و بطور کلی خواص بعضی از فلزات و غیر فلزات از طبقه بندی مزبور تبعیت نمی‌کنند.

صفحه

۱۱۵

۱۲۵

۱۳۳

۱۳۸

۱۳۸

۱۴۴

۱۴۴

۱۵۰

۱۵۰

۱۶۱

۱۶۴

۱۶۴

۱۶۹

۱۷۹

۱۸۲

۱۸۳

۱۸۷

۱۹۱

عنوان

مس

نقره

طلا

فصل نهم

خانواده روی

روی

کادمیم

جیوه

فصل دهم

خانواده آلومینیم

آلومینیم

کوزه‌گری و چینی‌سازی

فصل یازدهم

قلع و سرب

قلع

سرب

فصل دوازدهم

کروم

تنگستن

فصل سیزدهم

منگنز

فصل چهاردهم

رادیو آکتیویته و عناصر رادیو آکتیو

مسائل مختلف

به همین علت پس از پیدایش عناصر زیادتر و تحقیق بیشتر در خواص این عناصر این طبقه بندی کافی و کامل بنظر نمی رسید .  
بعدها طبقه بندیهای دیگری هم پیشنهاد شد ، ولی عموماً به علت مبهم و نارسا بودن ، کنار گذاشته شدند .

**طبقه بندی تناوبی عناصر -** در سال ۱۸۶۳ میلادی یک شیمیدان انگلیسی به نام نیولاندز<sup>۱</sup> که تمام عناصر شناخته شده زمان خود را<sup>۲</sup> به ترتیب اوزان اتمی صعودی مرتب کرده بود با کمال تعجب مشاهده کرد که خواص شیمیایی عناصر متناوباً تکرار می شود. نیولاندز این کشف خود را در مجمع شیمیدانان لندن به شرح زیر مطرح کرد :

اگر عناصر را به ترتیب جرم اتمی صعودی به دنبال هم بنویسیم ، دوره های تناوبی ، مرکب از هشت عنصر نظیر هشت نوت موسیقی تشکیل می شود ، بطوری که خواص هر عنصر با هشتمین عنصر بعد از آن مشابه است و به این ترتیب جدولی شامل هفت ستون بدست می آید که در هر ستون عناصر شبیه به هم زیر یکدیگر قرار می گیرند .

البته فقط ترتیب عده ای از عناصر در جدول نیولاندز از قاعده مزبور تبعیت کرد و برای عناصر کشف نشده هم جایی خالی نبود به همین دلیل اظهارات نیولاندز در نظر اعضای انجمن که همه از شیمیدانان معروف آن عصر بودند غیر قابل قبول جلوه کرد بطوری که یکی از اعضای انجمن با لحن مسخره آمیزی پرسید :

« اگر عناصر را بر حسب حروف الفبا مرتب کنیم آیا به چنین

نتیجه ای نمی رسیم ؟! » .  
به این ترتیب عقیده نیولاندز که حقیقتاً بی ایراد هم نبود مورد توجه زیاد واقع نشد .

**جدول مندلیف -** نظریه نیولاندز در باره سلسله متناوب عناصر مدتی مسکوت ماند ، تا آنکه شش سال بعد مندلیف<sup>۱</sup> شیمیدان معروف روسی با کشف قانون تناوب ، جدولی تنظیم کرد که تکامل یافته اندیشه نیولاندز و دانشمندان دیگری بود که در این زمینه فعالیتهایی کرده بودند. فکر اساسی مندلیف این بود که باید بین وزن و خواص شیمیایی عناصر رابطه ای برقرار باشد . و بالاخره به این نتیجه رسید که چنانچه عناصر به ترتیب وزن اتمیشان به دنبال هم قرار گیرند خواص آنها بطور تناوبی تغییر می نماید . او بر همین اصل عناصر شناخته شده زمان خود را با توجه به اینکه ممکن است عده ای عناصر ناشناخته نیز وجود داشته باشند طبقه بندی کرد . جدول صفحه بعد طبقه بندی تناوبی عناصر را پس از کشف تمام عناصر مجهول نشان می دهد . چنانکه مشاهده می شود این جدول شامل ۷ دوره متناوب و ۹ ستون یا گروه است . عناصر کمیاب موجود در هوا که بعدها شناخته شدند بی آنکه لطمه ای به جدول وارد آورند ، یک ستون جدید به آن افزودند (گروه صفر) .

**دوره های متناوب -** جدول شامل سه دوره کوتاه و سه دوره بلند و یک دوره ناقص می باشد که بترتیب عبارتند از :

۱ - Mendelyev مندلیف شیمیدان روسی که در ۱۸۳۴ در توبولسک

(سیبری) بدنیا آمد ، در مؤسسه تکنولوژی پترزبورگ به مقام استادی رسید و در سال ۱۹۰۷ وفات یافت .

۱ - Newlands

۲ - در آن موقع بیشتر از ۶۳ عنصر شناخته نشده بود .

دوره اول که فقط شامل  $\text{Th}$  و  $\text{U}$  است .  
 دوره دوم و سوم که هر يك شامل هشت عنصر است .  
 دوره چهارم و پنجم هر يك شامل ۱۸ عنصر ، و دوره ششم شامل ۳۲ عنصر و دوره هفتم که ناتمام است .

چنانچه در جدول ملاحظه می شود بطور کلی خواص شیمیایی عناصر يك دوره تابع جرم اتمی آنهاست . مثلاً هر دوره با يك فلز که دارای باز قوی است شروع شده به عنصری که خاصیت غیر فلزی قوی دارد رسیده و بالاخره به يك عنصر بی اثر ختم می شود . عناصر دوره سوم را بخوبی می شناسید ، سدیم فلزی است قلیایی و يك ظرفیتی و  $\text{Cl}$  غیر فلزی است قوی است قلیایی . منیزیم فلزی است دو ظرفیتی که  $\text{O}$  و  $\text{S}$  غیر فلزی است قلیایی ضعیف تر دارد . آلومینیم فلزی است سه ظرفیتی که  $\text{Si}$  و  $\text{Ge}$  آن هم خاصیت اسیدی وهم خاصیت بازی دارد . سیلیسیم غیر فلزی است چهار ظرفیتی که تشکیل اسید ضعیفی می دهد . فسفر و گوگرد و کلر غیر فلزاتی هستند که بترتیب خواص غیر فلزی آنها بیشتر می شود و اسیدهای قویتری می دهند و عنصر هشتم آرگون گازی است بی اثر . بالاترین ظرفیت عناصر هر دوره نسبت به اکسیژن از يك تا هشت تغییر می کند .

مندلیف با توجه به تکرار ظرفیت در دوره های بلند ، آنها را به دوسری تقسیم کرد . سری اول هر دوره بلند از يك فلز قلیایی شروع می شود و به وسیله سه عنصر فلزی شبیه یکدیگر به سری دوم همان دوره مربوط می شود .

مندلیف دوره های کوتاه و سریهای دوره های بلند را طوری زیر

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲																																																																																																																																																																								
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	(No)	Lw	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																																																																																																																																															
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۴	۱۰۵	۱۰۶	۱۰۷	۱۰۸	۱۰۹	۱۱۰	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵	۱۱۶	۱۱۷	۱۱۸	۱۱۹	۱۲۰	۱۲۱	۱۲۲	۱۲۳	۱۲۴	۱۲۵	۱۲۶	۱۲۷	۱۲۸	۱۲۹	۱۳۰	۱۳۱	۱۳۲	۱۳۳	۱۳۴	۱۳۵	۱۳۶	۱۳۷	۱۳۸	۱۳۹	۱۴۰	۱۴۱	۱۴۲	۱۴۳	۱۴۴	۱۴۵	۱۴۶	۱۴۷	۱۴۸	۱۴۹	۱۵۰	۱۵۱	۱۵۲	۱۵۳	۱۵۴	۱۵۵	۱۵۶	۱۵۷	۱۵۸	۱۵۹	۱۶۰	۱۶۱	۱۶۲	۱۶۳	۱۶۴	۱۶۵	۱۶۶	۱۶۷	۱۶۸	۱۶۹	۱۷۰	۱۷۱	۱۷۲	۱۷۳	۱۷۴	۱۷۵	۱۷۶	۱۷۷	۱۷۸	۱۷۹	۱۸۰	۱۸۱	۱۸۲	۱۸۳	۱۸۴	۱۸۵	۱۸۶	۱۸۷	۱۸۸	۱۸۹	۱۹۰	۱۹۱	۱۹۲	۱۹۳	۱۹۴	۱۹۵	۱۹۶	۱۹۷	۱۹۸	۱۹۹	۲۰۰

جدول تناوبی عناصر



-۷-

تیدروژن هم با فلزهای قلیایی و هم با هالوژن‌ها شباهت دارد .  
 غیر فلزها یعنی عناصر گروه‌های اصلی چهارم ، پنجم ، ششم و هفتم  
 با تیدروژن ترکیبات تیدروژن دار قرار می‌دهند :



در دوره ششم بین باریوم (شماره ۵۶) و هافنیم (شماره ۷۲) ، غیر از  
 لاتان (شماره ۵۷) چهارده فلز شبیه لاتان قرار دارند . اینها خانواده‌ای  
 مخصوص به نام لاتانیدها را تشکیل می‌دهند . لاتانیدها از نظر ساختمان  
 اتم به لاتان شبیهند و معمولاً سه ظرفیتی هستند و به همین جهت آنها  
 را همراه با لاتان در یک خانه بین باریوم و هافنیم جا می‌دهند ، ولی  
 فهرست آنها را به ترتیب افزایش وزن اتمی بطور جداگانه در زیر  
 جدول می‌آورند . همچنین چهارده عنصر پس از آکتینیم به نام آکتینیدها  
 را نیز در زیر جدول می‌آورند .

**پیشگویی عناصر مجهول -** جدول طبقه‌بندی تناوبی نه تنها  
 مطالعه خواص عناصر را آسانتر کرد ، بلکه به آشنایی ساختمان ماده و  
 کشف ساختمان اتمی نیز کمک بسزایی نمود . اهمیت این کشف بخصوص  
 در این است که مندلیف با ابتکار عالمانه‌ای حدس زد که عناصری در  
 طبیعت وجود دارند که هنوز شناخته نشده‌اند و جای آنها باید در خانه‌های  
 خالی باشد . مندلیف حتی خواص بعضی از این عناصر را بامقایسه با خواص  
 عناصر مجاور آنها پیش‌بینی نمود و این پیش‌بینی بعدها پس از کشف عناصر  
 کاملاً تأیید گردید . مثلاً در سال ۱۸۷۱ مندلیف عنصر مجهولی را که در  
 زیر سیلیسیم جای می‌گرفت پیش‌بینی نمود و آن را اکسیلیسیم نام نهاد

-۶-

۱۸۶۹ . بکر قرار داد که عناصر هم ظرفیت در یک ستون عمودی قرار گیرند .  
 در نتیجه ده سری بدست آمد .

در سریها نیز مانند دوره‌ها با افزایش وزن اتمی خواص فلزی  
 ضعیف‌تر می‌شود و خواص غیر فلزی شدت می‌یابد .

**گروه‌ها -** بطوری که در جدول ملاحظه می‌شود ۹ گروه وجود  
 دارد . عناصر گروه صفر بی اثر هستند . گروه هشت از سه دسته عناصر  
 سه‌تایی تشکیل شده است که خواص و جرم اتمی آنها خیلی به هم نزدیک  
 است و مندلیف آنها را عناصر انتقالی یا عناصر واسطه می‌نامید . هفت  
 گروه دیگر هر یک به دو گروه تقسیم می‌شوند که یکی را گروه اصلی و  
 دیگری را گروه فرعی می‌نامیم . عناصری که در یک گروه جای دارند از  
 لحاظ خواص و ظرفیت شبیه هم هستند .

شماره هر گروه بالاترین ظرفیت عناصر آن گروه را در ترکیب با  
 اکسیژن نشان می‌دهد :



البته چند عنصر از این قاعده پیروی نمی‌کنند . مثلاً مس که در گروه  
 اول قرار دارد ، ظرفیت ۲ نیز از خود نشان می‌دهد و فلوتور ، عنصر گروه  
 هفتم فقط یک ظرفیتی و اکسیژن ، عنصر گروه ششم فقط دو ظرفیتی است .  
 از عناصر گروه هشتم فقط بعضی از آنها ( اسیم و روتنیم ) ظرفیت ۸  
 در ترکیب با اکسیژن از خود نشان می‌دهند .

تیدروژن و هلیم دوره‌ای مخصوص را تشکیل می‌دهند . تیدروژن  
 را هم در گروه اصلی اول و هم در گروه اصلی هفتم جا می‌دهند ، زیرا

مثلاً بجای آنکه I با وزن اتمی ۱۲۶/۹۱ قبل از Te با وزن اتمی ۱۲۷/۶۱ قرار گیرد آن را بعد از آن قرار داد. همچنین در تناوب ششم پس از باریم ۱۵ عنصر شبیه هم را که به نام خاکیه‌های نادر معروفند در يك خانه جای داد. اینها همه اشکالاتی بودند که موجب بروز انتقاداتی به جدول می شد. عده‌ای عقیده داشتند که ممکن است اوزان اتمی عناصر، مبنای صحیحی برای طبقه بندی آنها نباشد. به همین علت در سال ۱۹۱۲ یعنی ۵۰ سال بعد از کشف جدول مندلیف، مزلی<sup>۱</sup> ضمن مطالعه در باره طیف اشعه X عناصر از فکر مندلیف الهام گرفت و عناصر را بر حسب اعداد اتمی صعودی مرتب کرد و همان جدول مندلیف را بدون آنکه ایرادی بر آن وارد باشد بدست آورد. در جدول صفحه ۴ وزن اتمی هر عنصر در زیر و عدد اتمی هر عنصر در بالای آن درج شده است و چنانکه پیداست عدد اتمی هر عنصر نمودار شماره ترتیب آن است. پس معلوم شد که مثلاً عنصری مانند گئوگرد که ۱۶ پروتون دارد و عدد اتمی آن شانزده می باشد شانزدهمین عنصر جدول است و ترتیب عناصر در جدول در حقیقت از روی عدد اتمی آنهاست و نظر مندلیف در مورد اشکالات جدول کاملاً صحیح و بجا بوده است.

به مناسبت این کشف مهم امروزه قانون تناوبی عناصر به جای وزن اتمی بر مبنای عدد اتمی بیان می شود. بدین ترتیب که هر گاه عناصر به ترتیب عدد اتمی صعودی قرار گیرند خواص آنها بطور تناوبی تغییر می کند.

وقتی که در سال ۱۸۸۶ همان عنصر به نام ژرمانیم کشف شد خواص آن چندان اختلافی با خواص پیش بینی شده نداشت.

مقایسه خواص پیش بینی شده اکسیلیسیم و خواص ژرمانیم

ژرمانیم	اکسیلیسیم	
۷۲/۶	۷۲	وزن اتمی
۵/۴۷	۵/۵	وزن مخصوص
۴/۷	۴/۷	وزن مخصوص اکسید آن
GeO <sub>۲</sub>	XO <sub>۲</sub>	فرمول اکسید آن
GeCl <sub>۴</sub>	XCl <sub>۴</sub>	فرمول کلرور آن
۸۳°	۹۰°	نقطه جوش کلرور آن

اتفاقاً سه عنصر ناشناخته‌ای که مندلیف قبلاً خواص آنها را پیش-بینی کرده بود در سالهایی که وی هنوز در قید حیات بود کشف گردید. خود او در این باره چنین می نویسد:

« هنگامی که در سال ۱۸۷۱ من خواص این عناصر را از جدول تناوبی استخراج و بر کاغذ پاره‌ای یادداشت می کردم، هیچ تصور نمی کردم که روزی خود شاهد کشف این عناصر وصحت گفتارم خواهم شد ».

**جدول تناوبی و ساختمان اتم - مندلیف ضمن ترتیب جدول، متوجه شد که ممکن است وزن اتمی بعضی عناصر اشتباه حساب شده باشد. او آنها را تصحیح کرد و در جای خود قرار داد.**

از طرف دیگر با آنکه ترتیب عناصر در جدول از روی وزن اتمی آنها بود با این حال ناچار شد بعضی از آنها را در جدول جابجا کند.

۱- Moseley مزلی فیزیکدان انگلیسی (۱۹۱۵ - ۱۸۸۷) که در

سن ۲۸ سالگی در جنگ جهانی کشته شد.

این سه دوره به دوره‌های کوتاه موسومند .

دوره چهارم با فلز قلیایی پتاسیم ( شماره ۱۹ ) شروع می‌شود. در اتم پتاسیم لایه‌ای جدید با يك الكترون ظاهر می‌شود. به این لایه در اتم کلسیم ( شماره ۲۰ ) يك الكترون دیگر اضافه می‌شود. اما از اسکاندیم ( شماره ۲۱ ) از نو الكترونها در لایه سوم قرار می‌گیرند و این عمل همچنان ادامه می‌یابد تا عدده الكترونهاي لایه سوم از ۸ به ۱۸ برسد. الكترونهاي بعدی در لایه خارجی چهارم جمع می‌شوند و این عمل تا تشکیل لایه خارجی هشت الكترونی کریبتون ادامه می‌یابد. کریبتون عنصر شماره ۳۶، از گازهای بی‌اثر محسوب می‌شود و با آن دوره چهارم نیز پایان می‌رسد.

تا وقتی که جمع شدن الكترونها در لایه ماقبل آخر صورت می‌گیرد، در لایه خارجی معمولاً ۲ الكترون بجا می‌ماند. بر اثر تجمع الكترونها در لایه ماقبل آخر، عدده عناصر در دوره چهارم تا ۱۸ افزایش می‌یابد.

دوره پنجم جدول نیز شامل ۱۸ عنصر است. به طوری که در جدول دیده می‌شود ۱۸ عنصر دوره چهارم مربوط به اضافه شدن ۱۰ الكترون در لایه M و ۸ الكترون در لایه N می‌باشد. و در ۱۸ عنصر دوره پنجم ۱۰ الكترون به لایه N اضافه می‌شود و ۸ الكترون در لایه O قرار می‌گیرد.

در دوره ششم ۳۲ عنصر وجود دارد زیرا ۱۴ الكترون به لایه N، ۱۰ الكترون به لایه O اضافه می‌شود و ۸ الكترون در لایه P قرار می‌گیرد.

اهمیت این موضوع از آن جهت است که خواص شیمیایی عناصر با عدده الكترونها و مخصوصاً با عدده الكترونهاي لایه خارجی هر عنصر مشخص می‌شود و عدده الكترونهاي هر اتم هم با عدده پروتونها یعنی با عدد اتمی آن برابر است. در حالی که وزن اتمی مجموع پروتونها و نوترونهاي هسته است و عدده نوترونهاي هر عنصر ممکن است برای ایزوتوپهای مختلف آن متفاوت باشد.

جدولی که در صفحه آخر کتاب ملاحظه می‌شود نوع جدید جدول است که بر مبنای مفاهیم جدید ساختمان اتمی عناصر تنظیم یافته است. در این شکل جدول علاوه بر جرم اتمی و عدد اتمی عدده کل الكترونهاي هر اتم نیز آنظوری که در لایه‌های مختلف قرار گرفته‌اند نشان داده شده است. ترتیب عناصر در این جدول بر مبنای عدد اتمی، و تقسیم به دوره‌ها بر مبنای لایه‌های الكترونی آنها می‌باشد.

ساختمان لایه‌های الكترونی اتمهای عناصر را در کلاس چهارم دیده‌اید. نخستین لایه (K) شامل دو الكترون است. این لایه در اتم هلیوم، گاز بی‌اثر پرمی‌شود. دوره اول جدول تناوبی نیز شامل دو عنصر است و با هلیوم پایان می‌رسد.

لایه دوم (L) گنجایش هشت الكترون را دارد و در اتم نئون پر می‌شود. دوره دوم نیز از لیتیم، فلز قلیایی شروع می‌شود و به نئون گاز بی‌اثر ختم می‌شود.

لایه سوم (M) در اتم آرگون دارای هشت الكترون است. دوره سوم نیز با فلز قلیایی سدیم شروع می‌شود و به آرگون، گاز بی‌اثر ختم می‌شود.

دوره‌هایی که بیش از ۸ عنصر دارند ، به دوره‌های بلند موسومند.  
دوره‌های بلند نیز با يك فلز قلیایی دارای يك الکترون در لایه خارجی شروع می‌شوند و به گاز بی اثر دارای ۸ الکترون در لایه خارجی ختم می‌شوند .

بین فلز قلیایی و گاز بی اثر در دوره‌های کوتاه ۶ عنصر وجود دارد.  
اما عدد عناصر بین فلز قلیایی و گاز بی اثر در دوره‌های بلند بیشتر است .  
به همین جهت خواص فلزی عناصر دوره بلند با افزایش عدد اتمی کندتر از خواص فلزی عناصر دوره‌های کوتاه کاهش می‌یابد .

دوره هفتم دوره ناقص است که شامل ۱۸ عنصر می‌باشد و ۱۲ عنصر آخر آن در طبیعت یافت نمی‌شود و مصنوعاً ساخته شده است .

همانطور که می‌بینید ساختمان الکترونی اتمهای بیست عنصر اول جدول نسبتاً ساده است و همانطور که از چپ به راست جلو برویم هر عنصر در آخرین لایه يك الکترون بیش از عنصر ماقبل خود دارد ولی از عنصر ۲۱ یعنی اسکندیم تا ۱۰ عنصر بعد الکترونهاي آخرین لایه ( لایه N ) از ۲ تجاوز نمی‌کند و در عوض الکترونهاي لایه M افزایش می‌یابد تا به ۱۸ الکترون که گنجایش کامل این لایه است می‌رسد . چنین وضعی در دوره‌های ۵ و ۶ نیز تکرار می‌شود . عناصری را که بدین ترتیب در وسط جدول متمرکز می‌شوند عناصر انتقالی می‌نامند .

### پرسش و تمرین

- ۱ - شماره هر گروه معرف کدامیک از مشخصات عناصر آن گروه است؟
- ۲ - دوره تناوب چیست و خواص عناصر در دوره ها با افزایش عدد اتمی چه تغییراتی پیدا می‌کند؟
- ۳ - قانون تناوب عناصر را از نقطه نظر تئوری ساختمان اتمی توضیح دهید.

۴ - هر دوره تناوب با چه عنصری شروع می‌شود و به چه عنصری ختم می‌شود؟  
۵ - جدول طبقه بندی مندلیف چگونه به کشف عناصر مجهول کمک کرد؟  
۶ - چرا با کاهش عدد اتمی در هر گروه اصلی خواص فلزی کاهش و خواص غیر فلزی افزایش می‌یابد؟

۷ - چرا با افزایش عدد اتمی در هر دوره تناوب خواص فلزی کاهش و خواص غیر فلزی افزایش می‌یابد؟

۸ - فعالترین فلزات و غیر فلزات کدامند و در کجای جدول قرار دارند؟  
۹ - فعالیت شیمیایی کدام عنصر بیشتر است ، سدیم یا پتاسیم؟

۱۰ - خاصیت فلزی منیزیم بیشتر است یا آلومینیم؟  
۱۱ - خاصیت غیر فلزی آرسنیک بیشتر است یا برم؟

۱۲ - فرمول بالاترین اکسید عنصر A از گروه اصلی  $AO_3$  است . فرمول ترکیب تیترودزن دار این عنصر را بنویسید .

۱۳ - غیر فلز B با تیترودزن ترکیبی فراد به فرمول BH می‌دهد . این عنصر به کدام گروه تعلق دارد؟

۱۴ - فرمول بالاترین اکسید وانادیم  $V_2O_5$  است . این عنصر به کدام گروه تعلق دارد؟

۱۵ - با استفاده از جدول مندلیف فرمول اکسید ، تیترودکسید ، سولفات و کربنات استرونیسم را بنویسید .

۱۶ - فلزات قلیایی بر اساس چه خواص مشترك در يك گروه جا گرفته‌اند .

۱۷ - خواص مشترك هالوژنها را نام ببرید .  
۱۸ - از تأثیر ۱/۱۱ گرم فلز قلیایی بر آب ۵/۱۶ گرم تیترودزن تشکیل می‌شود . جرم اتمی عنصر را حساب کنید و با استفاده از جدول نام آن را بنویسید؟

۱۹ - عنصری هم گروه با منیزیم است . اکسید این عنصر ۱۵/۴ درصد

Handwritten notes and scribbles at the bottom of the page.

## یونیزاسیون

مقدمه - از مدت‌ها پیش، بخصوص از تاریخ کشف پیل ولتا، دانشمندان خواص جالبی در محلول اسیدها و بازها و نمکها مشاهده می‌کردند که از هر حیث تازگی داشت.

ولتا در سال ۱۸۵۰ با قرار دادن دو تیغه روی و مس در محلول رقیق اسید سولفوریک، جریان برق ایجاد کرد.

داوی با عبور دادن جریان برق از سود مذاب، سود را تجزیه نمود و سدیم بدست آورد. شما نیز امروزه ضمن مطالعه آنها به خواص مهم دیگری برخورد می‌کنید.

مثلاً اگر کمی  $HCl$  را در آب حل کنید می‌بینید خواص تازه‌ای در محلول بوجود می‌آید که نه در  $HCl$  وجود دارد و نه در آب، یعنی محلول خاصیت اسیدی پیدا کرده و جریان برق را از خود عبور می‌دهد. همچنین مشاهده می‌کنید که آب مقطر هادی جریان الکتریسیته نیست ولی وقتی کمی اسید، باز یا نمک را در آب حل می‌کنیم محلول جریان برق را از خود عبور می‌دهد.

تامدتی دانشمندان برای تفسیر این خواص تازه ناتوان بودند و دلیلی جهت پیدایش خواص الکتریکی در محلولهای فوق‌الذکر پیدا نمی‌کردند.

اکسیژن دارد. جرم اتمی عنصر را حساب کنید و با استفاده از جدول نام آن را بنویسید؟  
۲۲ - غیر فلزی در جدول تناوبی پیدا کنید که ترکیب آن با یدروژن دارای کمترین درصد یدروژن باشد.

۲۱ - غیر فلزی در جدول تناوبی پیدا کنید که ترکیب آن با یدروژن دارای بزرگترین درصد یدروژن باشد.

۲۲ - غیر فلزی با یدروژن ترکیبی به فرمول  $XH_4$  تولید می‌کند. این غیر فلز با اکسیژن اکسیدی می‌دهد که  $53/3$  درصد اکسیژن دارد. جرم اتمی عنصر را حساب کنید و با استفاده از جدول نام آن را بنویسید.

۲۳ - بالاترین اکسید یک غیر فلز  $XO_3$  است. این عنصر با یدروژن ترکیبی می‌دهد که  $2/47$  درصد یدروژن دارد. جرم اتمی عنصر را حساب کنید و با استفاده از جدول نام آن را بنویسید.

۲۴ - ساختمان الکترونی اتم عنصری را که در دوره تناوب سوم و گروه ششم قرار دارد، مشخص کنید.

۲۵ - استاتین که عدد اتمی آن ۸۵ است، چه خواصی را باید دارا باشد؟

۲۶ - ساختمان الکترونی اتمهای عناصر با عددهای اتمی ۹، ۲۰، ۳۵ و ۳۷ را رسم کنید و معین کنید هر یک از آنها به کدام گروه و دوره تعلق دارد؟

۲۷ - ساختمان الکترونی اتم عنصر شماره ۳۱ را رسم کنید و فرمول کلور آن را بنویسید.

۲۸ - عدد عناصر شیمیایی بیشتر است یا عدد مواد ساده؟

۲۹ - ایزوتوپها و عناصر شیمیایی را از نقطه نظر ساختمان اتم تعریف کنید.

۳۰ - یک عنصر شیمیایی از دوایزوتوپ که به نسبت ۹:۱ یافت می‌شوند، تشکیل یافته است. هسته ایزوتوپ فراواتر دارای ۱۵ نوترون و ۱۵ پروتون است. در هسته ایزوتوپ دیگر ۲ نوترون بیشتر است. جرم اتمی متوسط این عنصر را حساب کنید.

۴- یونهای مثبت یا کاتیونها شامل ئیدروژن اسیدها یا فلز بازها و نمکها هستند و یونهای منفی یا آنیونها از باقی مانده این مواد نتیجه می شوند .

با قبول این نظریه ، تعبیر بسیاری از مطالب فوق الذکر آسان می شود . مثلاً در مورد الکترولیتها چون یونها بار الکتریکی دارند ، بین دو قطب الکتروسیسته بحرکت در می آیند و قابلیت هدایت الکتریکی الکترولیتها از حرکت همین یونها پدید می آید . همچنین تشابه محلولهای اسیدها و بازها بانمکهای آنها را می توان به علت وجود یون مشترک در آنها دانست . مثلاً ترشی اسیدها و تأثیر آنها بر فلزات و معرفهای رنگین به واسطه وجود یون مشترک  $H^+$  در آنهاست . یا آنکه مره گس بازها و اثرشان بر اسیدها و معرفهای شیمیایی ، به علت وجود یون مشترک  $OH^-$  است . وجود یون  $Cu^{++}$  در یک محلول ، رنگ آبی به محلول می دهد . یونهای  $Fe^{++}$  سبز رنگ و یونهای  $Fe^{+++}$  زرد آجری رنگ و یونهای  $MnO_4^-$  بنفش رنگ هستند و به همین جهت است که رنگ محلول املاح مس آبی ، املاح فرو سبز ، املاح فریک زرد آجری و پرمنگناتها بنفش است و علت اینکه جوهر نمک و کلیه کلرورهای محلول در اثر نیترا ت نقره رسوب  $AgCl$  می دهند ، وجود یون مشترک  $Cl^-$  در آنهاست و بالاخره تمام نمکهای محلول باریم که با اسید سولفوریک رسوب می دهند ، شامل یون مشترک  $Ba^{++}$  هستند . تئوری یونیزاسیون آرنیوس علاوه بر اینکه سبب شد که گامهای بلندی در راه تکامل علم شیمی برداشته شود ، کمک شایانی هم به کشف ساختمان اتم نموده است . نظریه آرنیوس که باید آن را یک شاهکار علمی بحساب آورد

نظریه های مختلفی هم که در این باب اظهار می شد هیچیک قانع کننده نبود و مسئله هدایت الکتریکی محلولهای موادی را که به الکترولیتها موسوم شده اند حل نمی کرد و مدتها علت تشابه محلولهای اسیدها و بازها بانمکهای آنها مجهول بود و چگونگی تأثیر اسیدها و برخی از بازها بر فلزات بر کسی روشن نبود تا آنکه آرنیوس دانشمند سوئدی موقعی که هنوز دانشجو بود به حل این معما پی برد و آن را تحت عنوان تئوری یونیزاسیون عرضه کرد .

نظریه آرنیوس بطور خلاصه از این قرار است :

۱- مولکولهای اسید و باز و نمک ، وقتی که در آب حل شوند ، تمام یا مقداری از آنها به دو یا چند ذره کوچکتر که هر یک حامل بار الکتریکی می باشد ، تفکیک می شوند . این ذرات دارای بار الکتریکی را یون می نامند .

۲- دو نوع یون در محلول ظاهر می شود : یکی با بار الکتریکی

مثبت و دیگری با بار الکتریکی منفی .

الکترولیت	کاتیون	آنیون
HCl اسید	$H^+$	$Cl^-$
NaOH باز	$Na^+$	$OH^-$
NaCl نمک	$Na^+$	$Cl^-$
$FeCl_3$ نمک	$Fe^{+++}$	$3Cl^-$

۳- برای یک الکترولیت مجموع بار یونهای مثبت معادل مجموع

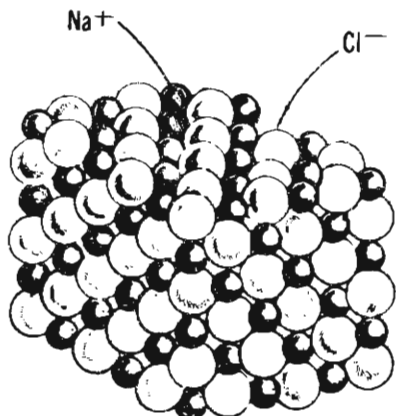
بار یونهای منفی است .

۱- Arrhenius (۱۸۵۹ - ۱۹۲۷) دانشمند سوئدی در سال ۱۸۷۷

یعنی در ۱۸ سالگی در مقاله ای تحت عنوان « تفکیک مواد محلول در آب » تئوری یونیزاسیون را طرح کرد و جایزه نوبل سال ۱۹۰۳ را بدست آورد .

-۱۹-

را بوجود آورده‌اند (شکل ۱). آزمایش بلورهای نمک به وسیله اشعه



شکل ۱

ایکس این مطلب را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که در نمک جز یونهای  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  چیز دیگری وجود ندارد، یعنی نمک طعام از جمع یونهای سدیم و کلر تشکیل یافته نه از اتمهای سدیم و کلر. ساختمان غالب نمکها به همین صورت است.

**۲- پیوند به راه کووالانس -** در بعضی ترکیبات مانند  $\text{Cl}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  اتمها الکترون مبادله نمی‌کنند بلکه با اشتراک یک یا چند الکترون، لایه خارجی یکدیگر را کامل می‌کنند. این نوع پیوند بین اتمها را پیوند کووالانسی می‌نامند.

**مولکولهای قطبی و غیر قطبی -** دو نوع پیوند الکترووالانسی و کووالانسی که شرح داده شد در حقیقت دو حالت متمایز پیوند اتمها بشمار می‌رود. بیشتر اوقات نمی‌توان در باره نوع یک پیوند اظهار نظر قاطعی نمود و گاهی مشاهده می‌شود که یک پیوند کووالانسی خواصی شبیه پیوند الکترووالانسی دارد. مثلاً در مولکول  $\text{HCl}$ ، چون هسته

-۱۸-

از این جهت قابل توجه است که وی هنگام اعلام این نظریه اطلاعی از ساختمان الکترونی ماده نداشت و در حالی که هنوز دانشجوی دانشگاه استکهلم بود نظریه جسورانه خود را اعلام کرد. نظر آرنیوس بلافاصله در دنیا منتشر شد و مورد بحث و انتقاد قرار گرفت و از اینکه بانی آن دانشجوی جوانی بیش نبود، ابتدا آن را فکری بچگانه و حتی شوخی پنداشتند، لیکن با آزمایشهایی که بعداً در این زمینه بعمل آمد صحت نظریه فوق تأیید شد و به صاحب آن شهرت و معروفیت جهانی بخشید. بعدها با اطلاع از ساختمان اتم تئوری یونیزاسیون کاملتر شد و مبنای حل بسیاری از مسائل مبهم شیمی گردید.

**ساختمان مولکول و توضیح علل یونیزاسیون -** چنانکه در شیمی چهارم در باره ساختمان مولکول مواد دیدیم، اتمها در پیوند شیمیایی با یکدیگر به دو طریق لایه‌های خارجی خود را کامل می‌کنند:

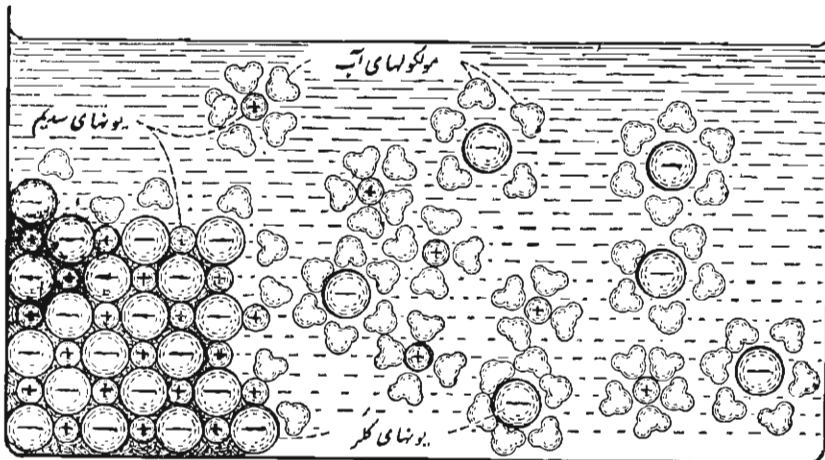
**۱- پیوند به راه الکترووالانس -** در این طریقه اتم غیر فلز الکترونهای لایه خارجی اتم فلز را می‌گیرد و لایه خارجی خود را تکمیل می‌نماید. در نتیجه فلز به صورت یون مثبت و غیر فلز به صورت یون منفی در می‌آید. این دو یون یکدیگر را به وسیله نیروهای الکتریکی جذب می‌کنند و مولکول با ثباتی را تشکیل می‌دهند. مثلاً در ترکیب سدیم با کلر، اتم سدیم تنها الکترون آخرین لایه خود را به کلر می‌دهد و خود به صورت یون  $\text{Na}^+$  در می‌آید و کلر که الکترون گرفته به یون  $\text{Cl}^-$  تبدیل می‌شود. این نوع پیوند بین اتمها را پیوند الکترووالانسی یا یونی می‌نامند. در بلور نمک طعام اطراف هر یک از این یونها تعدادی از یونهای با بار مخالف جمع شده و مجموعه متقارنی

به این ترتیب علل یونیزاسیون الکترولیتها را می توان چنین بیان نمود:

بر حسب آنکه ماده حل شدنی به راه الکترووالانس یا کووالانس تشکیل شده باشد دو وضع پیش می آید:

**الف -** اگر ترکیب یونی باشد، مانند نمک طعام و نظایر آن، چنانکه گفته شد یونها خودبخود در شبکه بلور ماده جامد موجود بوده ولی آزاد نیستند و همینکه ماده در آب ریخته شد مولکولهای قطبی آب یونها را جذب می کنند. از این جهت یونها از یکدیگر جدا شده در آب آزاد می شوند (شکل ۴).

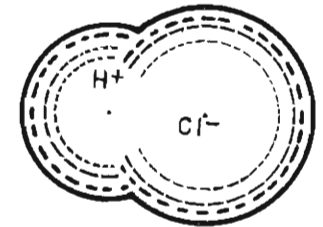
**ب -** اگر مولکولهای ماده غیر قطبی باشند، مانند  $CCl_4$  بهیچ وجه یونیزه نمی شوند ولی اگر مولکولهای ماده قطبی باشند، مانند  $HCl$ ، همینکه در آب وارد شوند تحت تأثیر نیروهای الکتریکی مولکولهای



شکل ۴

اتم کلر نیروی جاذبه بیشتری بر روی الکترونهاى مشترك دو عنصر دارد،

مولکول از لحاظ بار الکتریکی تقارن ندارد و يك انتهای آن که شامل کلراست منفی و انتهای دیگر که دارای ئیدروژن است مثبت می شود (شکل ۲). بنا بر این

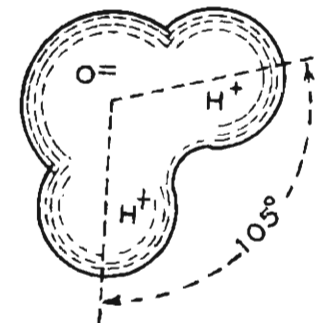


شکل ۲

مولکول دارای دو قطب مثبت و منفی می شود. این قبیل مولکولها را مولکولهای قطبی می نامند.

مطالعه خواص مختلف آب نشان می دهد که مولکول آب هم قطبی است. البته اگر اتمهای مولکول آب را روی يك خط مستقیم فرض کنیم، مولکول متقارن شده و قطبی نخواهد بود. ولی معلوم شده است که اتمهای ئیدروژن هر دو در يك طرف اتم اکسیژن قرار گرفته اند (شکل ۳)، قسمی که يك طرف مولکول که ئیدروژنها قرار دارند مثبت و طرف دیگر منفی است. به همین علت مولکولهای آب مولکولهای قطبی مواد دیگر را جذب می کنند و در نتیجه اینگونه مواد در آب حل می شوند.

در مولکولهای بعضی مواد که پیوند کووالانسی دارند، مانند  $Cl_4$  و  $CCl_4$  ساختمان مولکول متقارن بوده و بدین جهت از لحاظ الکتریکی کاملاً خنثی هستند. این نوع مولکولها را غیر قطبی می نامند.

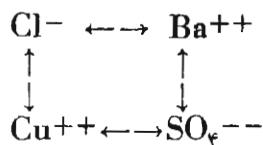


شکل ۳

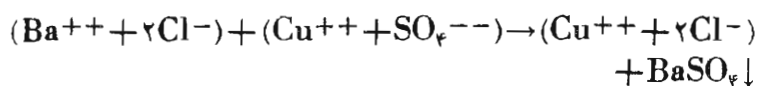


-۲۳-

صورت گیرد، چهار نوع ماده در محلول پدید می آید . یعنی دو ماده اولیه

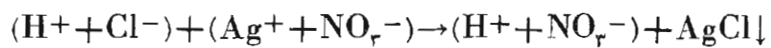


و دو ماده دیگر که عبارتند از  $\text{CuCl}_2$  و  $\text{BaSO}_4$  . لیکن چون  $\text{BaSO}_4$  ماده ای است نامحلول ، سبب می شود که یونهای  $\text{SO}_4^{--}$  و  $\text{Ba}^{++}$  به صورت رسوب سولفات باریم از میدان عمل خارج گردند و واکنش در جهت تشکیل رسوب سولفات باریم جریان پیدا کند . معادله یونی واکنش را به این صورت نمایش می دهند :

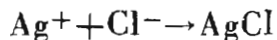


اگر اجزای مشترك دو طرف معادله را حذف کنیم این معادله مختصر یونی بدست می آید :  $\text{Ba}^{++} + \text{SO}_4^{--} \rightarrow \text{BaSO}_4$  . برطبق این معادله اگر هر محلول دارای یون  $\text{SO}_4^{--}$  را بر محلول دارای یون  $\text{Ba}^{++}$  بریزیم ، رسوب سولفات باریم تشکیل می شود .

همچنین می دانیم که کلرور نقره نمکی است نامحلول و از تأثیر دو محلول دارای یونهای  $\text{Cl}^-$  و  $\text{Ag}^+$  بر یکدیگر ، این یونها به صورت رسوب کلرور نقره از محلول خارج می شوند .



و معادله مختصر یونی اثر هر محلول دارای یون  $\text{Cl}^-$  بر محلول دارای یون  $\text{Ag}^+$  چنین است :



-۲۲-

آب شکسته شده به صورت یون در می آیند . روی هم رفته علت یونیزه شدن مواد را در آب می توان به قطبی بودن مولکولهای آب نسبت داد . ترکیبات یونی به حالت مذاب یونیزه شده و به وسیله الکتریسیته تجزیه می شوند زیرا یونها خود بخود در ماده وجود دارند و حرارت سبب می شود که آزادانه بتوانند بحرکت در آیند .

### بیان واکنشهای شیمیایی مطابق تئوری یونیزاسیون -

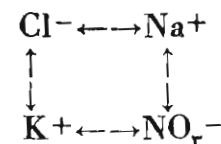
فرضیه آرنیوس ، گرچه به منظور تشریح و تعبیر پدیده های الکتریکی الکترولیتها بمیان آمده است ، می تواند علت انجام واکنشهایی را که بین الکترولیتها در محلول آبی انجام می گیرند روشن نماید . اصولاً واکنشهای شیمیایی را می توان دو دسته کرد : واکنشهای

کامل و واکنشهای ناقص یا دو جانبه .

در واکنشهای کامل ، اگر مواد به نسبتهای مناسبی مجاور هم قرار گیرند هر دو کاملاً از بین رفته به مواد دیگر تبدیل می گردند . لیکن در واکنشهای ناقص همیشه مقداری از مواد اولیه باقی می ماند . حال به شرح گروهی از واکنشهای جابجایی که به کمک تئوری یونیزاسیون قابل توضیح هستند می پردازیم .

بنابر آنچه که گذشت می دانیم محلول اسیدها و بازها و نمکها در آب به صورت یون در می آیند و اثر مواد در محلول بر یکدیگر در حقیقت واکنش بین یونهایی است که در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند . مثلاً اگر محلول کلرور باریم را که دارای یونهای  $\text{Cl}^-$  و  $\text{Ba}^{++}$  است بر روی محلول سولفات مس که شامل یونهای  $\text{SO}_4^{--}$  و  $\text{Cu}^{++}$  است بریزیم ، با در نظر گرفتن اینکه ترکیب فقط بین یونهای مخالف ممکن است

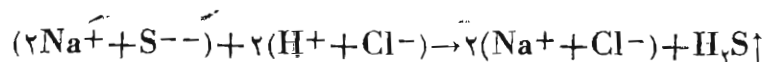
حال فرض می‌کنیم که محلولی از نمک طعام را در محلول نیترات پتاسیم بریزیم. در این مورد یونهایی که مجاور هم قرار می‌گیرند عبارتند از:



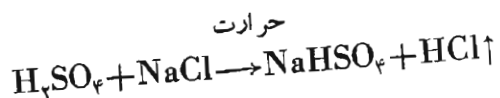
و مواد جدیدی که ممکن است از یونهای با بار الکتریکی مخالف بدست آیند عبارت خواهند بود از  $\text{NaNO}_3$  و  $\text{KCl}$  که هر دو کاملاً محلول بوده و به یون تجزیه می‌شوند و بنابراین در محلول هر چهار یون در کنار هم وجود خواهند داشت. پس واکنش کامل نشده و دو جانبه می‌باشد یعنی همانطوری که مواد اولیه دو ماده جدید ایجاد می‌کنند همین مواد حاصل باز تولید مواد اولیه را می‌نمایند. اینگونه واکنشها را با علامت  $\rightleftharpoons$  مشخص می‌کنند. مثلاً در مورد دو ماده فوق می‌نویسیم:

$$(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-) + (\text{K}^+ + \text{NO}_3^-) \rightleftharpoons (\text{Na}^+ + \text{NO}_3^-) + (\text{K}^+ + \text{Cl}^-)$$

در صورتی که از ترکیب یونها احتمال پیدایش يك ماده گازی یا يك ماده قترار در بین باشد، باز هم می‌توان پیش‌بینی کرد که واکنش ممکن و کامل است. مثلاً اگر بر روی محلول سولفور سدیم اسید کلریدریک بریزیم، چون گاز  $\text{H}_2\text{S}$  که از ترکیب یونهای  $\text{S}^{--}$  و  $\text{H}^+$  تولید می‌شود به صورت گاز از محلول خارج می‌گردد و واکنش بین دو ماده اولیه کامل خواهد بود.



در واکنش اسید سولفوریک و نمک طعام احتمال تشکیل گاز  $\text{HCl}$  وجود دارد، لیکن چون  $\text{HCl}$  گازی است کاملاً محلول در آب، برای اینکه این گاز از میدان عمل خارج شود، محلول غلیظ اسید سولفوریک را بر نمک طعام در گرما اثر می‌دهند.



اثر جوهر گوگرد بر شوره نیز همینطور است.

آنچه در بالا در باره واکنشهای بین الکترولیتها گفته شد، سابق براین تحت قانونهای برتوله توضیح داده می‌شد. بر طبق این قانونها:

۱- اثر اسید، باز یا نمک محلول بر نمک محلول وقتی کامل است که یکی از مواد حاصل رسوب کند یا قترار باشد.

۲- اثر دو ماده جامد بر یکدیگر در صورتی کامل است که یکی از مواد حاصل قترار باشد.

برای اینکه بتوان کامل شدن واکنشهای اسیدها و بازها و نمکها را پیش‌بینی کرد لازم است بدانیم که کدامیک از آنها محلول یا نامحلول یا قترار است.

**مواد نامحلول و فرار - ۱- اسیدها -** اسیدهای نامحلول عبارتند

از: اسید سیلیسیک  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  و اسید بربیک  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ( کمی محلول ) .  
اسیدهای قترار عبارتند از: اسید کلریدریک  $\text{HCl}$ ، اسید نیتریک  $\text{HNO}_3$  و اسید سولفیدریک  $\text{H}_2\text{S}$  ( اسید سولفورو به  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{SO}_2$ ، اسید کربنیک به  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{CO}_2$  تجزیه می‌شوند ) .

-۲۷-

مخولهای رقیق کم است، الکترولیتهای ضعیف نامیده می‌شوند. بعضی اسیدها مانند  $HCl$  و  $HNO_3$  از الکترولیتهای قوی هستند و تقریباً تمام مولکولهایشان در آب تفکیک می‌یابند، بنابراین مخلولهای این اسیدها قدرت اسیدی زیادی دارند و آنها را اسید قوی می‌نامیم. در حالی که بعضی دیگر مانند کربنیک و اسد استیک از الکترولیتهای ضعیف هستند و بسیار کم تفکیک می‌شوند و بنابراین این قدرت اسیدی ضعیفی دارند. به همین ترتیب بازهای قوی دارای درجه تفکیک زیاد هستند و بازهای ضعیف درجه تفکیک کمی دارند.

درجه تفکیک بر حسب غلظت مخلولها نیز تغییر می‌کند زیرا در مخلولهای فوق‌العاده رقیق یونها از هم فاصله زیادی دارند و عملاً بار الکتریکی آنها برهم بی‌اثر است، درحالی که در مخلولهای غلیظ فاصله یونها کم بوده و برهم اثر می‌کنند.

جدول زیر درجه تفکیک چند اسید را با غلظتهای متفاوت نشان می‌دهد:

اسیدهای قوی	درجه تفکیک	
	$\frac{1}{2}N$	$\frac{1}{1000}N$
$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$	۰/۸۶۲	۰/۹۹۳
$H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$	۰/۵۳۶	۰/۹۶۰
$HNO_3 \rightleftharpoons H^+ + NO_3^-$	۰/۷۶۰	۰/۹۹۴
اسید ضعیف $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$	۰/۰۰۶	۰/۱۲۶

۲- **بازها** - تمام بازها نامخلولند بجز سود  $NaOH$  و پتاس  $KOH$  و تی‌دیروکسید امونیم  $NH_4OH$ . تی‌دیروکسیدهای کلسیم  $Ca(OH)_2$  و باریم  $Ba(OH)_2$  کم حل می‌شوند. (تی‌دیروکسید امونیم به  $NH_3$  و  $H_2O$  تجزیه می‌شود.)

۳- **نمکها** - تمام نیترا آنها نامخلولند. تمام کلورها نامخلولند بجز کلور نقره  $AgCl$  و کلور مر کورو  $Hg_2Cl_2$  و کلور سرب  $PbCl_2$  و کلور کویورو  $CuCl$ . تمام کربناتها نامخلولند بجز کربنات سدیم  $Na_2CO_3$  و کربنات پتاسیم  $K_2CO_3$  و کربنات امونیم  $(NH_4)_2CO_3$ . تمام سولفورها نامخلولند بجز سولفور سدیم  $Na_2S$  و سولفور پتاسیم  $K_2S$  و سولفور امونیم  $(NH_4)_2S$ . تمام سولفاتها نامخلولند بجز سولفات سرب  $PbSO_4$  و سولفات باریم  $BaSO_4$  (سولفات کلسیم  $CaSO_4$  و سولفات مر کورو  $Hg_2SO_4$  و سولفات نقره  $Ag_2SO_4$  کم مخلولند).

**قدرت اسیدی و بازی** - قدرت اسیدی یا بازی یک مخلول به مقدار یون تی‌دیروژن  $H^+$  و یا یون تی‌دیروکسیل  $OH^-$  موجود در آن مربوط است، یعنی هر قدر یون  $H^+$  در مخلولی بیشتر باشد قدرت اسیدی آن زیادتر و همچنین هر قدر یون  $OH^-$  در مخلولی زیادتر باشد قدرت بازی آن مخلول زیادتر است. پس قدرت اسیدی یا بازی هر مخلول مربوط به درجه تفکیک آن اسید یا باز است.

بطور کلی درجه تفکیک هر الکترولیت عبارت است از نسبت تعداد مولکولهای تفکیک شده به کل مولکولهای حل شده. الکترولیتهایی که درجه تفکیک آنها حتی در مخلولهای نسبتاً غلیظ زیاد است، الکترولیتهای قوی نامیده می‌شوند. الکترولیتهایی که درجه تفکیک آنها حتی در

-۲۹-

شود، آنقدر یون  $\text{OH}^-$  کم می‌شود که همواره حاصل ضرب غلظت یونی آنها مساوی مقدار ثابت  $10^{-14}$  باقی می‌ماند.

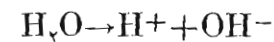
بنابراین اگر کمی اسید در آب بریزیم طبیعی است که یونهای  $\text{H}^+$  در محلول زیاد و  $\text{OH}^-$  کم می‌شود و اگر محلولهای نرمال اسیدهای مختلف را در نظر بگیریم، بدیهی است که هر چه اسید قویتر باشد، مقدار یونهای  $\text{H}^+$  در محلول بیشتر بوده و در قویترین اسیدها که کاملاً یونیزه می‌شوند به یک گرم در لیتر می‌رسد. بنابراین در محیطهای اسیدی غلظت یونهای  $\text{H}^+$  بین  $10^{-7}$  گرم و یک گرم در لیتر خواهد بود. بالعکس اگر کمی باز در آب حل کنیم، مقدار یونهای  $\text{OH}^-$  در محلول زیاد و از یونهای  $\text{H}^+$  کاسته می‌شود و هر چه باز قویتر باشد، اختلاف این دو بیشتر خواهد بود بطوری که در محلول نرمال بازهای قوی مقدار یونهای  $\text{OH}^-$  به ۱۷ گرم یعنی یک یون گرم در لیتر می‌رسد و در نتیجه مقدار یونهای  $\text{H}^+$  تا  $10^{-14}$  گرم در لیتر تنزل می‌کند. بنابراین در محیطهای قلیایی مقدار یونهای  $\text{H}^+$  بین  $10^{-7}$  و  $10^{-14}$  گرم در لیتر می‌باشد. از آنچه گفته شد معلوم می‌شود که غلظت یونهای  $\text{H}^+$  یک محلول می‌تواند هم معرف حالت اسیدی و بازی و هم نماینده قدرت آن محلول باشد. لیکن چنانکه مشاهده می‌کنیم حدود تغییرات این غلظت بسیار وسیع و از صفر تا  $10^{-14}$  است و این امر از لحاظ محاسبه تولید اشکال می‌کند. بنابر این بر حسب قرارداد **تغاریتم** این غلظت را با علامت منفی انتخاب کرده و آن را **pH** محلول نام نهاده‌اند.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

مثلاً اگر غلظت یونهای  $\text{H}^+$  محلولی مساوی  $\frac{1}{1000}$  باشد، **pH**

درجه تفکیک مواد را از روی قابلیت هدایت الکتریکی محلول آنها می‌توان اندازه‌گیری کرد.

**pH** - بتجربه ثابت شده است که درجه تفکیک آب خالص بسیار کم و ناچیز است بطوری که در هر لیتر آب در  $25^\circ$  حرارت فقط یک ده میلیونیم مولکول گرم آب یونیزه می‌شود و یک ده میلیونیم گرم یون  $\text{H}^+$  و  $17$  برابر این وزن یون  $\text{OH}^-$  تولید می‌کند.



$$\text{گرم } 17 \times 10^{-7} + \text{گرم } 10^{-7} \rightarrow \text{گرم } 18 \times 10^{-7}$$

و اگر یک گرم  $\text{H}^+$  را یک یون گرم  $\text{H}^+$  و  $17$  گرم  $\text{OH}^-$  را یک یون گرم  $\text{OH}^-$  بنامیم و غلظت یونی محلول یعنی مقدار یون گرمهای  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  محلول در یک لیتر را با علامت  $[\text{H}^+]$  و  $[\text{OH}^-]$  نمایش دهیم، طبق قانون اثر جرم<sup>۱</sup> می‌توانیم رابطه زیر را بنویسیم:

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$$

این حاصل ضرب را حاصل ضرب یونی آب می‌نامند و تجربه ثابت می‌کند که این حاصل ضرب برای تمام محلولهای اسیدی و بازی ثابت و مساوی همان  $10^{-14}$  است، یعنی هر چه مقدار یون  $\text{H}^+$  محلول زیاد

۱- گولبر (Guldberg) و وگ (Waage) دو شیمیدان نروژی در سال ۱۸۶۷ قانونی بیان کردند که آن را قانون اثر جرم می‌نامند. این قانون موارد استعمال زیادی در شیمی دارد. بر طبق این قانون سرعت هر واکنش شیمیایی در دمای ثابت متناسب با حاصل ضرب غلظت موادی است که به برهم اثر می‌کنند. پس در یک واکنش دوجانبه که واکنش از دو طرف انجام می‌شود و سرعت هر دو با هم مساوی است، نسبت حاصل ضرب غلظت مواد یک طرف به حاصل ضرب غلظت مواد طرف دیگر مقداری است ثابت.

در هر محلول رنگ مشخصی پیدا می‌کند. مشهورترین آنها که در هر آزمایشگاهی بکار می‌روند، به شرح زیرند:

۱- تورنسل، که در محیط اسیدی قرمز و در محیط قلیایی آبی رنگ است و در حدود  $pH=6$  تا  $pH=8$  تغییر رنگ می‌دهد.  
 ۲- هلیانتین، که در محیط اسیدی قرمز و در محیط قلیایی زرد رنگ است در فاصله بین  $pH=3/1$  و  $pH=4/4$  تغییر رنگ می‌دهد.

۳- فنل فتالین، که در محیط اسیدی بیرنگ و در محیط قلیایی قرمز ارغوانی می‌شود در فاصله بین  $pH=8/5$  و  $pH=10$  تغییر رنگ می‌دهد. چنانکه پیداست تغییر رنگ هر یک از این معرفها در فاصله معینی از  $pH$  صورت می‌گیرد، ولی چون معمولاً در آزمایشگاهها اسیدها و بازهای قوی مصرف می‌کنند، تغییر رنگ معرفها در فواصل بزرگتری از  $pH$  رخ می‌دهد و در نتیجه عمل برای هر سه معرف تقریباً یکسان خواهد بود.

برای سنجش سریع و تقریبی  $pH$  محلولها، نوارهایی از کاغذ آغشته به معرفهای مخصوص را بکار می‌برند. البته این طریقه سنجش خیلی دقیق نیست و برای سنجشهای دقیق تر از دستگاههای مخصوص الکتریکی به نام  $pH$  متر استفاده می‌کنند که قابلیت هدایت الکتریکی محلول را اندازه می‌گیرد، چه می‌دانیم که مثلاً در یک محلول اسید هر چه عدد یونهای اسیدی  $H^+$  محلول زیادتر باشد محلول رساناتر است. بادستگاه فوق قابلیت هدایت الکتریکی محلول را اندازه می‌گیرند و از روی آن درجه تفکیک و در نتیجه  $pH$  محلول را تعیین می‌نمایند.

مساوی خواهد شد:

$$pH = -\log 10^{-2} = 2$$

به این ترتیب  $pH$  محیطهای اسیدی بین صفر و ۷ و محیطهای قلیایی بین ۷ و ۱۴ واقع است.  $pH$  آب و محیطهای خنثی مساوی ۷ است. مثال ۱-  $pH$  یک محلول دسینرمال اسید کلریدریک ( $\frac{1}{10}$  مولکول گرم در لیتر) را حساب کنید.

حل: چون اسید کلریدریک اسیدی است قوی، محلول دسینرمال آن کاملاً یونیزه است، یعنی در هر لیتر آن  $\frac{1}{10}$  یون گرم  $H^+$  موجود است و از آنجا:

$$pH = -\log 10^{-1} = 1$$

مثال ۲-  $pH$  محلول دسینرمال سود سوزآور را حساب کنید. یونیزاسیون این محلول کامل است و هر لیتر آن  $10^{-1}$  یون گرم  $OH^-$  و در نتیجه  $10^{-13}$  یون گرم  $H^+$  دارد، بنابراین:

$$pH = -\log 10^{-13} = 13$$

در زیر چند نمونه از  $pH$  مواد مختلف ذکر می‌شود:  
 $pH$  آب لیموترش  $2/3$  و آب پرتقال  $3/3$  و شیر ترشیده  $4/4$  و شیر تازه  $6/6$  و محلول یک درصد جوش شیرین، نمک قلیا و سود سوزآور بترتیب ۸ و ۱۱ و ۱۳ است.

معرفهای رنگی - معرفهای رنگی که در شیمی تجزیه بکار می‌روند متعدد هستند و تنها برای اسیدها و بازها متجاوز از ۵۰ معرف رنگی وجود دارد که هر یک در فواصل محدودی از  $pH$  حساس است و

-۳۳-

نیدرولیز نمک حاصل از یک اسید ضعیف و یک باز قوی محیط را قلیایی می کند .

نیدرولیز نمک حاصل از یک اسید قوی و یک باز ضعیف محیط را اسیدی می کند .

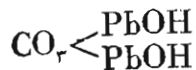
محلول نمکهای یک اسید و یک باز ضعیف یا یک اسید و یک باز قوی خنثی هستند .

**نمک اسیدی و نمک بازی** - از تأثیر اسیدهای چند ظرفیتی ، مانند اسید سولفوریک بر سود ، احتمال تشکیل دو نوع نمک پیش بینی می شود . در صورتی که یکی از نیدرولیزهای اسید خنثی شود نمک حاصل را نمک اسیدی نامند و اگر تمام نیدرولیزهای اسیدی با فلز استخلاف شود نمک را خنثی می نامند .

( سولفات اسید سدیم )  $\text{NaHSO}_4$  نمک اسیدی

( سولفات سدیم )  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  نمک خنثی

همچنین در مورد بازهای چند ظرفیتی مانند  $\text{Pb(OH)}_2$  ممکن است فقط یک عامل  $\text{OH}$  با رادیکال اسید استخلاف شود . در این صورت نمک حاصل دارای  $\text{OH}$  بازی خواهد بود و به همین سبب آن را نمک بازی می نامند ، مانند کربنات بازی سرب  $\text{Pb(OH)}_2$  .  $\text{PbCO}_3$  که ترکیب آن را می توان به صورت زیر نمایش داد :



پرسش و تمرین

۱ - الکتروولیت چیست و با غیر الکتروولیت چه فرقی دارد ؟ برای هر

-۳۲-

شیمی پنجم طبیعی و ریاضی

**نیدرولیز** - به محلول کربنات سدیم چند قطره تورنسل بیفزایید . رنگ آن آبی می شود ، یعنی محلول خاصیت قلیایی نشان می دهد در صورتی که در کربنات سدیم یون  $\text{OH}^-$  وجود ندارد . علت این امر آن است که از حل شدن کربنات سدیم در آب یونهای  $\text{Na}^+$  و  $\text{CO}_3^{--}$  تولید می شود .



و چون آب هم به مقدار کم شامل یونهای  $\text{OH}^-$  و  $\text{H}^+$  است ، در محلول چهار نوع یون در مجاورت هم خواهند بود ، ولی چون اسید کربنیک اسید ضعیفی است و درجه تفکیک آن کم است ، مقداری از یونهای  $\text{H}^+$  با  $\text{CO}_3^{--}$  ترکیب شده تولید مولکولهای اسید کربنیک  $\text{H}_2\text{CO}_3$  می کند و در نتیجه مقداری یونهای  $\text{OH}^-$  باقی می ماند و محیط را قلیایی می نماید .

همچنین اگر در محلول سولفات مس تورنسل بریزند نشان می دهد که محیط اسیدی است . در این حالت نیز علت این است که سولفات مس ، پس از حل شدن ، تولید یونهای  $\text{Cu}^{++}$  و  $\text{SO}_4^{--}$  می کند ولی مقداری از یونهای  $\text{Cu}^{++}$  با یونهای  $\text{OH}^-$  آب ترکیب شده و تولید نیدروکسید مس می نماید که درجه تفکیک آن خیلی کم است ، بنابراین مقداری از یونهای  $\text{H}^+$  آزاد می ماند و محیط را اسیدی می کند .

اگر همین آزمایش را با نمک طعام انجام دهید ، چون  $\text{HCl}$  و  $\text{NaOH}$  حاصل هر دو کاملاً محلولند و درجه تفکیکشان یکسان است . مشاهده می کنید که محیط خنثی بوده و بر معرف رنگین بی اثر است . این اثر آب را بر نمکها نیدرولیز می نامند . به این ترتیب برای نیدرولیز نمکها سه حالت تشخیص می دهیم :

با بارهاک ، اسید سولفوریک ، اسید نیتریک ، اسید فسفریک ، اسید سیانید ، اسید ایزوکلریک ، سولفات مس ، سولفات قریک ،

سولفات استیبات سیم

۱۴ - معادله های یونیزاسیون سه مرحله ای اسید فسفریک را بنویسید .

۱۵ - بلورهای سولفات پتاسیم ، سولفات آلومینیم ، تیدروکسید کلسیم از چه یونهایی تشکیل یافته اند ؟ آیا مجموع بارهای الکتریکی مثبت و منفی یونها در هر مورد با هم برابر است ؟

۱۶ - توضیح دهید چرا واکنشهای بین این مواد کامل هستند : نمک طعام بلوری و محلول غلیظ اسید سولفوریک ، محلول تیدروکسید پتاسیم و محلول اسید نیتريك ، محلول کلرور باریم و محلول سولفات سدیم .

۱۷ - چرا برای تهیه اسید نیتريك ، نیترات پتاسیم جامد را با اسید سولفوریک غلیظ حرارت می دهند ؟ آیا می توان اسید نیتريك را از محلول نیترات پتاسیم و اسید سولفوریک رقیق تهیه کرد ؟

۱۸ - چرا آب را می توان هم اسید وهم قلیا بحساب آورد ؟

۱۹ - معادله یونی اثر HCl را بر آلومینیم بنویسید .

۲۰ - معادله های یونی کامل و مختصر این محلولها را بنویسید : کلرور کلسیم و نیترات نقره ، پتاس و نیترات مس ، سولفات آلومینیم و کلرور باریم ، اسید نیتريك و تیدروکسید باریم ، اسید فسفریک و تیدروکسید کلسیم .

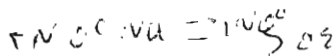
۲۱ - در يك لیتر آب ۲ مولکول گرم نیترات سدیم و يك مولکول گرم سولفات پتاسیم را حل کرده اند . معادله یونی این نمکها را در محلول بنویسید و دو ماده دیگر را نام ببرید که از حل کردن آنها در آب درست همین یونها بدست آید .

۲۲ - در محلولی یونهای  $Al^{+++}$  ،  $Br^-$  و  $SO_4^{--}$  پیدا شده است . چه موادی در محلول وجود دارد ؟

۲۳ - به کمک چه معرفهایی وجود یونهای زیر را می توان معلوم ساخت :

$Ba^{++}$  ،  $Ag^+$  ،  $SO_4^{--}$  ،  $Cl^-$  ،  $OH^-$  ،  $H^+$

۲۴ - برای این تبدیلات مثال بیاورید :



۲۴  
 $(S^{--} + 2OH^-) \rightarrow S^{--} + 2H_2O$

۲ - چه اسیدهای لیتهایی ضعیف و چه الکترولیتهایی قوی نامیده می شوند ؟  
۳- پیوند یونها در کدامیک ضعیف تر است: در اسید نیتريك ( الکترولیت قوی ) یا در اسیداستیک ( الکترولیت ضعیف ) ؟

۴ - از حل شدن اسید نیتريك ، گاز کربنیک ، گاز سولفورو ، سولفور - تدریوژن در آب چه یونهایی حاصل می شوند و یون مشترک آنها کدام است ؟

۵ - سود و امونیاک در آب چه یونهایی می دهند ؟

۶ - کدامیک از مواد زیر در محلول آبی یون  $S^{--}$  تولید می کند :

۷ - مولکولهای قطبی را تعریف کنید و بگویید کدامیک از این مولکولها قطبی است :  $SO_2$  ،  $CH_4$  ،  $H_2O$  ،  $HF$  ،  $Na_2S_2O_4$  ،  $Na_2SO_3$  ،  $Na_2S$  ،  $K_2SO_3$  ،  $Na_2SO_4$  ،  $H_2S$  و  $KHS$

۸ - چرا بلورهای ترکیبات یونی برخلاف فلزات ، جریان برقی را از خود عبور نمی دهند ولی همین بلورها به حالت مذاب هادی جریان برق هستند ؟

۹ - کدامیک جریان برقی را عبور می دهد : HCl مایع ، محلول HCl در آب ، تیدروکسید سدیم مذاب ، محلول یدورپتاسیم در آب ؟

۱۰ - چرا اسید کلریدریک بر فلز روی و بسیاری از فلزات دیگر اثر می کند اما مایع بی آب کلرور تیدروژن بر فلزات اثر ندارد ؟

۱۱ - اسیدکلریدریک را نمی توان در ظرفهای آهنی نگهداری کرد و برای نگهداری آن از ظرفهای سفالین یا شیشه ای استفاده می کنند . در صورتی که برای نگهداری اسید سولفوریک بی آب می توان ظرفهای آهنی را بکار برد . چرا ؟

۱۲ - چرا یدور پتاسیم با آنکه دارای ید است، چسب نشاسته را بدرنگ آبی در نمی آورد ؟

۱۳ - معادله های یونیزاسیون این مواد را در محلول بنویسید : اسید -

-۳۷-

در لیتر است. pH محلول را حساب کنید.

۲۹- برای خنثی کردن ۲۵ سانتیمتر مکعب محلول اسید کلریدریک ۵

سانتیمتر مکعب محلول ۰/۰۵ نرمال پتاس لازم شده است. pH محلول اسید را حساب کنید.

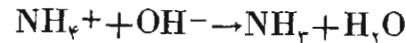
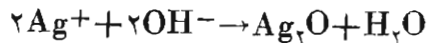
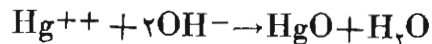
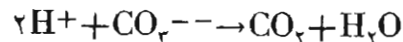
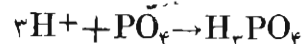
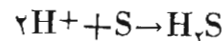
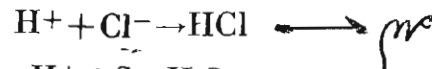
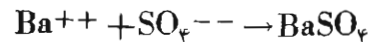
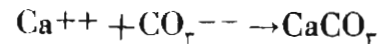
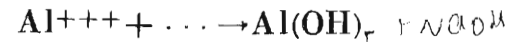
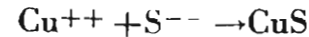
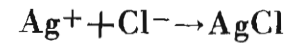
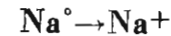
۳۰- از تأثیر اسید سولفوریک بر کلرور پتاسیم ۰/۱۰۹۵ گرم HCl

حاصل شده است. این مقدار HCl را در سه لیتر آب حل کردیم. pH محلول را حساب کنید.

۳۱- pH مساوی با ۳ و pH مساوی با ۸ هر یک چه محیطی را نشان

می‌دهد، غلظت یون  $H^+$  کدامیک بیشتر است و چند مرتبه؟

-۳۶-



۲۵- معادله‌های ئیدرولیز نمکهای زیر را به شکل یونی بنویسید و توضیح

دهید که هر یک چه خاصیتی را در آب نشان می‌دهد (اسیدی، قلیایی یا خنثی):  
سولفات مس، سولفور پتاسیم، فسفات سدیم، کلرور فریک، سولفات آلومینیم،  
سولفور کلسیم.

۲۶- محلول هر یک از نمکهای زیر چه تأثیری بر تورنسل دارد؟ به چه دلیل؟

کلرور آمونیم، نترات سدیم، کربنات پتاسیم.

۲۷- غلظت یون ئیدروژن در محلولی مساوی با  $10^{-4}$  یون گرم  $H^+$

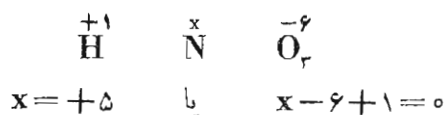
در لیتر است. pH محلول را حساب کنید.

۲۸- غلظت یون ئیدروکسید در محلولی مساوی با  $10^{-4}$  یون گرم  $OH^-$



-۳۹-

درجه اکسیداسیون نیتروژن در  $\text{HNO}_3$  به این ترتیب بدست می آید :



بنابراین درجه اکسیداسیون نیتروژن در  $\text{HNO}_3$  مساوی ۵+

است .

تذکره : در اینجا درجات اکسیداسیون S و N همان درجات

اکسیداسیون این عناصر در انیدریدهای مربوطه است .

با در نظر گرفتن مطالب فوق و آنچه در کلاس چهارم دیده ایم

می گوئیم اگر درجه اکسیداسیون عنصری بالا رود آن عنصر اکسید شده

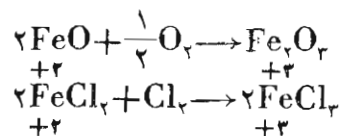
و بالعکس هر گاه درجه اکسیداسیون عنصری پایین آید آن عنصر احیا

شده است .

مثلاً اگر اکسید فرو  $\text{FeO}$  به اکسید فریک  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  یا کلرور

فرو  $\text{FeCl}_2$  به کلرور فریک  $\text{FeCl}_3$  تبدیل شود ، در هر صورت درجه

اکسیداسیون آهن از ۲+ به ۳+ افزایش یافته است .



در این صورت می گویند آهن اکسید شده است .

یا اگر گوگرد به  $\text{H}_2\text{S}$  تبدیل شود درجه اکسیداسیون آن از

صفر به ۲- می رسد ، در این حالت می گویند گوگرد احیا شده است .

بیان الکترونی واکنشهای اکسیداسیون و احیا - گفتیم که

$\text{FeO}$  یا  $\text{FeCl}_2$  در اثر اکسیداسیون به  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  و  $\text{FeCl}_3$  تبدیل

## فصل سوم

### یادآوری اکسیداسیون و احیا

درجه اکسیداسیون - درجه اکسیداسیون هر عنصر در حقیقت

مساوی تعداد الکترونهاست که آن عنصر می گیرد یا از دست می دهد.

در صورتی که الکترون بگیرد درجه اکسیداسیون آن منفی است و اگر

الکترون از دست بدهد درجه اکسیداسیون آن مثبت است . بنابراین

جمع جبری درجات اکسیداسیون یک ترکیب برابر صفر است . درجه

اکسیداسیون یک عنصر به حالت آزاد نیز مساوی صفر است . درجه

اکسیداسیون اکسیژن همیشه مساوی ۲- (مگر در پراکسیدها که ۱-

است) و درجه اکسیداسیون یدروژن همیشه مساوی ۱+ است (مگر

در یدورها که ۱- است) .

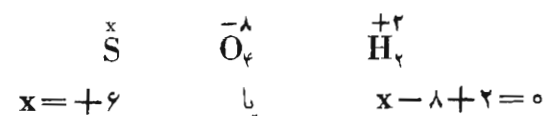
درجه اکسیداسیون یک یون از لحاظ عدد و علامت مساوی بار

الکتریکی آن است . برای تعیین درجه اکسیداسیون غیر فلز در بنیانها

از این مطلب استفاده می کنیم که مجموع درجات اکسیداسیون عناصر

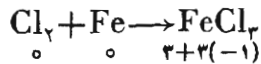
یک ترکیب شیمیایی باید مساوی صفر باشد . مثلاً در  $\text{H}_2\text{SO}_4$  درجه

اکسیداسیون گوگرد به این ترتیب حساب می شود :

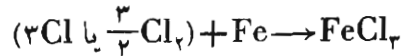


پس درجه اکسیداسیون گوگرد در  $\text{H}_2\text{SO}_4$  مساوی ۶+ است . همچنین

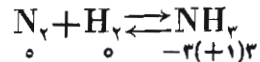
-۴۱-



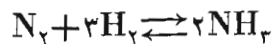
در این عمل درجه اکسیداسیون هر اتم آهن از صفر تا ۳+ ترقی کرده یعنی ۳ درجه اکسید شده است. عامل اکسید کننده کلر است که هر اتم آن می تواند یک درجه اکسید کند. پس در این عمل برای هر اتم آهن سه اتم کلر لازم خواهد بود و از این رو معادله فوق به صورت زیر کامل خواهد شد:



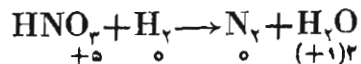
**مثال ۲-** تهیه آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن به این صورت است:



در این واکنش درجه اکسیداسیون نیتروژن از صفر تا ۳- تنزل کرده و به عبارت دیگر نیتروژن سه درجه احیا شده است، و چون هر اتم H یک درجه احیا می کند، برای هر اتم نیتروژن ۳ اتم هیدروژن و برای هر مولکول آن ۳ مولکول هیدروژن لازم است.



**مثال ۳-** فرض کنیم اسید نیتریک به کمک هیدروژن احیا شده نیتروژن بدهد.



در این عمل نیتروژن ۵ درجه احیا شده است. پس برای هر مولکول اسید نیتریک که دارای یک اتم نیتروژن است ۵ اتم هیدروژن یا  $\frac{5}{2}\text{H}_2$  لازم است. بنابراین فرمول واکنش چنین خواهد شد:

-۴۰-

می شوند. در این واکنشها اتم آهن علاوه بر دو الکترون که قبلاً از دست داده، یک الکترون دیگر نیز از دست می دهد. در هر حال در ترکیب سه ظرفیتی آن، این عنصر روی هم سه الکترون از دست داده است، از این رو می گوئیم درجه اکسیداسیون آن ۳+ است.

در مورد احیا وقتی که گوگرد با هیدروژن ترکیب شده و  $\text{H}_2\text{S}$  می دهد، هر اتم گوگرد دو الکترون می گیرد. در این صورت درجه اکسیداسیون آن از صفر تا ۲- تنزل می کند. بنابراین عمل اکسید شدن یک عنصر مترادف است با کم شدن الکترون از آن عنصر و اکسید کننده عنصری است که الکترون بگیرد. همچنین منظور از احیا کردن یک عنصر افزودن الکترونهاست و احیا کننده عنصری است که الکترون بدهد. مثلاً کلر و سایر غیرفلزات که الکترون می گیرند اکسید کننده هستند، بالعکس هیدروژن و فلزات که الکترون را بسهولت از دست می دهند احیا کننده اند.

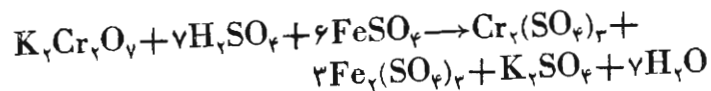
### موازنه فرمول در واکنشهای اکسیداسیون و احیا

هرگاه در یک واکنش اکسیداسیون و احیا عنصری اکسید شود یعنی الکترون خود را از دست بدهد، بدیهی است که عنصر دیگری آن الکترون را گرفته احیا می شود. بنابراین با هر عمل اکسیداسیون یک عمل احیا همراه است. به عبارت دیگر اگر درجه اکسیداسیون عنصری ترقی کند، درجه اکسیداسیون عنصر دیگری تنزل می نماید. از این مطلب می توان برای موازنه فرمول در واکنشهای اکسیداسیون و احیا استفاده کرد.

**مثال ۱-** می دانیم که آهن در گاز کلر سوخته کلرورفریک می دهد.

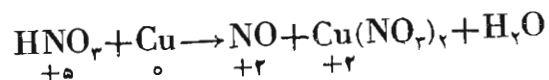
-۴۳-

با استدلالی نظیر آنچه در بارهٔ پرمنگنات ذکر شد می‌توان فرمول اثر بیکرومات پتاسیم را بر سولفات فرو در محیط اسید سولفوریک موازنه نمود.

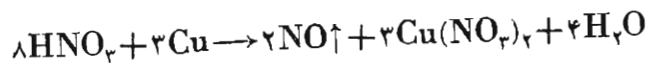


در پاره‌ای از واکنشهای اکسیداسیون و احیا، مانند اثر اسید نیتریک یا اسید سولفوریک غلیظ بر فلزات، واکنشهای دیگر نیز انجام می‌گیرد. در این صورت محاسبه را برای آن قسمت از اکسید کننده انجام می‌دهیم که موجب تغییر درجهٔ اکسیداسیون شده است و بقیهٔ ضرایب را از روی آن تعیین می‌کنیم.

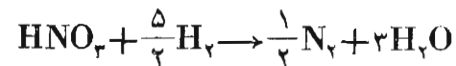
**مثال ۶-** می‌دانیم اسید نیتریک بر مس مطابق این واکنش اثر می‌کند:



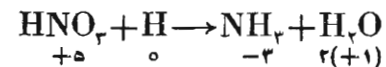
در قسمتی از  $\text{HNO}_3$  که به  $\text{NO}$  تبدیل می‌شود درجهٔ اکسید -۱ سیون هر اتم نیتروژن از ۵+ به ۲+ می‌رسد یعنی ۳ درجه تنزل می‌کند در صورتی که هر اتم مس دو درجه اکسید می‌شود. پس در مقابل هر دو مولکول اسید نیتریک که عمل اکسید کنندگی را انجام می‌دهد ۳ اتم مس لازم خواهد بود. از طرف دیگر هر اتم مس دو مولکول اسید نیتریک لازم دارد تا به صورت نیترات در آید. از این رو جمعاً ۸ مولکول اسید نیتریک مصرف می‌شود.



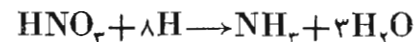
-۴۲-



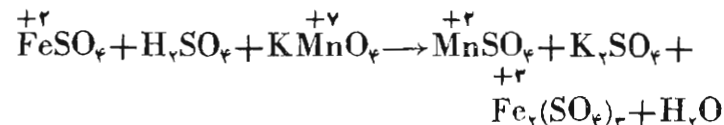
**مثال ۴-** فرض کنیم که نیتروژن جوهر شوره را به  $\text{NH}_3$  تبدیل نماید. معادله به این صورت است:



در این حالت درجهٔ اکسیداسیون نیتروژن از ۵ به ۳- رسیده یعنی ۸ درجه تنزل نموده است. پس برای احیای هر مولکول اسید نیتریک ۸ اتم نیتروژن لازم است.



**مثال ۵-** اگر بر روی محلول سولفات فرو قطره قطره محلول پرمنگنات پتاسیم مخلوط با اسید سولفوریک بریزیم، رنگ بنفش پرمنگنات زایل و سولفات فرو به سولفات فریک تبدیل می‌شود.



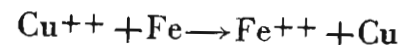
در این واکنش درجهٔ اکسیداسیون منگنز از ۷+ تا ۲+ تنزل می‌کند در صورتی که اتم آهن فقط یک درجه اکسید می‌شود. پس هر مولکول پرمنگنات می‌تواند ۵ اتم آهن یا ۵ مولکول سولفات فرو را اکسید کند یعنی نسبت ضرایب  $\text{KMnO}_4$  به  $\text{FeSO}_4$  مساوی ۱ به ۵ است و بقیهٔ ضرایب نیز از روی آنها باسانی تنظیم می‌شود بطوری که معادلهٔ واکنش را می‌توان چنین نوشت:



-۴۴-

باید دانست که اکسیژن خود بتنهایی يك اكسيد كننده است . چنانچه ئیدروكسیدفرو در مجاورت هوا بسرعت اكسیده شده به ئیدروكسید فريك آجری رنگ تبدیل می شود . همچنین محلول اسید سولفورو اكسیژن هوا را جذب کرده اسید سولفوريك می دهد .

فلزات عموماً احیا كننده هستند ولی این خاصیت ، به ترتیب قرار گرفتن فلزات در ستون میل ترکیبی ، کم می شود ( صفحات ۴۴ و ۴۵ ) ، از این جهت هر فلز می تواند فلز بعد از خود در ستون مزبور را احیا نماید . به همین دلیل است که اگر يك تیغه آهنی را در محلول سولفات مس فرو برند مس آزاد شده بر سطح آهن می نشیند ، زیرا آهن که احیا كننده تر از مس است دو الكترون به یون  $Cu^{++}$  داده مس را آزاد می کند و خود به یون  $Fe^{++}$  تبدیل می شود .

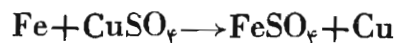


علت تأثیر اسیدهای رقیق بر فلزات بالای ئیدروژن همین مطلب است ، چه فلزات بالای H الكترون خود را به یون اسیدی  $H^+$  داده ئیدروژن آزاد می کنند و خود به صورت یون در می آیند .

K پتاسیم	ستون میل ترکیبی فلزات - قرار دادن
Na سدیم	فلزات بتربیبی که مشاهده می شود ، بر اساس فعالیت
Ca کلسیم	شیمیایی آنها صورت گرفته است . مثلاً همانطور
Mg منیزیم	که قبلاً دیدیم اگر يك میخ آهنی را در محلول
Al آلومینیم	سولفات مس فرو بریم ، سطح آن بتدریج از يك
Mn منگنز	قشر مس خالص پوشیده می شود . در واقع اتمهای

-۴۵-

آهن جانشین اتمهای مس شده و تولید سولفات آهن می کنند و مس آزاد شده بر سطح آهن می نشیند .

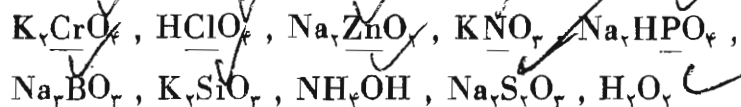


همچنین يك مقول مسی را اگر در محلول نیترات نقره فرو بریم از يك طبقه نقره خالص پوشیده شده و نیترات مس در محلول پدید می آید و به این ترتیب می گویند که میل ترکیبی آهن بیشتر از مس و میل ترکیبی مس بیشتر از نقره است .

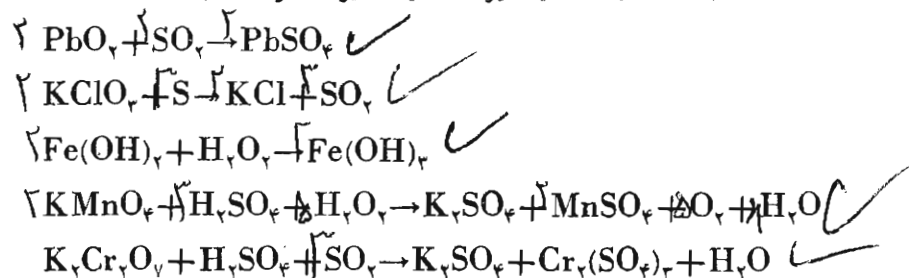
Zn روی  
Cr کروم  
Fe آهن  
Ni نیکل  
Sn قلع  
Pb سرب  
H ئیدروژن  
Cu مس  
Hg جیوه  
Ag نقره  
Au طلا  
Pt پلاتین

### پرسش و تمرین

۱- درجه اکسیداسیون عناصری را که زیرشان خط کشیده شده معلوم کنید:



۲- واکنشهای اکسیداسیون و احیای زیر را موازنه کنید :

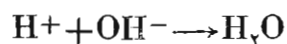


## فصل چهارم

## محلولهای نرمال

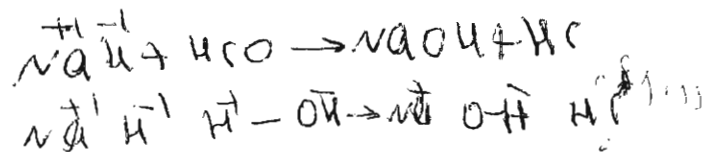
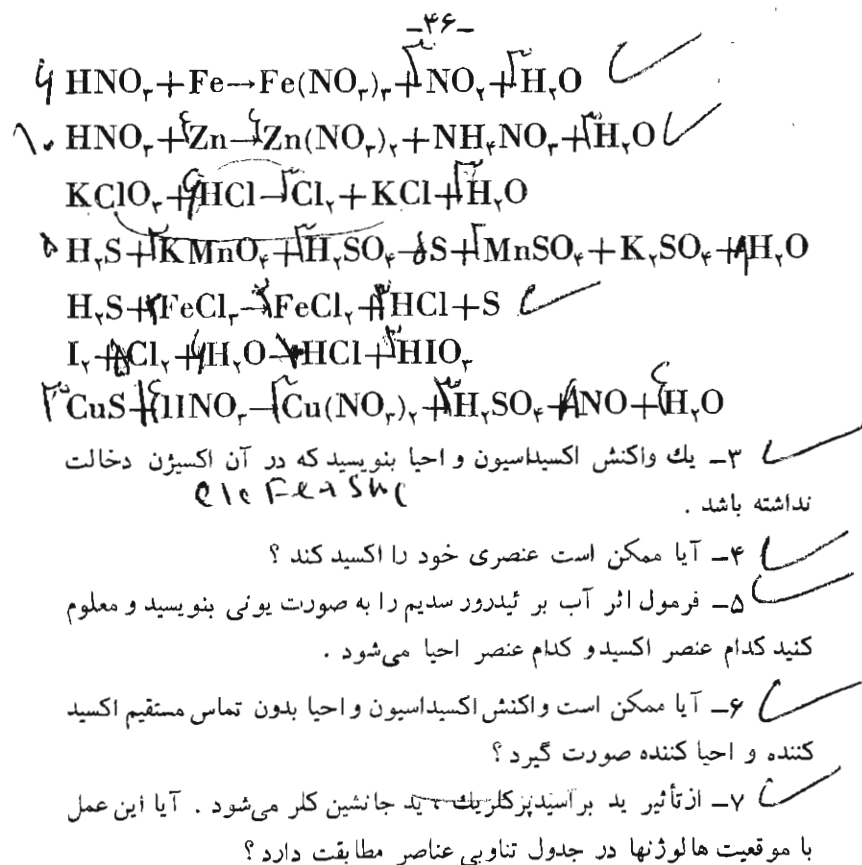
چنانکه در سال چهارم دیدیم محلول نرمال يك اسيد يا يك باز يا يك نمك محلولی است که در هر لیتر آن يك اکی والان گرم از ماده حل شده باشد. يك اکی والان گرم از اسيد مقداری از آن است که يك گرم ئیدروژن اسیدی داشته باشد.

مثلاً اکی والان گرم HCl مساوی ۳۶/۵ گرم از آن است چه هر مولکول گرم آن فقط يك گرم ئیدروژن اسیدی دارد. همینطور اکی والان گرم  $H_2SO_4$  برابر  $\frac{98}{2} = 49$  گرم از این اسيد است و اکی والان گرم  $H_3PO_4$  مساوی  $\frac{98}{3} = 32/7$  گرم از آن است. اکی والان گرم يك باز مقداری از آن است که دارای ۱۷ گرم OH باشد زیرا با يك گرم ئیدروژن اسیدی خنثی می شود.



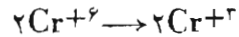
مثلاً اکی والان گرم NaOH مساوی ۴۰ گرم سود و اکی والان گرم ئیدروکسید کلسیم معادل  $\frac{74}{2} = 37$  گرم از این باز است. در مورد نمکها، اکی والان گرم مقداری از نمك است که از يك اکی والان گرم اسيد نتیجه شده باشد. مثلاً از معادله یونی:

۱- Equivalent - gramme



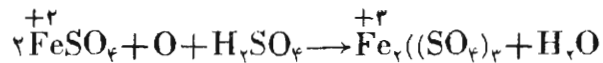
-۴۹-

است و برای يك درجه اکسیداسیون  $\frac{1}{6}$  مولکول گرم از آن کافی است. همینطور دو اتم کروم در هر مولکول بیکرومات پتاسیم در محیط اسیدی ۶ درجه تغییر ظرفیت می دهد.



بنابراین برای يك درجه اکسیداسیون  $\frac{1}{6}$  مولکول گرم بیکرومات یعنی  $\frac{294}{6} = 49$  گرم لازم است.

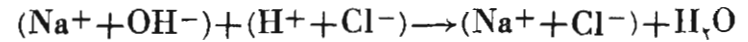
به همان ترتیب محلول نرمال احیا کننده‌ها بستگی به تغییر درجه اکسیداسیون ماده احیا کننده دارد و محلول نرمال يك ماده احیا کننده محلولی است که هر لیتر آن يك درجه قدرت احیا کنندگی داشته باشد. به عبارت دیگر هر لیتر آن بتواند قدرت احیا کردن ۸ گرم اکسیژن را داشته باشد. مثلاً سولفات فرو نمکی است احیا کننده که با اکسید کننده‌ها اکسید شده و درجه اکسیداسیون آهن آن يك درجه بالا می رود. بنابراین هر مولکول این نمک فقط يك درجه قدرت احیا دارد.



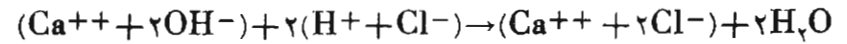
هر مولکول گرم سولفات فرو فقط ۸ گرم اکسیژن را احیا می کند. بنابراین محلول نرمال آن باید يك مولکول گرم یعنی ۱۵۲ گرم از این نمک در لیتر داشته باشد. با این تعریف معلوم می شود که محلولهای نرمال اکسید کننده‌ها و احیا کننده‌ها نیز به حجم مساوی بر یکدیگر اثر می کنند. نرمالیهته - ممکن است محلولی شامل يك اکی والان گرم ماده در لیتر نباشد. در این صورت آن را با محلول نرمال همان ماده مقایسه می کنند و غلظت آن را بر حسب نرمال تعیین می نمایند. مثلاً محلولی

-۴۸-

شیمی بنجم طبیعی و ریاضی



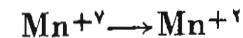
معلوم می شود که به ازای هر گرم H اسیدی که خنثی می شود ۵۸/۵ گرم نمک طعام حاصل می گردد. پس اکی والان گرم نمک طعام مساوی ۵۸/۵ گرم نمک است. همچنین از معادله یونی:



نتیجه می شود که به ازای دو گرم H اسیدی مقدار ۱۱۱ گرم کلرور کلسیم بدست می آید، پس اکی والان گرم کلرور کلسیم مساوی  $\frac{111}{2} = 55.5$  گرم از این نمک است.

به همین ترتیب اکی والان گرم  $Al_2(SO_4)_3$  ،  $\frac{342}{6} = 57$  ، می شود. از آنچه گفته شد نتیجه می گیریم که اکی والان گرمهای هر دسته از مواد با هم معادلند و بنابراین محلولهای نرمال به حجم مساوی بر یکدیگر اثر می کنند.

اکی والان گرم يك ماده اکسید کننده از روی تغییر درجه اکسیداسیون آن معین می شود. محلول نرمال يك ماده اکسید کننده محلولی است که هر لیتر آن يك درجه قدرت اکسید کنندگی داشته باشد، یعنی قدرت اکسید کنندگی هر لیتر آن معادل ۸ گرم اکسیژن باشد. مثلاً محلول نرمال پرمنگنات پتاسیم در محیط اسیدی باید شامل  $\frac{158}{5} = 31.6$  گرم از این اکسید کننده در لیتر باشد، زیرا اتم منگنز در مولکول پرمنگنات در محیط اسیدی ۵ درجه تغییر ظرفیت می دهد.



بنابراین قدرت اکسید کنندگی هر مولکول گرم آن ۵ درجه

-۵۰-

را که شامل ۲۰ گرم سود خالص در لیتر است محلول نیم نرمال می نامند، زیرا ۲۰ گرم سود مساوی  $\frac{1}{40} = \frac{20}{800}$  اکی والان گرم آن است، یا محلولی که شامل ۹۸ گرم اسید سولفوریک در لیتر باشد محلول « دو نرمال » نام دارد، زیرا ۹۸ گرم اسید سولفوریک معادل  $2 = \frac{98}{49}$  اکی والان گرم از این اسید است. همینطور محلول  $\frac{3}{65}$  گرم در لیتر HCl را محلول دسینرمال می گویند، چون این مقدار HCl مساوی  $\frac{1}{10} = \frac{36.5}{365}$  اکی والان گرم از آن اسید است. این نسبتها را بنا به تعریف نرمالیتته محلول می نامند و آن را می توان به صورت  $N = \frac{C}{E}$  نوشت که در آن N نرمالیتته، C غلظت بر حسب گرم ماده حل شده در لیتر محلول و E اکی والان گرم می باشد. از آنچه گفته شد نتیجه می شود که:

۱- غلظت يك محلول مساوی حاصل ضرب نرمالیتته محلول در اکی والان گرم ماده حل شده است. مثلاً يك محلول به نرمالیتته  $0.8$  از اسید سولفوریک محتوی  $39.2 = 49 \times 0.8$  گرم از این اسید در لیتر است، یا يك محلول  $0.4$  نرمال پرمنگنات پتاسیم شامل  $12.64 = 31.6 \times 0.4$  گرم پرمنگنات در لیتر است.

۲- ارزش حجم معینی از يك محلول بر حسب نرمال مساوی است با حاصل ضرب حجم محلول در نرمالیتته آن. مثلاً  $1500$  سیسی به نرمالیتته  $0.6$  معادل  $900 = 15 \times 0.6$  نرمال آن است، یا  $1000$  محلول بازي به نرمالیتته  $1.2$  مساوی  $1200 = 10 \times 1.2$  نرمال آن است. و یا به گفته دیگر اگر  $1000$  از محلول غیر نرمال با  $2000$  محلول نرمالی خنثی شود، نرمالیتته محلول  $\frac{20}{10}$  است، زیرا این محلول  $\frac{20}{10}$  مرتبه غلیظتر از نرمال

-۵۱-

است و  $1000$  آن، کار  $2000$  نرمال را انجام می دهد. پس می توان گفت که نرمالیتته هر محلول، خارج قسمت حجم نرمال به حجم غیر نرمال معادل آن است:

$$N = \frac{\text{حجم نرمال}}{\text{حجم غیر نرمال معادل}}$$

و در نتیجه:

$$\text{حجم غیر نرمال معادل} = N \times \text{حجم نرمال}$$

۳- چون محلولهای نرمال به حجم مساوی بر هم اثر می کنند، اگر  $V$  cc از محلولی با نرمالیتته N بتواند بر  $V'$  cc از محلول دیگر به نرمالیتته  $N'$  کاملاً اثر کند، رابطه زیر بین این مقادیر برقرار است:

$$N \times V = N' \times V'$$

زیرا هر طرف این تساوی معادل حجم یکی از محلولها بر حسب نرمال آن است.

مثال -  $1200$  cc از يك محلول به نرمالیتته  $0.4$  از اسید سولفوریک با  $1600$  cc از يك محلول سود خنثی شده است، تعیین کنید غلظت محلول سود را.

حل - از رابطه  $NV = N'V'$  نتیجه می شود:

$$N' = \frac{12 \times 0.4}{16} = 0.3 \text{ پس } 12 \times 0.4 = 16 \times N'$$

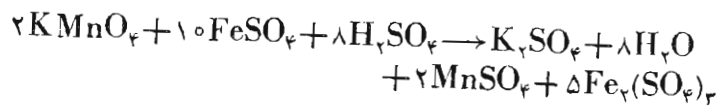
محلول سود  $0.3$  نرمال است، یعنی در هر لیتر آن  $12 = 40 \times 0.3$  گرم سود حل شده است.

از فرمول مزبور می توان در حل مسائلی که راجع به رقیق شدن

-۵۳-

باید  $\frac{1}{4}$  مولکول گرم یعنی  $\frac{152}{4} = 38$  گرم باشد .

در صورتی که اکسی‌والان گرم همین ماده برای تأثیر بر پرمنگنات پتاسیم که طبق فرمول زیر بریکدیگر اثر دارند، به همان ترتیب که قبلاً گفته شد، یک مولکول گرم در لیتر است .



محلولهای دسینرمال و سانتینرمال - اگر غلظت محلولی

۱۰ مرتبه کمتر از نرمال باشد آن را دسینرمال ( $\frac{N}{10}$ ) گویند و اگر

۱۰۰ یا ۱۰۰۰ مرتبه رقیق‌تر باشد بترتیب سانتینرمال ( $\frac{N}{100}$ ) و

میلینرمال ( $\frac{N}{1000}$ ) گفته می‌شود . بدیهی است که نرمالیت فحلولهای

دسینرمال  $\frac{1}{10}$  و نرمالیت فحلولهای سانتینرمال  $\frac{1}{100}$  است .

از محلولهای نرمال در سنجشهای حجمی استفاده می‌کنند .

روشهای سنجش حجمی متعدد است و در اینجا فقط به بعضی از آنها اشاره

می‌کنیم .

روش خنثی کردن - در این روش معمولاً اسیدها را به وسیله

محلولهای سنجیده‌قلیا می‌سنجند ( اسیدیمتری ) ، یا قلیاها را به وسیله

محلولهای سنجیده‌اسید اندازه‌گیری می‌کنند ( الکاایمتری ) .

این روش بر اساس خنثی شدن یعنی واکنش بین یونهای  $\text{H}^+$  و

$\text{OH}^-$  قرار دارد .

-۵۲-

محلولهاست نیز استفاده کرد . اگر بر  $V$  حجم از محلول به نرمالیت  $N$  آب افزوده شود تا  $V'$  حجم به نرمالیت  $N'$  بدست آید ، رابطهٔ مربوطه باز برقرار است .

نمربین عددی - ۱۰ cc از محلول اسید سولفوریک یک مولکول گرم در لیتر چند cc سود ۲۰ گرم در لیتر را خنثی می‌کند ؟ برای تهیهٔ یک لیتر محلول نرمال این اسید چه حجمی از اسید لازم است ؟

حل - نرمالیت اسید سولفوریک :  $N = \frac{98}{49} = 2$  و نرمالیت محلول

سود :  $N = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}$  است ، پس اگر حجم محلول سود  $x$  فرض شود ، خواهیم داشت :

$$x \times \frac{1}{2} = 10 \times 2 \quad \text{پس } x = 40 \text{ cc}$$

اگر حجم اسید لازم را  $x$  فرض کنیم ، خواهیم داشت :

$$x \times 2 = 1000 \times 1 \quad \text{و از آنجا : } x = 500 \text{ cc}$$

یعنی باید بر ۵۰۰ cc اسید مزبور ، بقدر ۵۰۰ cc (  $500 - 1000 = 500$  )

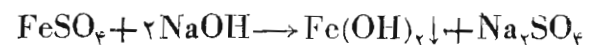
آب افزود تا محلول نرمال حاصل گردد .

تجربه - بدانست که محلولهای نرمال مواد نامحلول و قرار

یا موادی که بسهولت تغییر ماهیت شیمیایی می‌دهند ، ساخته نمی‌شوند و

بعلاوه اکسی‌والان گرم یک ماده ممکن است در واکنشهای مختلف متفاوت

باشد . مثلاً اکسی‌والان گرم سولفات فرو بر طبق فرمول زیر :

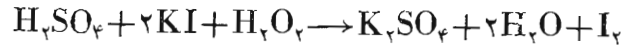
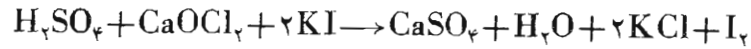
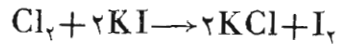




-۵۵-

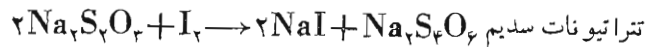
$$\begin{array}{r} ۹۶ \\ ۹۶ \\ \hline ۱۹۲ \end{array}$$

اکسید می شود و ید آزاد می شود .



سنجش ید آزاد شده به وسیله محلول هیپوسولفیت سدیم بخوبی و با دقت زیاد امکان پذیر است .

بطور کلی اگر بر محلول ید ، هیپوسولفیت سدیم بریزیم ، محلول بیرنگ می شود و فرمول عمل چنین است :



تترا تیونات سدیم ولی خاتمه عمل بخوبی آشکار نیست و باید برای تشخیص پایان عمل قدری چسب نشاسته افزود تا محیط به واسطه ید رنگ آبی تندی پیدا کند و آخرین قطره هیپوسولفیت که این رنگ آبی را زایل می کند خاتمه آزمایش را آشکار سازد .

با سنجش ید مقدار هر يك از موادی را که در واکنش آزاد شدن ید دخالت داشته اند می توان اندازه گیری کرد .

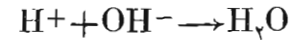
### تمرین و مسئله

۱- در ۵۰۰ cc محلول ، ۱/۵۶ گرم کربنات سدیم موجود است . غلظت مولکولی و نرمالینه آن را حساب کنید .

۲- ۲۰ cc محلول ۰/۳ مولکول گرم در لیتر برمور سدیم و ۵ cc محلول ۰/۸ مولکول گرم در لیتر کلرور سدیم را مخلوط کردیم ، غلظت مولکولی هر يك از این نمکها را در محلول جدید بدست آورید .

۳- در ۱ cc محلول ، ۲۵ میلیگرم سولفات مس موجود است ، غلظت مولکولی و نرمالینه محلول را در واکنشهای تعویضی حساب کنید .

-۵۴-



پایان عمل در اسیدمتری و الکالیمتری به وسیله معرفهای رنگین مانند تورنسل ، فنل فتالین ، هلیانتین مشخص می شود .

### روشهای اکسیداسیون و احیا - الف - منگنیمتری - روشی

است که در آن به کمک محلولهای سنجیده پرمنگنات پتاسیم می توان مقدار احیا کننده ها را اندازه گیری کرد . معمولاً محلول پرمنگنات پتاسیم را در محیط اسیدی بکار می برند و معرف پایان عمل نیز خود پرمنگنات است .

تمرین - ۱۰ cc از محلول سولفات فرو در مجاورت اسید سولفوریک توانسته است ۲۰ cc محلول دسینر مال پرمنگنات پتاسیم را بیرنگ کند ، غلظت محلول سولفات فرو را حساب کنید .

حل - طبق فرمول  $VN = V'N'$  نتیجه می شود که :

$$10 \times N = 20 \times 0.1$$

از آنجا نرمالینه محلول سولفات فرو  $N = 0.2$  و غلظت آن با توجه به اینکه سولفات فرو در واکنش مزبور يك درجه اکسید شده و محلول نرمال آن يك مولکول گرم در لیتر است ، چنین است :

$$C = E \times N \quad \text{یا} \quad \text{گرم در لیتر} = 0.2 \times 152 = 30.4$$

ب - **یدومتري** - یدومتري شامل کلیه سنجشهایی است که در آنها ید وسیله محلول هیپوسولفیت سدیم سنجیده می شود . در بسیاری از واکنشها مانند واکنشهای زیر یدور پتاسیم به وسیله اکسید کننده ها

۱- هیپوسولفیت سدیم را امروزه تیوسولفات سدیم می نامند .

-۵۷-

خلوص اسید تجارتي را . ثانياً تعداد مولکولهای آبی که با يك مولکول انیدريد-  
نيتريك همراه است .

۱۲- بر ۷۵cc از يك محلول گاز سولفورو آنقدر محلول پرمنگنات پتاسيم به غلظت ۵ گرم در ليتر می ريزيم تا ديگر رنگ پرمنگنات از بين نرود .  
در اين عمل ۶۰cc محلول پرمنگنات مصرف می شود . تعيين کنید حجم گاز  
سولفوروی محلول در يك ليتر را .

۱۳- ۱۰cc محلول پراکسيد تيذروژن تا ۱۰۰cc رقيق شده است . به  
۱۰cc از محلول رقيق شده اسيد سولفوریک اضافه می کنیم و از بورت محلول  
دسيترمال پرمنگنات پتاسيم اضافه می نماييم ، رنگ بنفش پس از ريختن ۳cc / ۲۱  
محلول پرمنگنات پتاسيم در محلول ظاهر می شود . تعيين کنید پراکسيد تيذروژن  
چند حجم بوده است .

۱۴- ۳/۲ گرم پرمنگنات پتاسيم نا خالص را در آب حل می کنیم و حجم  
محلول را به يك ليتر می رسانيم . ۱۰cc از اين محلول را اختيار می کنیم و بر آن  
اسيد سولفوریک و يدورپتاسيم کافی و چند قطره چسب نشاسته می افزايم و سپس  
محلول دسيترمال هيپوسولفيت سدیم می ريزيم . اگر پس از ريختن ۱۰cc از محلول  
هيپوسولفيت ، رنگ آبی زایل گردد ، معین کنید درجه خلوص پرمنگنات را .  
۱۵- ۵ گرم از يك نمونه پراکسيد تيذروژن را در آب حل می کنیم و حجم  
محلول را به ۵۰۰ سانتيمتر مکعب می رسانيم . در اندازه گیری ۲۵ سانتيمتر  
مکعب اين محلول در محیط اسيد سولفوریک ۴۰ سانتيمتر مکعب محلول دسيترمال  
پرمنگنات پتاسيم بکار می رود . درصد  $H_2O_2$  را در اين نمونه پراکسيد تيذروژن  
حساب کنید .

۱۶- به ۲۵ سانتيمتر مکعب محلول اسيد سولفوریک ۵۰ سانتيمتر مکعب  
محلول ۲۴/۵ نرمال يد افزودیم و زيادی يد را با محلول ۲/۵ نرمال هيپوسولفيت  
سدیم اندازه گرفتيم ، ۱۰ سانتيمتر مکعب از محلول اخير بکار رفت . جرم  
 $H_2S$  را در يك ليتر محلول حساب کنید .

۱۷- از تأثير اسيد کلريدريك بر ۵/۱۸ گرم يك فلز ۱۶۸cc در  
شرایط متعارفی تيذروژن آزاد شده است . اکی والان گرم فلز را معین کنید .

-۵۶-

۴- چند سانتيمتر مکعب اسيد نيتريك ۵۰% به جرم مخصوص  
 $1/3 \text{ g/cm}^3$  برای تهیه ۳ ليتر محلول نیم نرمال لازم است ؟

۵- چه حجم آب به ۱ ليتر محلول ۵/۱۲۵ نرمال سود سوزآور اضافه  
کنيم تا محلول دسيترمال سود تهیه شود ؟

۶- بر ۱۰cc محلول جوهر نمک در مجاورت تورنسل قطره قطره از محلول  
سودی به غلظت ۴۰ گرم در ليتر می ريزيم تا تورنسل تغيير رنگ دهد . ۱۲/۵cc  
اين محلول مصرف می شود . تعيين کنید غلظت و نرماليت محلول اسيد را .  
۷- محلولی است از اسيد کلريدريك و اسيد سولفوریک . ۱۰cc از اين  
محلول با ۳۰ سانتيمتر مکعب سود نرمال خنثی می شود . بر ۱۰cc ديگر از  
همان محلول کلرور باریم می ريزيم . رسوب سولفات باریم به وزن ۲/۳۳  
گرم حاصل می شود . معین کنید : ۱- غلظت هريك از دو اسيد را در محلول  
فوق . ۲- نرماليت هريك از اسيدها را .

۸- بر ۱۰۰cc از محلول اسيد کلريدريك ۲/۵ گرم کربنات کلسيم  
می ريزيم . آزمایش نشان می دهد که برای خنثی کردن بقیه اسيد ۵۰cc سود  
نرمال لازم است . معین کنید : ۱- غلظت محلول اسيد کلريدريك را . ۲-  
نرماليت آن را . ۳- ۱۰۰cc از همان محلول اسيد با چه حجم محلول سود  
نرمال خنثی می شود ؟

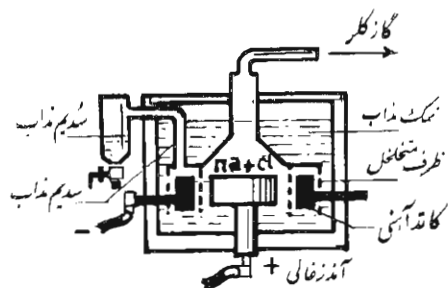
۹- ۱۰cc از يك محلول سود با ۱۵cc محلول دو نرمال اسيد  
سولفوریک خنثی می شود . در آزمایش ديگر ۳۰cc از يك محلول جوهر نمک  
با ۲۵ سانتيمتر مکعب از همان محلول سود خنثی می شود . تعيين کنید غلظت  
محلول جوهر نمک را .

۱۰- محلولی است از اسيد سولفوریک . ۱۰cc آن را تا ۵۰cc رقيق  
می کنیم . ۱۰cc از محلول اخير به وسیله ۸cc سود دسيترمال خنثی می شود .  
معین کنید نرماليت اسيد اوليه را .

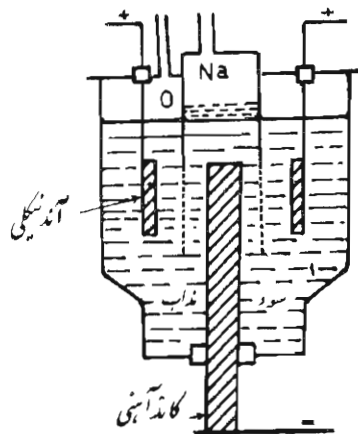
۱۱- ۶۳ گرم اسيد نيتريك تجارتي را در آب حل کرده و حجم آن را به  
يك ليتر می رسانيم . در يك آزمایش ۱۰cc از اين محلول را اختيار می کنیم ،  
مشاهده می کنیم که با ۷cc سود نرمال خنثی می شود . معین کنید : اولاً درجه

۴/۲ درصد قشر زمین را تشکیل می‌دهد ولی به علت میل ترکیبی شدیدی که دارد، به حالت خالص یافت نمی‌شود. ترکیبات آن بخصوص کلرور سدیم در معادن و آب دریاها فراوان است.

طرز تهیه - داوی<sup>۱</sup> اولین کسی است که سدیم را از تجزیه الکتریکی سود مذاب بدست آورد (شکل ۵).



شکل ۶- تجزیه الکتریکی نمک طعام مذاب

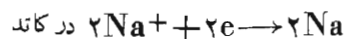
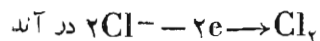


شکل ۵- تجزیه الکتریکی سود مذاب

ولی امروزه بیشتر آن را از تجزیه الکتریکی نمک طعام مذاب تهیه می‌کنند (شکل ۶).



به سمت آند  $\searrow$  به سمت کاتد  $\swarrow$



۱- Sir Humphry Davy - شیمیدان انگلیسی (۱۸۲۹-۱۷۷۸)

پتاسیم، سدیم و کلسیم را به وسیله جریان الکتریسته تهیه کرد. او همچنین معلوم کرد که کلریک عنصر است و الماس کربن خالص می‌باشد، بعضی اسیدها اکسیژن ندارند و خاصیت اسیدی مربوط به تیروژن اسیدها می‌باشد.

## فلزات قلیایی

### گروه اصلی I

این دسته شامل فلزات لیتیم و سدیم و پتاسیم و روییدیم و سزیم است که همه در گروه اول جدول مندلیف قرار دارند و مولد بازهای قوی هستند. این عناصر در لایه خارجی فقط یک الکترون دارند و چون این الکترون را باسانی از دست می‌دهند بنابراین عموماً یک ظرفیتی هستند و میل ترکیبی آنها از تمام فلزات دیگر شدیدتر است. در بین خود آنها میل ترکیبی از لیتیم تا سزیم زیادتر می‌شود. فلزاتی هستند نرم بطوری که ناخن در آنها فرو می‌رود و با وجود آنکه عموماً سمی هستند، ترکیبات آنها بخصوص ترکیبات سدیم برای زندگی بشر اهمیت حیاتی دارند. جدول زیر نقطه ذوب و وزن مخصوص آنها را نشان می‌دهد:

	Li	Na	K	Rb	Cs
وزن مخصوص	۰/۵۳	۰/۹۷	۰/۸۷	۱/۵۳	۱/۹
نقطه ذوب	۱۸۶	۹۷/۷	۶۳	۳۸/۵	۲۸



سدیم و ترکیبات آن

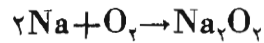
۲۳  
۱۱ - سدیم

حالت طبیعی - سدیم یکی از فراوانترین عناصر طبیعت است

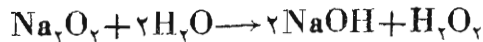
- ۶۱ -

**۴- اثر اکسیژن - احتراق**

سدیم - در ۳۰۰ الی ۴۰۰ درجه  
حرارت سدیم در اکسیژن با شعله  
زرد رنگی سوخته و پراکسید سدیم  
 $\text{Na}_2\text{O}_2$  می دهد ( شکل ۹ ) .



این اکسید را اگر در آب سرد  
بریزند پراکسید ئیدروژن تولید می کند .

**موارد استعمال**

سدیم - سدیم را برای  
تهیه بسیاری از ترکیبات  
سدیم مانند پراکسید  
سدیم و سیانور سدیم  
(NaCN) بکار می -

برند . همچنین در  
سنتز داروها و رنگها



شکل ۹- سدیم با شعله زرد سوخته پراکسید  
سدیم می دهد

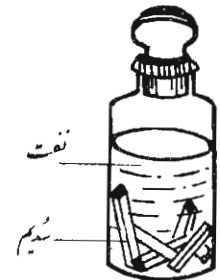
مصرف می شود . بعلاوه به عنوان کاتالیزور در تهیه کائوچوی مصنوعی  
نیز بکار می رود . یکی از موارد استعمال جدید آن در پیلهای اتمی است  
که چون قابلیت هدایت حرارت آن خیلی خوب است برای انتقال انرژی  
از داخل پیل به خارج آن بکار می رود .

سدیم را به علت نور زرد که هنگام التهاب تولید می کند در

چنانچه ملاحظه می شود علاوه بر سدیم ، گاز کلر هم بدست می آید .  
**خواص فیزیکی -** سدیم فلزی است نرم بطوری که با چاقو  
می توان آن را براحتی برید . در این حالت مقطع آن براق و نقره ای  
رنگ است ولی در مجاورت هوا بسرعت تیره رنگ می شود . این فلز  
کمی سبکتر از آب است ( $d = 0.97$ ) و خیلی آسان ذوب می شود .

**خواص شیمیایی - ۱- اثر هوا -**

می شود و چون در هوا گاز کربنیک وجود دارد  
بتدریج به کربنات سدیم که گرد سفید رنگی  
است تبدیل می گردد . به همین علت سدیم را  
محفوظ از هوا و در مایعاتی غیر از آب از قبیل  
نفت نگاهداری می کنند ( شکل ۷ ) .



شکل ۷- سدیم را در

نفت نگاهداری می کنند

**۲- اثر آب -**

سدیم بشدت بر آب اثر  
می کند و ئیدروژن آزاد می کند .

**آزمایش -** يك قطعه كوچك سدیم را در آب بیندازید . مشاهده  
می کنید که بسرعت در سطح آب حرکت کرده و گازی همراه با صدا  
متصاعد می شود . در این عمل دما رفته رفته زیاد می شود قسمی که اگر  
سدیم را از حرکت باز دارند ئیدروژن حاصل ممکن است خودبخود آتش  
بگیرد .

**۳- اثر غیر فلزات -**

سدیم با بسیاری از غیر فلزات بشدت ترکیب  
می شود . مثلاً سدیم داغ در گاز کلر می سوزد و کلرور سدیم می دهد  
( شکل ۸ ) .

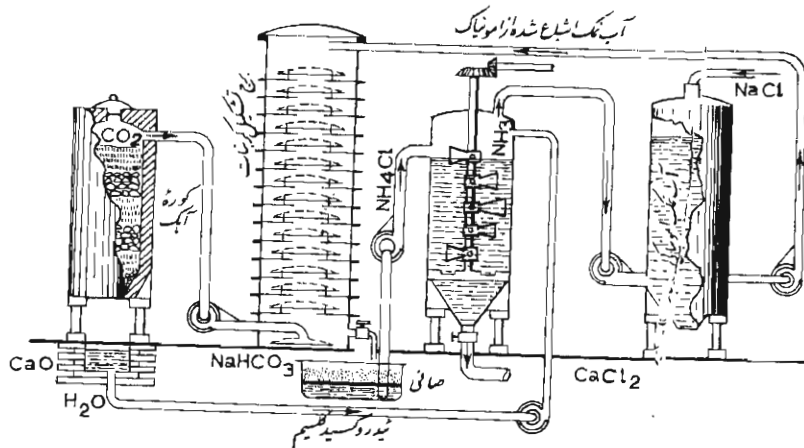
چراغهای سدیم مصرف می کنند و چون نور زرد سدیم از مه عبور می کند در شهرهایی که مه آلودند خیابانها را با این چراغ روشن می کنند. در چراغهای مزبور سدیم به وسیله جریان الکتریسته گرم می شود تا تبخیر و ملتهب شود. اخیراً دانشمندان دریافته اند که ایزوتوپ رادیواکتیو سدیم را می توان به جای رادیم در معالجه سرطان بکار برد.

## ۲- کلرور سدیم

**حالت طبیعی -** کلرور سدیم یا نمک طعام در معادن و آب دریاها فراوان است. در هر متر مکعب آب دریا در حدود ۲۵ کیلوگرم نمک محلول است و در بعضی از دریاچه ها مانند دریاچه رضائیه و قم از این میزان هم تجاوز می کند. علاوه بر نمک املاح دیگری مانند کلرور و سولفات منیزیم و ترکیبات ید و برم نیز در آب دریاها محلولند.

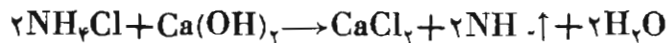
**استخراج نمک -** نمک طعام در معادن به صورت تقریباً خالص موجود است و برای استخراج آن کافی است توده معدن را با دینامیت منفجر کنند. معدن نمک گاهی در اعماق زمین وجود دارد در این صورت لوله هایی در زمین فرو می برند تا به قشر نمک برسند، سپس مانند استخراج گوگرد از این لوله ها آب گرم وارد می کنند و به کمک هوای متراکم محلول نمک را خارج کرده تغلیظ و متبلور می کنند.

برای استخراج نمک از آب دریاها درکنار ساحل حوضهای وسیع و کم عمقی حفر کرده و آب دریاها را در آنها وارد نموده، می گذارند تا در اثر تابش آفتاب و وزش باد، غلیظ شود و بالاخره در حوضچه های دیگر نمک تقریباً خالص (۷۵ درصد) بدست می آورند.

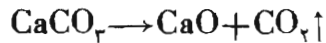


شکل ۱۰- تهیه نمک قلیا

این طریق به از این جهت مقرون به صرفه است که گاز کربنیک حاصل دو باره، مورد استفاده قرار می گیرد، و چون نشادر تشکیل شده را با آهک مخلوط کرده حرارت می دهند، امونیاک آزاد شده دوباره بمصرف می رسد.



برای تهیه آهک و گاز کربنیک اولیه کافی است سنگ آهک را تکلیس کنند.

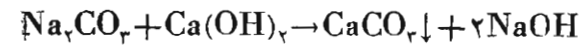


بنابراین در این طریق مواد مصرفی بطور عمده کربنات کلسیم و نمک طعام است (شکل ۱۰).

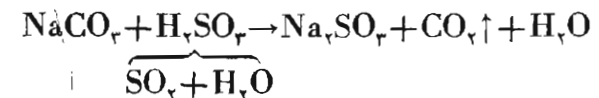
**خواص فیر. نکی -** نمک قلیا ماده ای است جامد و سفید رنگ و متبلور به فرمول  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . در آب بسیار محلول است، در هوای خشک آب تبلور خود را از دست داده به صورت گرد سفید رنگ در می آید.

-۶۶-

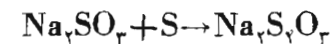
**خواص شیمیایی -** محلول کربنات سدیم خاصیت بازی دارد و رنگ تورنسل قرمز را آبی و رنگ فنل فتالین را ارغوانی می‌کند . یکی از مصارف کربنات سدیم ، تهیه سود برای صابون‌پزی است . برای این منظور آهک مرده را بر محلول کربنات سدیم اثر می‌دهند .



کربنات سدیم بیشتر برای تهیه سایر ترکیبات سدیم بار می‌رود ، مثلاً برای تهیه سولفیت سدیم ، گاز  $\text{SO}_2$  را در محلول کربنات سدیم وارد می‌کنند .



و چون محلول سولفیت سدیم را با گوگرد بجوشانند هیپوسولفیت سدیم حاصل می‌شود .



هیپوسولفیت حاصل را متبلور می‌کنند تا به صورت  $5\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  درآید . این ماده در عکاسی به عنوان دمای ثبوت مصرف می‌شود و عمل آن را در مبحث نقره و عکاسی خواهیم دید .

**مصرف کربنات سدیم -** این نمک امروزه یک از ترکیبات مهمی است که در صنعت شیشه سازی و کاغذ سازی و عمل صیقل آب بکار می‌رود .

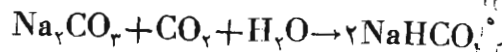
#### ۴- بیکربنات سدیم

بیکربنات سدیم که آن را کربنات اسید سدیم یا جوش شیرین هم

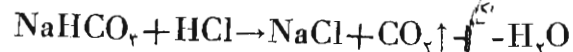
-۶۷-

می‌نامند ، در طبیعت در بعضی از آبهای معدنی محلول است و همانطور که ملاحظه شد آن را می‌توان به طریقه سلوه تهیه نمود .

گردی سفید و شور مزه و در آب کم محلول است و در اثر حرارت تجزیه شده کربنات سدیم و گاز کربنیک می‌دهد . به همین جهت جوش شیرین یا بیکربنات مشابه آن را به خمیر نان اضافه می‌کنند تا هنگام پخت ، گاز کربنیک متصاعد شده و نان متورم شود . بالعکس اگر جریان از گاز کربنیک را در محلول کربنات سدیم وارد کنند جوش شیرین نه نشین می‌شود .



بیکربنات سدیم مانند کربنات سدیم در اثر اسیدها تجزیه شده و گاز  $\text{CO}_2$  متصاعد می‌کند .



نمک میوه نام مخلوطی است از بیکربنات سدیم و اسید سیتریک . به همین جهت است که وقتی آن را در آب می‌ریزند ، اسید حل می‌شود و بر بیکربنات اثر می‌کند و گاز  $\text{CO}_2$  خارج می‌شود .

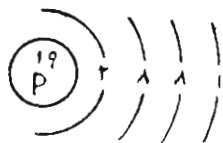
#### ۵- سود سوزآور

سود سوزآور بر از مهمترین بازهاست و مصارف صنعتی زیاد دارد . **طرز تهیه -** سود را از تجزیه الکتریکی محلول غلیظ نمک طعام بدست می‌آورند . در این عمل کربن در قطب مثبت و تیدروژن و سود در قطب منفی جمع می‌شود .

عمل الکترولیز در ظرفهایی انجام می‌گیرد که در آن دو قطب

-۶۹-

می‌برند. بر مواد آلی و بافت‌های بدن اثر کرده آنها را فاسد می‌نماید.  
**مصارف سود** - سود به مقدار زیاد در استخراج آلومینیم و تهیه  
 ابریشم مصنوعی و صابون و کاغذ و در صنعت پارچه‌بافی و تصفیه نفت و  
 تهیه کاتوچروی مصنوعی مصرف می‌شود.



پتاسیم و ترکیبات آن

۱- پتاسیم ۳۹  
 ۱۹

پتاسیم همانند سدیم فلزی است نرم و نقره‌ای رنگ و سبک وزن  
 (d = ۰,۸۷). اندر طبیعت به حالت ترکیب و بخصوص به صورت کلرور  
 پتاسیم در معادن و نیز آب دریاها زیاد است.  
 خواص پتاسکسیم شبیه خواص سدیم ولی میل ترکیبی آن شدیدتر  
 است. بر آب بشدت اثر می‌کند و تیدروژن می‌دهد که خودبخود در اثر  
 گرمای حاصل آتش را می‌گیرد.



**ترکیبات پتاسیم** - مهمترین ترکیب طبیعی پتاسیم، نترات  
 پتاسیم یا شوره و کلرور پتاسیم است که ماده اولیه برای تهیه سایر ترکیبات  
 این فلز محسوب می‌شود.

خواص ترکیبات پتاسیم نظیر ترکیبات سدیم است.

کربنات پتاسیم با دایسولفید مولکول آب متبلور می‌شود. مصرف مهم  
 آن در شیشه‌سازی و صابون پزی است. همچنین پتاس سوزآور (KOH)

-۶۸-

آند و کاتد به وسیله جدار متخلخلی از یکدیگر مجزا شده‌اند (شکل ۱۱)  
 و به این ترتیب از اثر کلر بر سود جلوگیری می‌شود. محلول حاصل را  
 حرارت داده غلیظ می‌کنند، نمک طعام که در آب کمتر از سود محلول  
 است بتدریج ته‌نشین شده جدا می‌گردد، سپس محلول سود را تبخیر

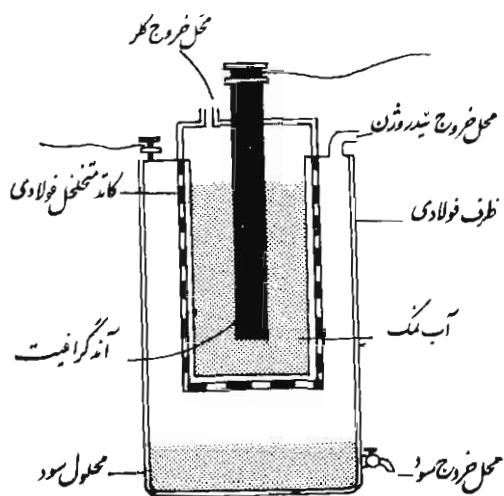
می‌کنند و سود جامد  
 را بدست می‌آورند.

۲- چنانکه قبلاً  
 نیز ذکر شد سود را  
 از اثر آهک مرده بر  
 محلول کربنات سدیم  
 هم بدست می‌آورند.

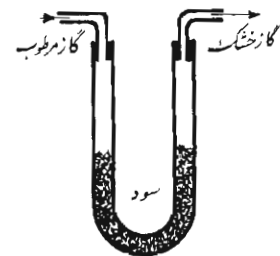
**خواص سود** -  
 سود سوزآور ماده‌ای  
 است جامد سفیدرنگ،

بشدت نم‌گیر است و از این رو برای خشک  
 کردن بعضی گازها بکار می‌رود (شکل  
 ۱۲). در آب بسیار محلول است و در  
 موقع حل در آب حرارت زیادی ایجاد  
 می‌کند. هم به حالت محلول و هم به حالت  
 مذاب کاملاً به یونهای  $OH^-$  و  $Na^+$

یونیزه می‌شود و به همین جهت محلول سود را به عنوان یک باز قوی بکار



شکل ۱۱- تجزیه الکتریکی محلول نمک طعام



شکل ۱۲- گاز را با سود خشک می‌کنند

محلول سود را حساب کنید .

۱۰- از تأثیر آب بر ۱۰۰ گرم ملغمه سدیم ۰/۱۳ گرم تیدروژن تولید شده است . درصد سدیم را در این آلیاژ حساب کنید .

۱۱- از تأثیر مقداری زیاد آب بر ۰/۸۵ گرم آلیاژ سدیم و پتاسیم ۳۳۶ سانتیمتر مکعب در شرایط متعارفی گاز تیدروژن بدست آمده است . در این آلیاژ چند اتم سدیم در مقابل يك اتم پتاسیم قرار دارد .

۱۲- سولفات سدیم متبلور دارای ۴۴ درصد سولفات سدیم است. فرمول سولفات سدیم متبلور را معین کنید .

۱۳- از ۲۰۰ سانتیمتر مکعب محلول ۲ مولکول گرم تیدروکسید سدیم در لیتر محلول، ۹ لیتر در شرایط متعارفی گاز CO<sub>2</sub> را عبور دادیم . چه مقدار نمک در محلول تشکیل می شود؟

۱۴- چه حجم محلول جوهر نمک دسینرمال با ۱۰ گرم سود و چه حجم از همان جوهر نمک با ۱۰ گرم پتاس خنثی می شود؟

۱۵- چه حجم محلول نرمال اسید کلریدریک برای خنثی کردن ۴/۲ گرم بیکربنات سدیم یا ۵/۳ گرم کربنات سدیم لازم است؟

۱۶- برای تهیه يك تن نمک قلیا به طریقه سلوه چه مقدار کربنات کلسیم و نمک طعام لازم است؟ در صورتی که بدانیم بازده عمل ۸۰ درصد است .

۱۷- ۷/۱۵ گرم کربنات سدیم متبلور را در آب حل کرده و محلول را تا ۲۰۰ سانتیمتر مکعب رقیق می کنیم . بر روی ۵۰ سانتیمتر مکعب این محلول

ابتدا چند قطره هلیانتین و سپس محلول اسید سولفوریک نرمال می افزاییم ، می بینیم که رنگ محلول پس از مصرف ۱۲/۵ سانتیمتر مکعب محلول اسید تغییر می کند . عده مولکولهای آب تبلور کربنات سدیم متبلور را معین کنید .

بازی است قوی و در صابون پزی و تهیه بعضی از ترکیبات مهم پتاسیم مانند برمکنگات پتاسیم و بیکرومات پتاسیم و کربنات پتاسیم بکار می رود . پاره ای از املاح پتاسیم به عنوان کود شیمیایی مصرف می شود .

### طرز شناختن عملی نمکهای فلزهای قلیایی - ساده ترین

وسیله برای شناختن نمکهای فلزهای قلیایی ، رنگ شعله آنهاست . سدیم و ترکیبات آن را اگر بر روی شعله بیرنگی بگیرند ، رنگ شعله زرد می شود . پتاسیم و ترکیبات آن رنگ بنفش به شعله می دهند .

### تمرین و مسئله

۱- با توجه به موقعیت فلزات قلیایی در جدول تناوبی عناصر ، خواص شیمیایی مشترک آنها را شرح دهید .

۲- چگونه و چرا فعالیت شیمیایی فلزات قلیایی با افزایش عدد اتمی تغییر می یابد؟

۳- خواص عمومی تیدروکسید و نمکهای فلزات قلیایی را شرح دهید .

۴- از محلول آبی سود سوزآور جریان برق عبور می دهند . آیا در مقدار و غلظت سود تغییری ایجاد می شود؟

۵- تکه های سود سوزآور در هوا رطوبت می گیرد ولی بعد از مدتی خشک می شود و به پودر سفید رنگ تبدیل می شود . علت را توضیح دهید .

۶- از تجزیه الکتریکی محلول نمک طعام چه موادی بدست می آید؟ نتیجه این عمل را با تجزیه الکتریکی محلول جوهر نمک مقایسه کنید .

۷- دو طریقه تبدیل بیکربنات سدیم به کربنات سدیم را بنویسید .

۸- در کربنات سدیم مقادری ناخالصی بیکربنات سدیم وجود دارد .

چگونه آن را جلا می کنند؟

۹- ۲/۳ گرم سدیم را در ۱۰۰ گرم آب حل می کنیم . غلظت در صد

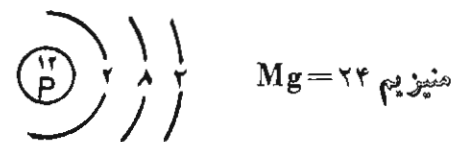


## فلزات قلیایی خاکی

## گروه اصلی II

این دسته فلزات که شامل بریلیم، منیزیم، کلسیم، استرونیوم، باریم و رادیم است، عموماً دو ظرفیتی بوده و در گروه دوم جدول مندلیف جای دارند.

آخرین لایه اتمهای هریک، دارای دو الکترون است. این دسته فلزات نیز مانند فلزات قلیایی بر آب اثر کرده تولید باز می کنند و از قدیم به وسیله کیمیاگران به نام فلزات قلیایی خاکی موسوم شده اند. بجز بریلیم همه خواص مشخص فلزی دارند. از فلزات قلیایی سخت تر هستند ولی اثر شیمیایی ضعیف تری دارند. کربناتهای این فلزات نامحلولند، لیکن در اثر گاز کربنیک به بیکربنات محلول تبدیل می شوند. انحلال سولفات این عناصر در آب به ترتیبی که در گروه قرار گرفته اند از بالا به پایین کم می شود ولی انحلال تییدروکسید آنها در آب به همان ترتیب زیادتر می شود.

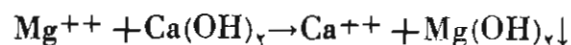


منیزیم فلزی است بسیار سبک که مصرف آن در جنگ جهانی دوم سرعت رو به افزایش گذاشت و در سال ۱۹۴۴ به ۳۸۰۰۰۰۰ تن بالغ

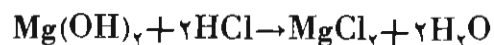
گردید و بیشتر برای ساختن هواپیماها و بمبهای آتشزا و ادوات جنگی بکار می رفت. منیزیم یکی از فلزات فراوان طبیعت است، تقریباً ۲/۱٪ قشر زمین را تشکیل می دهد ولی به حالت آزاد وجود ندارد. ترکیبات مهم آن عبارتند از: کربنات منیزیم  $MgCO_3$  و کربنات مضاعف منیزیم و کلسیم یا دولومیت  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ . ترکیبات منیزیم در آب دریا نیز یافت می شود مانند کلرور منیزیم و سولفات منیزیم. بعلاوه این فلز به صورت سیلیکاتهای مضاعف نیز در طبیعت وجود دارد (پنبه کوهی، تالک، میکا، کف دریا و غیره).

**استخراج منیزیم** - برای استخراج منیزیم، دولومیت را تکلیس و اکسید منیزیم حاصل را با زغال احیا می کنند. احیای اکسید منیزیم در ۲۱۰۰° حرارت انجام می شود و چون واکنش بازگشتنی است باید آن را سرد کرد تا از واکنش معکوس آن جلوگیری شود.

امروزه بیشتر منیزیم را از آب دریا بدست می آورند، زیرا آب دریا ذخیره مهمی از این فلز در بر دارد، قسمتی که از ۸۰۰ تن آب دریا می توان یک تن منیزیم بدست آورد. برای این کار ابتدا آب دریا را صاف کرده و به آن شیر آهک اضافه می کنند، تییدروکسید منیزیم ته نشین می شود.



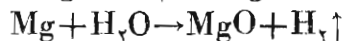
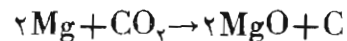
این رسوب را جدا کرده در جوهر نمک حل می کنند.



سپس کلرور منیزیم حاصل را به حالت مذاب تجزیه الکتریکی

می نمایند.

چاشنی آتش می‌گیرد و از حرارت شدید آن منیزیم هم بشدت محترق می‌شود و همه چیز را به آتش می‌کشد (شکل ۱۳). منیزیم مشتعل را نه با آب می‌توان خاموش نمودونه با گاز کربنیک، زیرا منیزیم هر دو را در حرارت احتراق احیا کرده به سوختن خود ادامه می‌دهد.



منیزیم با نیتروژن هم ترکیب شده نیتروژن منیزیم ( $Mg_3N_2$ ) می‌دهد. اسیدهای معمولی بر منیزیم باسانی اثر کرده نیتروژن آزاد می‌کنند ولی بازها بر آن اثر ندارند.

### ترکیبات منیزیم

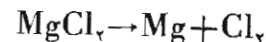
۱- اکسید منیزیم یا منیزی کلسینه ( $MgO$ )، گردی است سفید و دیرگداز که برای ساختن آجرهای نسوز و گل آتشخوار جهت پوشش داخلی کوره‌ها بکار می‌رود. برای تهیه آن کربنات منیزیم را تکلیس می‌کنند.



۲- نیدروکسید منیزیم [ $Mg(OH)_2$ ]، در آب کم حل می‌شود و از اثر محلول قلیا بر محلول نمک منیزیم تشکیل می‌شود. با آب مایع شیری رنگی بدست می‌دهد که دارای خاصیت بازی است.

۳- کلرور منیزیم به مقدار زیاد در آب دریا وجود دارد، با شش مولکول آب متبلور می‌شود ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ).

۴- سولفات منیزیم ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ )، در آب محلول است و در بعضی از آبهای معدنی به صورت محلول موجود است. نمکی است

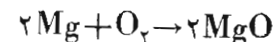


**خواص منیزیم** - منیزیم فلزی است نقره‌ای رنگ و در  $650^\circ$  ذوب می‌شود. فلزی است سبک به وزن مخصوص  $1/75$ ، و به همین مناسبت به مصرف تهیه آلیاژهای بسیار سبک می‌رسد. استحکام این فلز کمتر از آلومینیم است ولی آلیاژهای آن بسیار محکمند و در ساختن هواپیماها و لکوموتیوها و سایر ماشینهای نقلیه بکار می‌روند.

دورالومین و مگنالیم آلیاژهای منیزیم هستند. منیزیم در هوا فاسد نمی‌شود زیرا از یک لایه نازک اکسید منیزیم پدید می‌آید که بقیه فلز را محافظت می‌کند.

۱- منیزیم در اکسیژن یا هوا با نور خیره کننده می‌سوزد.

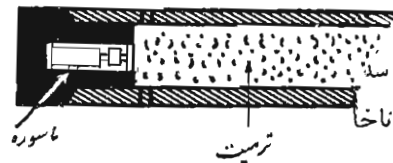
شیمیایی مشترک



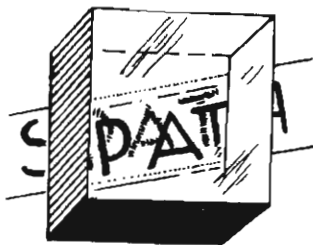
۲- چگونه

تغییر می‌یابد؟ جهت آن را در عکاسی شب و آتش بازی و ساختن بمبهای ۳- خواص عمومی. این بمبها که در جنگ جهانی دوم باعث ایجاد ۴- از محلول آبی و زیانهای فراوانی به شهرهای آباد وارد آوردند، مقدار و غلظت سود تغییر می‌یابد. ۵- تکه‌های سود سوزا (مخلوط خشک می‌شود و به پودر سفید منیم) در موقع اصابت به هدف ترمیت به کمک ۶- از تجزیه الکتریکی می‌آید.

نتیجه این عمل را با تجزیه الکتریکی ۷- دو طریقه تبدیل بیکربنات سدیم ۸- در کربنات سدیم مقلاری ناخا چگونه آن را جلا می‌کنند؟



۹-  $2/3$  گرم سدیم را در  $100$  گرم آب یک بمب آتشنا

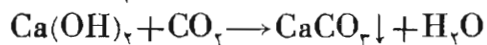


شکل ۱۴- از پشت بلور اسپات ایسلند اشیا مضاعف دیده می شوند

داشته و اشیا از پشت آن مضاعف دیده می شوند (شکل ۱۴). صدف نرم تنان نیز از کربنات کلسیم است.

**خواص** - کربنات کلسیم در آب خالص نامحلول است ولی در آبی که شامل گاز کربنیک باشد حل می شود.

**آزمایش** - جریانی از گاز کربنیک را در آب آهک وارد کنید، رنگ آن به علت تشکیل رسوب کربنات کلسیم کدر می گردد.

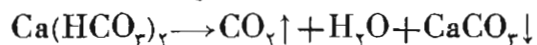


اثر گاز کربنیک را ادامه دهید، مشاهده می کنید که رسوب حل و محلول دوباره زلال می شود. در این عمل گاز کربنیک بر کربنات کلسیم نامحلول اثر کرده و تولید کربنات اسید یا بیکربنات کلسیم محلول می کند.



کربنات کلسیم که در آبها محلول است به این صورت است. اگر این محلول زلال را حرارت دهید، بیکربنات تجزیه شده و مجدداً رسوب کربنات کلسیم بدست می آید.

حرارت



درد سفیدی که در داخل سماور و دیگها و لوله های مجاری

سنگ آهک معمولی، گل سفید یا به صورت های متبلور مانند سنگ مرمر و کلسیت و غیره به مقدار فراوان دیده می شود. کلسیت که نوعی از آن را اسپات ایسلند می-

نامند خاصیت انکسار مضاعف نور

تلخ مزه و به عنوان مسهل بکار می رود. در طبیعت بیشتر با سولفاتهای قلیایی به صورت سولفات مضاعف همراه است.

۵- سیلیکاتهای منیزیم - تالک سیلیکات منیزیم آبدار است که به صورت پودر نرم برای بهداشت پوست بدن مصرف می شود.

پنبه کوهی یا آمیانت نیز سیلیکات منیزیم است که به صورت الیاف باریک از هم جدا می گردد و چون نمی سوزد با آن پارچه های نسوز می سازند که موارد استعمال زیادی دارد، یا آن را به عنوان عایق حرارت در ماشینها و دستگاههای حرارتی بکار می برند.

**طرز شناختن** - املاح محلول منیزیم با مخلوطی از کلرور امونیم و یک فسفات محلول تشکیل بلورهای سفیدرنگ فسفات امونیاکومنیزین ( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) می دهد و از این خاصیت برای شناختن ترکیبات منیزیم استفاده می کنند.



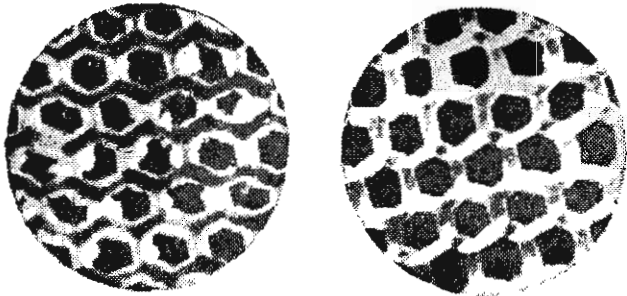
کلسیم و ترکیبات آن  
۱- کلسیم

این فلز در طبیعت به صورت ترکیبات مختلف از قبیل: کربنات، کلرور، فسفات و سولفات کلسیم وجود دارد. کلسیم خالص که از تجزیه الکتریکی کلرور کلسیم مذاب بدست می آید مورد استعمال صنعتی ندارد، فقط به مقدار کم با سرب برای تهیه آلیاژ مخصوصی جهت روپوش کابل های تلفن بکار می رود.

## ۲- کربنات کلسیم

کربنات کلسیم در طبیعت به صورت های مختلف بی شکل مانند

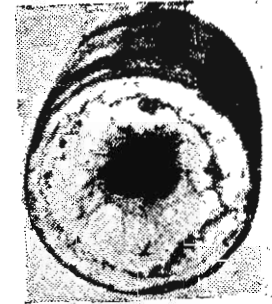
غازی نفوذ کند ، انیدرید کربنیک از دست داده و کربنات کلسیم آن از آب جدا و ته نشین می شود .  
در آب دارای املاح کلسیم صابون خوب کف نمی کند و قطعه قطعه از هم جدا می شود زیرا صابون که یکی از املاح محلول سدیم است تولید ملح نامحلول کلسیم می کند . آبی که املاح کلسیم و منیزیم به مقدار زیاد داشته باشد ، به آب سخت موسوم است و برای آشامیدن و شست و شو و بخصوص مصارف صنعتی مناسب نیست ، زیرا قشری که بر جدار دیگ یا داخل لوله ها تشکیل می شود ، علاوه بر اینکه مصرف سوخت را بالا می برد ، ممکن است مجاری باریک را مسدود کرده و سبب ترکیدن دستگاهها گردد . همچنین در صنعت نساجی اگر پارچه را در آب سخت با صابون شست و شو دهند ، رسوبی بر تار و پود پارچه تشکیل می شود که هنگام رنگرزی تولید زحمت می کند ( شکل ۱۷ ) .



شکل ۱۷- شکل سمت راست يك جوراب زنانه است که در آب خالص با صابون شست و شو داده اند . شکل سمت چپ همان جوراب است که در آب سخت با صابون شست و شو داده اند

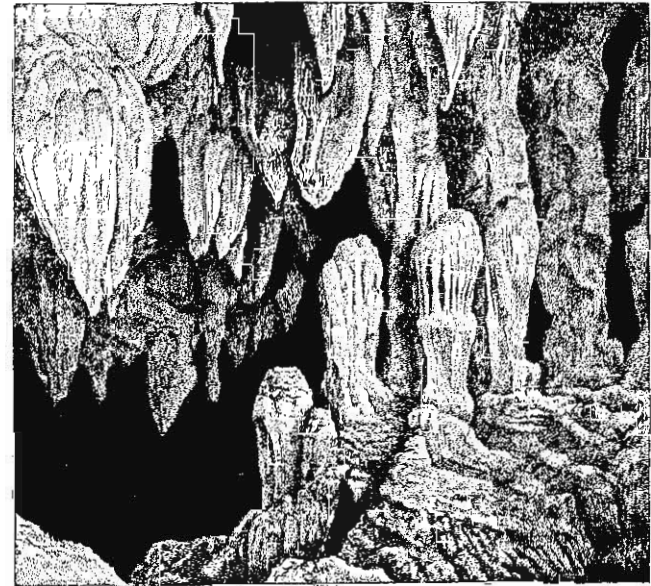
برای ملایم کردن این قبیل آبها کافی است کمی زاج آلومینیم یا

آب گرم کارخانه ها و حمامها تشکیل می شود همین رسوب کربنات کلسیم است ( شکل ۱۵ ) .



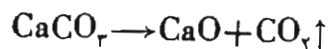
پیدایش ستونهای آهکی به نام استالاگمیت و استالاگمیت که در غارها مشاهده می شود ( شکل ۱۶ ) به این علت است که آب باران که محتوی گاز کربنیک است از زمینهای آهکی عبور کرده مقداری کربنات کلسیم را به صورت میکربنات کلسیم در خود حل می کند و چون به داخل

شکل ۱۵- رسوب کربنات کلسیم را در لوله ها نباید نادیده گرفت



شکل ۱۶- در غارها گاهی اوقات ستونهای عظیمی از رسوبهای آهکی تشکیل می شود

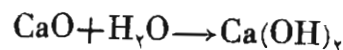
-۸۱-



عمل در کوره‌های استوانه‌ای بلند مطابق شکل ۱۸ انجام می‌گیرد که در آن از بالا بتدریج سنگ آهک می‌ریزند و از پایین حرارت می‌دهند و در خاتمه عمل از مجرای تحتانی کوره، آهک را خارج می‌کنند.

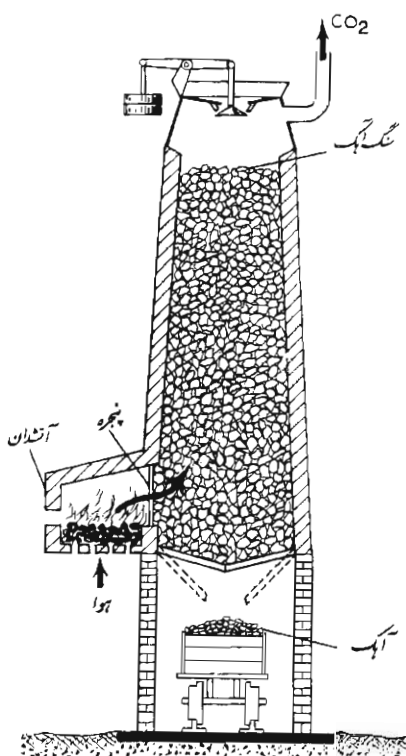
**خواص** - اکسید کلسیم که آن را آهک زنده هم می‌نامند ماده‌ای است جامد و سفید رنگ. میل ترکیبی آن با آب زیاد است. وقتی که بر روی یک قطعه آهک زنده قطره قطره آب بریزند، شکفته و نرم می‌شود و

ضمناً حرارت زیادی تولید می‌کند، بقسمی که مقداری از آب بخار می‌شود. ماده حاصل هیدروکسید کلسیم یا آهک مرده نام دارد.



اگر آهک مرده را در آب بریزند و به هم بزنند، مایع سفید رنگی بدست می‌آید موسوم به شیر آهک. از صاف کردن این مایع آب آهک حاصل می‌گردد.

هیدروکسید کلسیم بازی قوی ولی ضعیف‌تر از سود و پتاس است.

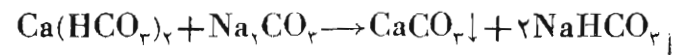


شکل ۱۸ - یک کوره آهک‌پزی

-۸۰-

شیمی پنجم طبیعی و ریاضی

نمک قلیا به آن اضافه نمایند تا املاح کلسیم و منیزیم محلول جدا شده، رسوب کنند.



در صنعت عمل ماییم کردن آب به وسیله ترکیباتی به نام زئولیت یا پرموتیت انجام می‌گیرد.

در شهرهای بزرگ که لوله‌کشی آب دارند، آب را قبل از توزیع در لوله‌ها در مخازن بزرگی وارد می‌کنند و در آنجا گل و لای و مواد معلق را رسوب داده، آب صاف را خارج می‌نمایند. ضمناً به راه‌های فیزیکی یا شیمیایی آن را ضد عفونی می‌کنند.

**مصارف کربنات کلسیم** - اقسام مختلف کربنات کلسیم مصارف زیادی دارد. سنگ مرمر برای ساختن مجسمه‌ها و تزیین بناها بکار می‌رود. سنگ آهک معمولی را می‌پزند و آهک بدست می‌آورند. برای تهیه سیمان نیز مصرف می‌شود.

### ۳- آهک

آهک را از قدیم می‌شناختند و آن را یک عنصر می‌پنداشتند. در سال ۱۸۵۷ میلادی **داوی** ثابت کرد که آهک همان اکسید کلسیم ( $\text{CaO}$ ) است.

**طرز تهیه** - برای تهیه آهک، سنگ آهک معمولی را تا ۱۵۰۰ درجه حرارت می‌دهند. کربنات کلسیم تجزیه و گاز کربنیک متصاعد می‌شود و آهک باقی می‌ماند.

۱- زئولیت ترکیب پیچیده‌ای از سیلیکات آلومینیم و سدیم است و پرموتیت نوع مصنوعی آن است.

استوانه‌ای عظیمی که حول محور افقی خود دوران می‌کنند ریخته و  $1400^{\circ}$  الی  $1500^{\circ}$  حرارت می‌دهند و پس از سرد شدن، آسیا کرده نرم می‌کنند و برای اینکه سیمان خیلی سرعت خود را نگیرد در حدود ۲ تا ۳ درصد گچ هم به آن می‌افزایند.

گاهی در طبیعت نیز سنگ آهک مخلوط با خاک رس به نسبت مناسب برای تهیه سیمان دیده می‌شود، در این صورت مخلوط را سیمان طبیعی می‌نامند و فقط کافی است آن را آسیا کرده بمصرف برسانند.

علت گرفتن و محکم شدن سیمان، کاملاً روشن نیست. بیشتر احتمال می‌دهند که بعضی از ترکیبات موجود در سیمان در اثر جذب آب متبلور و به مواد محکمی تبدیل می‌شوند.

**بتن معمولی و بتن مسلح** - بتن معمولی مخلوطی است از سیمان و شن و ماسه و آب، که به نسبت مخلوط برای هر مصرفی فرق می‌کند. بتن برای پی‌ریزی ساختمان بناها بکار می‌رود. گاهی برای افزودن استحکام، در بتن میله‌های فولادی می‌گذارند، در این صورت آن را بتن مسلح می‌نامند. مصرف این نوع بتن بیشتر در راهسازی، ساختمان پلها و تونلها و بناها و استحکامات است.

#### ۴- کلرور کلسیم

کلرور کلسیم ماده‌ای است جامد و سفید و متبلور به فرمول  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  و بسیار نم‌گیر. در اثر حرارت ابتدا آب تبلور خود را از

۱- نظر به اینکه سیمان که اولین بار در انگلستان تهیه شد به رنگ زردی شبیه به رنگ آهک ناحیه‌ای به نام پرتلند بود، آن را سیمان پرتلند نامیده‌اند.

**مصرف آهک** - مصرف مهم آهک برای ساختن بناست ولی در صنعت قندسازی و شمع‌سازی و تهیه امونیاک و پتاس و کاغذ و شیشه و سود سوزآور و نمک قلیا هم به مقدار زیاد بکار می‌رود و همچنین در تصفیه آب و تهیه کرپور کلسیم و کلرور دوشو نیز مصرف می‌شود. ضمناً در کشاورزی برای دفع حشرات و آفت‌های نباتی و خنثی کردن زمینهای زراعتی که اسیدی هستند مصرف می‌شود.

**مرتیه<sup>۱</sup> و سیمان** - مرتیه مخلوطی است از آب، آهک و شن. آهک آب‌دیده در مجاورت هوا بتدریج گاز کربنیک جذب کرده به کربنات کلسیم تبدیل شده و با شن تولید جسم محکمی می‌کند:



مرتیه هر چه بیشتر در مجاورت هوا بماند، سخت‌تر می‌شود و برای اینکه آهک کاملاً به کربنات تبدیل گردد چندین سال طول می‌کشد و به همین مناسبت است که شفته‌ریزی پیها و ملات آهکی بین آجرها بمرور بسیار محکم می‌شوند.

نقص بزرگ مرتیه آن است که در زیر آب نمی‌تواند سخت شود، چون در آب، گاز کربنیک کافی موجود نیست. امروزه با مصرف سیمان که اهمیت آن از لحاظ مصالح ساختمانی بعد از فولاد است، استعمال مرتیه تقریباً متروک شده است زیرا سیمان، هم در هوا و هم در آب محکم می‌شود.

برای تهیه سیمان، سنگ آهک را با مقدار لازم گل رس در کوره‌های

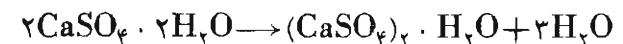
۱- مرتیه را در اصطلاح بنایی ساروج می‌نامند.

دست داده و سپس ذوب می‌شود. کلرور کلسیم بی‌آب به مقدار زیاد رطوبت جذب می‌کند و از این جهت برای خشک کردن گازها استعمال می‌شود، و نیز آن را در جاده‌های خاکی می‌باشند تا از بروز گرد و خاک جلوگیری شود.

این ملح در آب بسیار محلول است و ضمن حل شدن، برودت زیادی تولید می‌کند بقسمی که مخلوطی از دو قسمت یخ و سه قسمت کلرور کلسیم متبلور تا  $50^{\circ}$  - سرد می‌شود، در صورتی که مخلوط یخ و نمک طعام، فقط تا  $20^{\circ}$  - برودت تولید می‌کند.

#### ۵- سولفات کلسیم

سولفات کلسیم متبلور (سنگ گچ یا ژپس) به فرمول  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  در طبیعت وجود دارد. سنگ گچ را در کوره‌هایی مانند کوره‌های آهک‌پزی بین  $120^{\circ}$  تا  $180^{\circ}$  حرارت می‌دهند. قسمتی از آب تبلور آن تبخیر شده و گچ پخته بدست می‌آید.



گچ پخته را از کوره خارج کرده و نرم کوبیده و در جای خشک نگاهداری می‌کنند. اگر گچ پخته را با آب مخلوط کنند به فاصله چند دقیقه خود را گرفته و محکم می‌شود. در این عمل مقدار آبی را که در موقع پختن از دست داده بود، جذب کرده و به صورت سنگ گچ در می‌آید.



چون حجم گچ در موقع آب گرفتن زیاد می‌شود اگر قالب‌گیری

شود برجستگیها و فرورفتگیهای قالب را بخوبی پر می‌کند، به این جهت آن را در قالب‌گیری و ساختن مجسمه‌های گچی بکار می‌برند.

باید دانست که در پختن گچ، درجه حرارت کوره نباید از  $180^{\circ}$  تجاوز کند، زیرا در این صورت سولفات متبلور، تمام آب تبلور خود را از دست داده و بی‌خاصیت می‌شود. در اصطلاح می‌گویند که گچ سوخته است. اگر گچ کوبیده و نرم را با یک چسب غلیظ یا ژلاتین و پودر سنگ مرمر مخلوط کنند، خمیری بدست می‌آید موسوم به **استوکو** که پس از سفت شدن مانند مرمر صیقل پذیر می‌شود. استوکو را برای ساختن مجسمه‌های مرمر نما بکار می‌برند و گاهی مواد رنگی به آن افزوده و صفحات رنگین محکمی تهیه می‌کنند که برای پوشش داخل ساختمانها بکار می‌رود. تنها عیب استوکو آن است که در اثر باران خراب می‌شود، به همین جهت می‌توان آن را برای پوشش نمای داخلی عمارت مصرف نمود. نوع دیگری از استوکو که با مخلوطی از سیمان، ماسه و کمی آهک تهیه می‌شود کاملاً شبیه به مرمر است. با این امتیاز که در اثر بارندگی ضایع نمی‌شود، بنابراین صفحات آن را می‌توان برای تزئین نمای خارج بناها نیز بکار برد.

#### ۶- فسفات کلسیم

فسفات کلسیم  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  در طبیعت فراوان است و مخصوصاً در آمریکا و افریقای شمالی و روسیه زیاد یافت می‌شود و یکی از مواد لازم برای رشد نباتات و حیوانات محسوب می‌شود. مقدار فسفات کلسیم در

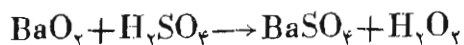
باریم مذااب بدست می آورند . خواص باریم بسیار شبیه به خواص کلسیم است و ترکیبات مهم آن عبارتند از :

### ۱- اکسید باریم

اکسید باریم ( $BaO$ ) مانند آهک از حرارت دادن شدید کربنات باریم بدست می آید و با آب تولید هیدروکسید باریم می کند .



اکسید باریم را اگر در هوای متراکم تا  $500^\circ$  حرارت دهند با اکسیژن هوا ترکیب شده تولید پراکسید باریم ( $BaO_2$ ) می کند . از تأثیر اسید سولفوریک رقیق بر پراکسید باریم پراکسید هیدروژن تشکیل می شود .



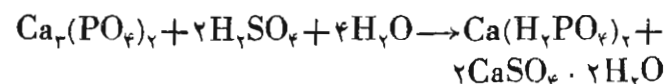
اکسیدهای باریم و استرنسیم را برای پوشش رشته‌های لامپهای رادیو بکار می برند ، زیرا میزان پخش الکترون رشته را بسیار زیاد می کند .

### ۲- هیدروکسید باریم

هیدروکسید باریم  $Ba(OH)_2$  از اثر آب بر اکسید باریم بدست می آید . بازی است قوی و بیش از هیدروکسید کلسیم در آب حل می شود . محلول سیر شده آن در آب را آب باریت می نامند .

گاز کربنیک با آن رسوب سفید کربنات باریم می دهد .

بدن يك شخص معمولی در حدود ۲ الی ۵ کیلوگرم است که استخوانها و دندانها را تشکیل می دهد ، بعلاوه فسفری که در ساختمان مغز و اعصاب بکار می رود از همین ملح تأمین می شود . کودهای فسفردار از فسفاتهای محلول تشکیل شده اند . فسفات کلسیم نامحلول است در صورتی که سوپر فسفات که از اثر اسید سولفوریک بر فسفات کلسیم حاصل می شود در آب محلول است و مستقیماً جذب گیاه می گردد .



باید دانست که یکی از مصارف عمده اسید سولفوریک ، برای تهیه همین سوپر فسفات است .

**اهمیت کلسیم در بدن -** وجود کلسیم در بدن برای رشد و استحکام استخوانها و دندانها لازم است . در خون مقدار کمی کلسیم یافت می شود که برای تنظیم اعمال اعضای مختلف بدن و رشد و استحکام استخوانها ضروری است . مبتلایان به امراض سل و تیفوس همیشه دچار کمبود کلسیم می شوند . احتیاج روزانه يك شخص معمولی به کلسیم در حدود يك گرم است که بیشتر از غذاهایی مانند شیر و لبنیات تأمین می گردد .



### باریم و ترکیبات آن

باریم به صورت املاح نامحلول خود مانند سولفات یا کربنات باریم در طبیعت وجود دارد . باریم فازی را از تجزیه الکتریکی کلرور



## ۳- سولفات باریم

سولفات باریم نمکی است سفیدرنگ، سنگین، با ثبات و نامحلول در آب و چون اشعه ایکس را بسختی از خود عبور می‌دهد، برای رادیوگرافی دستگاه گوارش مقداری از آن را در آب می‌ریزند و به هم زده قبلاً به بیمار می‌خورانند. مصرف مهم این نمک در نقاشی و صنعت کاغذ سازی است.

۴- املاح دیگر باریم عبارتند از: **کربنات باریم** که آن هم سفید و نامحلول در آب است و برای تهیه سایر ترکیبات باریم مصرف می‌شود. **کلرور باریم** که با دو مولکول آب متبلور می‌شود  $(BaCl_2 \cdot 2H_2O)$  و در آب محلول است. **نیترات باریم**  $Ba(NO_3)_2$  نیز سفیدرنگ و متبلور و در آب محلول است و در آتش بازی برای ایجاد رنگ سبز بکار می‌رود.

**طرز شناختن عملی یونهای کلسیم، باریم، استرنسیم -**  
ترکیبات کلسیم عموماً سفیدرنگند و رنگ شعله را قرمز نارنجی می‌کنند. اکسالات امونیم با املاح محلول کلسیم رسوب سفید اکسالات کلسیم می‌دهد که در آب و محلول جوهر سر که نامحلول است ولی در اسیدهای معدنی محلول است. اغلب ترکیبات باریم نیز سفیدرنگند ولی شعله را سبزرنگ می‌کنند. نمکهای محلول باریم با محلول رقیق اسیدسولفوریک یا سولفاتهای محلول رسوب سفید سولفات باریم می‌دهند که در اسیدها نیز نامحلولند. نمکهای باریم با محلول کرومات پتاسیم رسوب زرد کرومات باریم می‌دهند که در محلول جوهر سر که رقیق نامحلول است.

ترکیبات استرنسیم رنگ قرمز قشنگی به شعله می‌دهند و از این رو بیشتر به صورت نیترات در آتش بازی و تهیه نور قرمز بکار می‌روند. ترکیبات محلول استرنسیم با محلول اشباع شده سولفات کلسیم رسوب سفید سولفات استرنسیم می‌دهند.

## تمرین و مسئله

- ۱- با توجه به موقعیت فلزات قلیایی خاکی در جدول تناوبی عناصر، خواص شیمیایی مشترک آنها را شرح دهید.
  - ۲- چگونه و چرا فعالیت شیمیایی فلزات قلیایی خاکی با افزایش عدد اتمی تغییر می‌یابد؟
  - ۳- خواص عمومی نیدروکسیدها و نمکهای فلزات قلیایی خاکی را شرح دهید.
  - ۴- معادله واکنشهای را بنویسید که به کمک آنها می‌توان تبدیلات زیر را انجام داد:
- $$CaCl_2 \rightarrow Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaCl_2$$
- ۵- رسوبی که بر اثر جوشاندن آبهای طبیعی حاصل می‌شود، چیست؟
  - ۶- سختی آب چیست و چگونه آب سخت را ملایم می‌کنند؟
  - ۷- سختی کلام بیشتر است. آب باران یا آب رودخانه؟ چرا؟
  - ۸- چرا در آب رودخانه بیکربناتهای کلسیم و منیزیم وجود دارد؟
  - ۹- چهار نمک کربنات سدیم، گل سفید، سولفات سدیم و ژپس موجود است. آیا می‌توان فقط به کمک آب و اسید نیتريك، این نمکها را از یکدیگر تمیز داد؟ آیا ممکن است آزمایش را فقط با استفاده از اسید انجام داد؟
  - ۱۰- برای تهیه سولفات امونیم، ژپس را در آب ریخته به هم می‌زنند و در آن گاز امونیاک و گاز کربنیک وارد می‌کنند. معادله شیمیایی تهیه

## فصل هفتم

-۹۰-

سولفات امونیم را از این راه بنویسید .

۱۱- بلورهای کلرور باریم  $۱۴/۸$  درصد آب تبلور دارد . فرمول بلور را معین کنید .

۱۲- به  $۱۰۰$  سانتیمتر مکعب محلول نمک کلسیم مقداری زیاد محلول کربنات سدیم افزودیم . رسوب تولید شده را جدا کردیم و سپس آن را تکلیس کردیم ،  $۰/۲۸$  گرم باقی ماند . در هر لیتر این محلول چند یون گرم کلسیم موجود است ؟

۱۳- بر  $۱۰۰$  سانتیمتر مکعب آب آهک به غلظت  $۱$  گرم تیدروکسید کلسیم در لیتر محلول جریانی از گاز کربنیک اثر می دهیم . چه حجم از این گاز برای تولید رسوب کامل و چه حجم دیگر از این گاز برای حل آن رسوب لازم است ؟

۱۴- نسبت وزنی کربنات کلسیم تجزیه شده به کربنات کلسیم موجود در سنگ آهک قبل از پختن را درجه پخت می نامند . در یک نمونه آهک پخته در مقابل  $۸۸$  قسمت وزنی اکسید کلسیم  $۹$  قسمت وزنی کربنات کلسیم تجزیه نشده باقی مانده است . درجه پخت سنگ آهک را حساب کنید .

۱۵- مقدار  $۲/۰۳$  گرم کلرور منیزیم متبلور را در کمی آب حل کرده و حجم محلول را به یک لیتر رساندیم .  $۱۰۰۰۰$  آن را برداشته و بر روی آن محلول نیترات نقره اثر دادیم . رسوبی به وزن  $۰/۲۸۷$  گرم حاصل شد . تعیین کنید :

اولاً ، وزن کلرور منیزیم بی آب را در نمونه متبلور انتخاب شده .

ثانیاً ، اگر فرمول کلرور منیزیم متبلور را  $MgCl_2 \cdot nH_2O$  فرض

کنیم مقدار عددی  $n$  چقدر است ؟

## عناصر گروه VIII

## ۱- فلزات خانواده آهن

این فلزات شامل آهن و نیکل و کبالت می باشند که در گروه VIII جدول طبقه بندی عناصر قرار گرفته اند . جرم اتمی این عناصر به هم نزدیک بوده و خواص شیمیایی آنها به هم شبیه هستند . ترتیب لایه های الکترونی آنها در جدول زیر مشاهده می شود :

عنصر	وزن اتمی	ترتیب لایه های الکترونی			
Fe	۵۵/۸۵	۲	۸	۱۴	۲
Co	۵۸/۹۴	۲	۸	۱۵	۲
Ni	۵۸/۶۹	۲	۸	۱۶	۲



آهن = ۵۶  
فولاد - چدن

آهن را از خیلی پیش می شناختند . مصریان و آشوریها اولین اقوامی بودند که در  $۱۵۰۰$  سال قبل از میلاد آهن را استخراج کرده اند . آنان سنگ معدن آهن را با زغال چوب مخلوط کرده حرارت می دادند

ولی چون قادر به تهیه حرارت‌های زیاد نبودند آهنی ناخالص و متخالل بدست می‌آوردند و با آن اسلحه و گاو آهن و چاقو و غیره تهیه می‌کردند. در انگلستان صنعت استخراج آهن در قرون ۱۵ و ۱۶ میلادی بسرعت پیشرفت نمود. در آنجا نیز ابتدا زغال چوب بکار می‌بردند، ولی مصرف زیاد چوب لطمه بزرگی به صنعت کشتی‌سازی آنها می‌زد. از این جهت در قرن ۱۷ زغال سنگ استعمال کردند ولی این زغال هم به علت دود و گازهای قابل اشتعال فراوان که هنگام سوختن تولید می‌نمود مورد توجه قرار نگرفت. عاقبت در قرن ۱۸ به جای آن زغال کک بکار بردند و تحولی در استخراج آهن ایجاد نمودند.

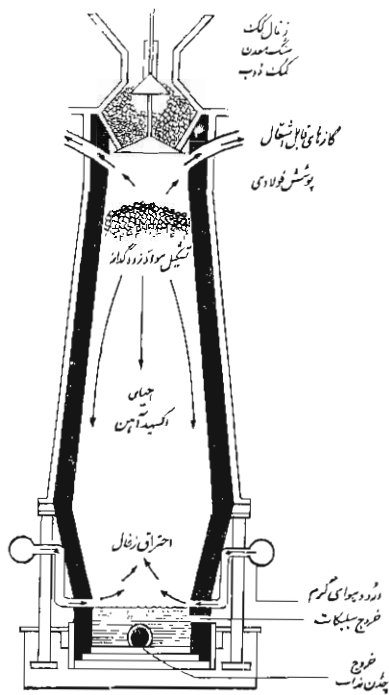
**سنگ معدن آهن** - آهن یکی از فراوانترین عناصر روی زمین است که تقریباً ۵٪ قشر جامد زمین را تشکیل می‌دهد. سنگهای معدن آهن در تمام نقاط زمین پراکنده هستند و مهمترین آنها عبارتند از هماتیت<sup>۱</sup> یا اکسید فریک ( $Fe_2O_3$ ) و لیمونیت<sup>۲</sup> یا اکسید فریک آبدار ( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) و ماگنتیت<sup>۳</sup> یا اکسید مغناطیسی ( $Fe_3O_4$ ). سنگهای دیگری از آهن نیز وجود دارند که کمتر اهمیت دارند، مانند سیدریت<sup>۴</sup> یا کربنات آهن ( $FeCO_3$ ) و پیریت<sup>۵</sup> یا سولفور طبیعی آهن ( $FeS_2$ ).

در ایران نیز معادن آهن فراوان است و می‌تواند نیازمندیهای صنایع ذوب آهن ایران را تأمین کند.

استخراج آهن از سنگ معدن در برجهای مرتفعی به نام کوره‌های

- |             |             |              |
|-------------|-------------|--------------|
| ۱- Hématite | ۲- Limonite | ۳- Magnetite |
| ۴- Siderite | ۵- Pyrite   |              |

بلند انجام می‌گیرد. محصول اولیه کوره چدن است که از آن آهن و فولاد بدست می‌آورند.



### کوره بلند، برج مرتفعی

است به شکل دو مخروط ناقص که از قاعده‌های بزرگتر به هم متصل و مجموعاً بر روی پایه استوانه‌ای شکل استوار شده‌اند (شکل ۱۹). ارتفاع کوره متجاوز از ۳۵ متر و قطر شکم آن تا ۷ متر می‌رسد.

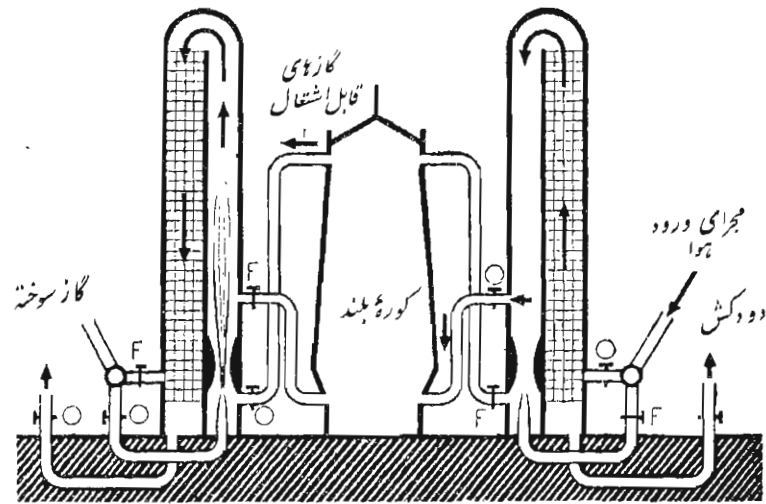
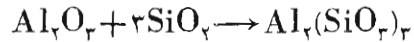
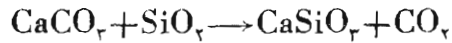
استخوان بندی کوره از تیرهای فولادی است که از قسمت خارج با صفحات ضخیم فولاد و از داخل با آجر نسوز مفرّوش است. از بالای کوره مرتباً مخلوطی از زغال

شکل ۱۹- مقطع يك كوره بلند كك و سنگ معدن و يك ماده كك ذوب که معمولاً سنگ آهک یا سیلیس است می‌ریزند و از پایین هوای متراکم و گرم وارد می‌کنند. در کوره‌های بلند اعمال زیر انجام می‌گیرد:

ابتدا سنگ معدن در گرمای بالای کوره که دمای آن در حدود  $450^{\circ}$  است خشک می‌شود. اگر کربنات آهن در آن موجود باشد، کربنات تجزیه شده به اکسید آهن تبدیل می‌گردد. در پایین کوره هوای گرم، زغال کک را سوزانده گاز کربنیک می‌دهد.

-۹۵-

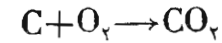
می‌کند که چون سبکترند در سطح چدن مذاب قرار گرفته و از مجرای  
بخصوص که در شکل ۱۹ نشان داده شده است خارج می‌شوند .



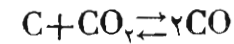
شکل ۲۱- وضع کوره بلند و رگوراتورهای آن

در گازهای گرمی که از بالای کوره خارج می‌شود تا حدود ۲۰٪  
اکسید کربن موجود است . به این جهت این گاز را به هدر نمی‌دهند و  
نیمی از آن را به مصرف سوخت موتورهای کارخانه از قبیل موتور برق  
و تراکم هوا و غیره می‌رسانند و نیم دیگر را با هوا مخلوط کرده به  
برجهای وسیع و بلندی موسوم به رگوراتور ( شکل ۲۰ ) برده آتش  
می‌زنند . جدار داخلی این برجهای نیز با آجر نسوز مفروش است . دمای  
احتراق تا ۱۰۰۰° می‌رسد بقسمی که جدار برج سرخ می‌شود . در این  
موقع هوای خارج را به داخل این برج وارد می‌کنند . این هوا تا حدود

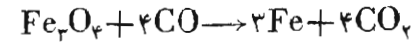
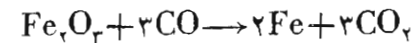
-۹۴-



در حوالی شکم کوره که درجه حرارت آن بسیار زیاد است، زغال  
گاز کربنیک را احیا کرده اکسید کربن می‌دهد .

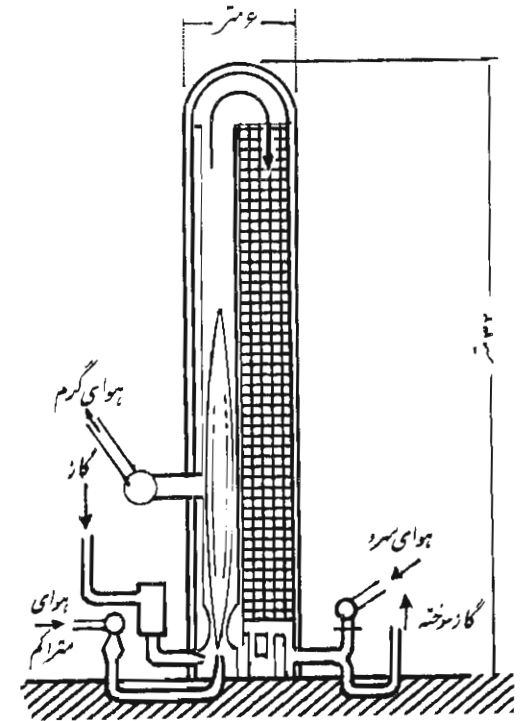


این گاز که احیا کننده است به کمک خود زغال کک ، اکسیدهای  
آهن را احیا کرده آهن آزاد می‌شود .



در درجه حرارت  
زیاد کوره که تا  
۱۵۰۰° می‌رسد، آهن  
مذاب مقداری زغال  
را در خود حل کرده  
تشکیل چدن می‌دهد  
که از پایین کوره  
خارج می‌شود .

سنگ آهک  
یا سیلیس با مواد  
خارجی سنگ معدن  
که معمولاً سیلیس  
( $\text{SiO}_2$ ) یا آلومین  
( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) هستند در



شکل ۲۰ - رگوراتور

درجه حرارت شدید کوره تولید سیلیکاتهای کلسیم و آلومینیم زودگداز

۸۰۰ درجه گرم می‌شود و همین هوای گرم است که با فشار زیاد وارد کوره بلند می‌شود. به این ترتیب درجه حرارت داخل کوره بالا می‌رود و در نتیجه مقدار قابل ملاحظه‌ای در سوخت کارخانه صرفه جویی می‌شود.

تعداد رکوپراتورها معمولاً زوج است بقسمی که همیشه یکی در حال گرم شدن و دیگری در حال گرم کردن هواست (شکل ۲۱).

**اقسام چدن** - محصول کوره بلند چدن است که از ۲/۵ الی ۵ درصد کربن و سیلیسیم و منگنز و فسفر و کمی گوگرد دارد و اگر آن را بملايمت سرد کنند چدن خاکستری بدست می‌آید که چون پس از ذوب بخوبی سیال می‌شود به مصرف ریخته‌گری و قالب‌گیری قطعات ماشین مانند موتور اتوموبیل و چرخ‌طیار و تلمبه‌های آب و غیره می‌رسد. ولی اگر چدن را پس از خروج از کوره بلند ناگهان سرد کنند چدن سفید بدست می‌آید که بسیار سخت و محکم ولی شکننده است و بعلاوه پس از ذوب جسم خمیری شکلی می‌دهد، بنابراین به درد قالب‌گیری و کارهای صنعتی نمی‌خورد. این چدن منحصراً برای تهیه فولاد مصرف می‌شود.

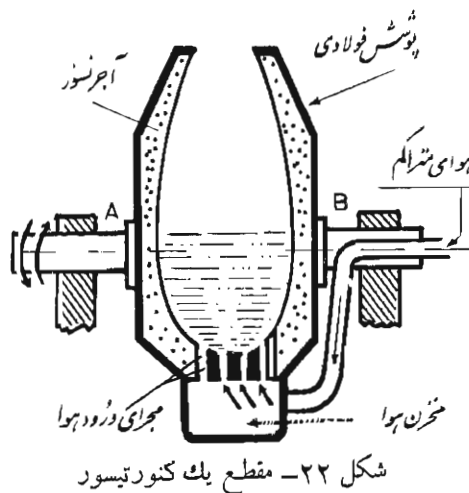
**فولاد** - قریب ۹۰٪ مصرف آهن دنیا به صورت فولاد است که در صنایع کشتی‌سازی و اتوموبیل‌سازی و لوکوموتیوسازی و تهیه دکل‌های چاه نفت و ساختن موتورهای برق و ریل‌های راه آهن و بسیاری از ادوات صنعتی بکار می‌رود. صنعت اتوموبیل بتنهایی ۲۰٪ فولاد دنیا را مصرف می‌کند.

**تهیه فولاد** - فولاد که یکی از مهمترین محصولات صنعتی بشمار

می‌رود آهنی است که تا ۲ درصد زغال همراه دارد. فولاد را از چدن تهیه می‌کنند و این عمل به دو طریق انجام می‌گیرد:

### ۱- طریقهٔ بسمر<sup>۱</sup> و توماس<sup>۲</sup> - در این طریقه جریانی از هوا

را وارد چدن مذاب می‌نمایند. گوگرد و فسفر و قسمت مهمی از کربن آن سوخته و فولاد بدست می‌آید. حرارت حاصل از احتراق این مواد به اندازه‌ای است که فولاد را به حالت مذاب نگاه می‌دارد. عمل درقرعهای بزرگ فولادی به نام کنورتیسور<sup>۳</sup> انجام می‌گیرد که از خارج با صفحات فولاد پوشیده شده و از داخل با آجر نسوز مفروش است. این قرع مطابق شکل ۲۲ به دور یک محور افقی حرکت نوسانی می‌کند و از مجرایی که



درپایین آن تعبیه شده هوای گرم و متراکم وارد می‌کنند و درمواقع معین قرع را کج کرده و مقدار لازم از عناصر دیگری که ذکر شد به آن می‌افزایند. عمل ۱۵ دقیقه طول می‌کشد و کارگران از روی رنگ شعله که از دهانه

۱- Sir Henry Bessemer مهندس و مخترع انگلیسی (۱۸۱۳-)

(۱۸۹۸) که طریقهٔ خاصی برای تهیهٔ فولاد از چدن طرح کرد.

۲- Gilchrist Thomas (۱۸۸۵ - ۱۸۵۰) متخصص تصفیهٔ

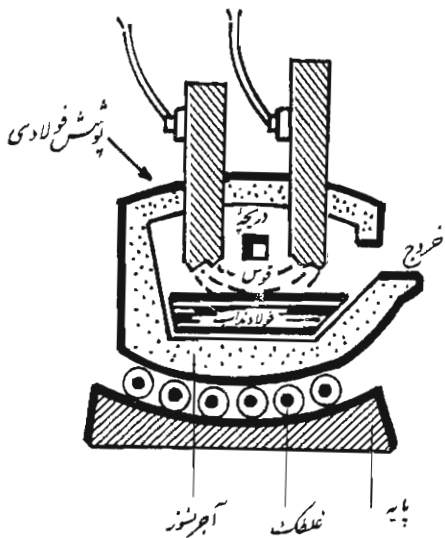
فلز و مخترع انگلیسی که روش از بین بردن فسفر در طریقهٔ بسمر را کشف کرد.

۳- Convertisseur

-۹۹-

زغال و ناخالصیها سوخته و خارج می‌شوند. عمل در کوره بزرگی مطابق شکل ۲۴ انجام می‌گیرد که داخل آن از گل آتشیخوار پوشیده شده و بر حسب آنکه سنگ معدن دارای سیلیس یا آهک باشد سطح داخلی کوره را با پوششی از آهک یا سیلیس اندود می‌کنند. حالت اول را طریقه بازی و حالت دوم را روش اسیدی تهیه فولاد می‌نامند. این کوره با سوختن گاز گرم می‌شود. در عمل مخلوط گاز و هوا را گرم نموده به داخل کوره می‌فرستند و آتش می‌زنند.

گازهای سوخته را که حرارت زیادی دارند بنوبت از کوره‌های مشبکی شبیه به رکوپراتور عبور می‌دهند و از گرمای آن برای گرم کردن مخلوط هوا و گاز که برای سوختن به داخل کوره هدایت می‌شود استفاده می‌کنند.



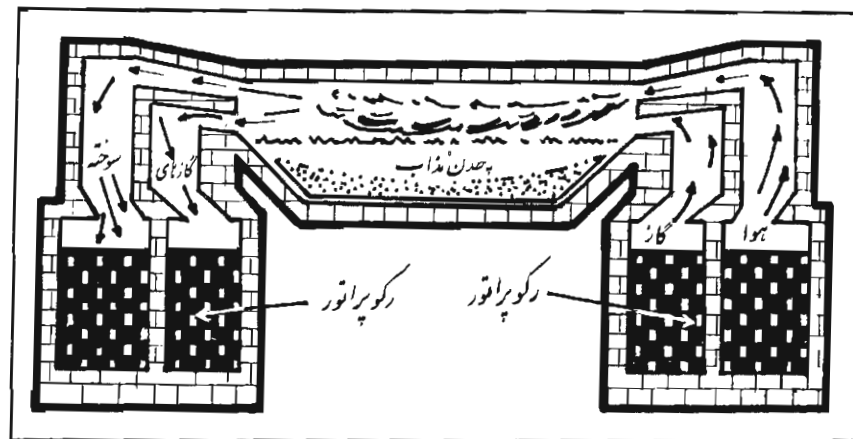
عمل مدت ۱۵ ساعت طول می‌کشد و هر بار ۱۵۰ الی ۲۰۰ تن فولاد بدست می‌آید. باید دانست که فولاد طریقه بسم ارزاتر و با صرفه‌تر از فولادی است که شکل ۲۵- کوره الکتریکی برای تهیه فولاد در طریقه مارتن بدست می‌آید. برای تهیه فولادهای عالی که در ساختمان هواپیماها و هسته آهنربا و یاتاقان و سوپاپ ماشینها و اقسام مختلف فولادهای زنگ نزن بکار می‌روند به روش الکتریکی عمل می-

-۹۸-

قرع زیاد می‌کشد، پایان عمل را می‌فهمند. در این مرحله قرع را مجدداً کج کرده فولاد را خارج می‌کنند (شکل ۲۳). در هر دفعه از کوره بسم ۳۰ الی ۴۰ تن فولاد بدست می‌آید.



شکل ۲۳- مراحل مختلف عمل یک کوره بسم در تهیه فولاد از چپ به راست :  
 ۱- ورود چدن در کوره ۲- حرارت ۳- ورود مواد لازم ۴- حرارت ۵- خروج فولاد  
 ۲- طریقه مارتن ۱- در این طریقه که بیشتر رواج دارد فولاد مرغوب تهیه می‌شود. طرز عمل این است که به چدن مذاب مقدار لازم



شکل ۲۴- کوره مارتن

اکسید آهن یا آهن زنگ زده افزوده و تا ۱۷۰۰ درجه حرارت می‌دهند.

۱- Pierre Emile Martin (۱۹۱۵-۱۸۲۴) مهندس فرانسوی و مخترع طریقه مخصوصی برای تهیه فولاد از چدن که به نام خود او معروف است.

$Fe_2C$  در می آید. وجود این کربور در فولاد باعث سختی و استحکام آن می شود. اگر فولاد سرخ شده را ناگهان در آب سرد یا مایعات دیگر فرو بریم کربور آهن مجال تجزیه شدن را پیدا نخواهد کرد. در این صورت فولاد حاصل سخت و محکم ولی شکننده خواهد بود. بالعکس اگر فولاد را در مجاورت هوای معمولی بملايمت سرد کنیم کربور آهن تجزیه شده و گرافیت آزاد می گردد. در این صورت فولاد نرم بدست می آید. سرد کردن فولاد هر چه سریعتر انجام گیرد سختی و شکنندگی آن بیشتر خواهد بود، بعلاوه درجه حرارتی که برای گرم کردن و سرد کردن فولاد اختیار می شود در نوع فولاد حاصل مؤثر است. مثلاً اگر فولاد را تا  $280^\circ$  گرم کرده و یکدفعه سرد کنیم خاصیت فنری پیدا خواهد کرد. به این ترتیب می توان هر نوع فولاد آب داده ای که مورد نیاز باشد تهیه نمود.

**اهمیت فولاد - مصرف فولاد** هر کشور نماینده اهمیت اقتصادی و سیاسی آن کشور است. مکانیزه شدن صنایع و کشاورزی و مسئله تسلیحات نیازمندیهای بشر را به فولاد روز بروز بیشتر نموده است.

**آهن -** برای تهیه آهن معمولی چدن مذاب را در کوره روربر با مقدار کافی آهن زنگ زده حرارت می دهند تا تمام ناخالصیهای آن سوخته و خارج شوند. عمل یک ساعت و نیم طول می کشد و آهن مذاب به صورت خمیری چسبنده بدست می آید که پس از سرد شدن به شکل توده متخلخل در می آید. در این موقع قطعات بزرگ آهن را در حالی که هنوز سرخ است در زیر چکشهای بزرگ برقی می کوبند تا هم فشرده و محکم شود و هم ناخالصیهای آن به صورت جرقه خارج گردد. این

کنند. در این طریقه حرارت لازم به کمک قوس الکتریک تأمین می شود (شکل ۲۵) و چون مراقبت این قبیل کوره ها آسانتر است، دقت عمل بیشتر و نوع فولادی که از این راه تهیه می شود مرغوبتر است.

**فولادهای مخصوص -** اغلب برای آنکه خواص متنوعی به فولاد بدهند کم یا بیش از سایر عناصر از قبیل نیکل، کروم، منگنز، تنگستن، مولیبدن، و وانادیم و غیره به آن می افزایند. به این ترتیب اقسام متعدد فولاد بدست می آید که هر یک در موارد خاصی بکار می رود و مجموعاً قریب ۸۰٪ فولاد مصرف امروزی را تشکیل می دهد.

فولادی که برای ساختن کارد و چنگال بکار می رود و در مقابل ترشیها فاسد نمی شود ۱۴٪ کروم دارد. بیشتر فولادهای زنگ نزن امروزی که به مصارف مختلف می رسند شامل ۱۸٪ کروم و ۸٪ نیکل و کمی سیلیسیم هستند.

هر قسمت اتوموبیل از یک نوع فولاد مخصوص ساخته می شود. محور اتوموبیل از فولاد کروم دار، فنر آن از فولاد شامل کروم و وانادیم، موتور آن از فولاد نیکل دار و میل لنگ آن از فولاد شامل مولیبدن تهیه می شود. اگر ۱۰٪ منگنز به فولاد بیفزایند بسیار سخت و بادوام می شود. با افزودن تنگستن و مولیبدن به فولاد مقاومت آن را، حتی در درجات حرارت زیاد، بالا می برند.

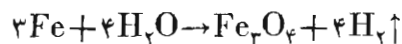
فولاد نیکل دار ضریب انبساط حرارتی ناچیزی دارد ولی در عوض خاصیت مغناطیسی آن قابل توجه است.

**آب دادن فولاد -** خواص فولاد بستگی به مقدار کربن آن دارد. معمولاً در اثر حرارت، جزئی از کربن فولاد به صورت کربور آهن

جرقه می سوزد و همین اکسید حاصل می شود (شکل ۲۶).

**اثر بخار آب - آهن در حرارت قرمز بخار آب را احیا کرده**

ئیدروژن آزاد می کند (شکل ۲۷).



**اثر رطوبت - آهن در هوای نمناک بملایت اکسید شده زنگ**

می زند. گاز کربنیک موجود در هوا به این عمل کمک می کند. آهن تجارته

که شامل کمی کربن است زودتر از آهن خالص زنگ می زند. زنگ

آهن ترکیب درهمی است که فرمول آن را می توان  $Fe_3O_4 \cdot xH_2O$

دانست.

برخلاف اکسید روی و اکسید آلومینیم که به فلز چسبیده آن را

از فساد حفظ می کنند، زنگ آهن پوششی است متخلخل و باسانی کنده

می شود، بنابراین بقیه فلز را از زنگ زدن حفظ نمی کند. به همین

مناسبت برای محافظت آهن از زنگ زدن تدابیری به شرح زیر بکار

می بندند:

۱- سطح آهن را از یک فلز فساد ناپذیر می پوشانند. مثلاً آن

را در روی مذاب یا در قلع مذاب فرو می برند که در حالت اول آهن

سفید و در حالت دوم حلبی بدست می آید یا آنکه آهن را آب نیکل

یا آب کروم می دهند.

۲- اشیای آهنی را لعاب می دهند (ظروف لعابی). برای این کار

آنها را از لعابی پوشانده و مانند چینی در کوره می پزند تا لعاب ذوب شده

و آهن را بپوشاند.

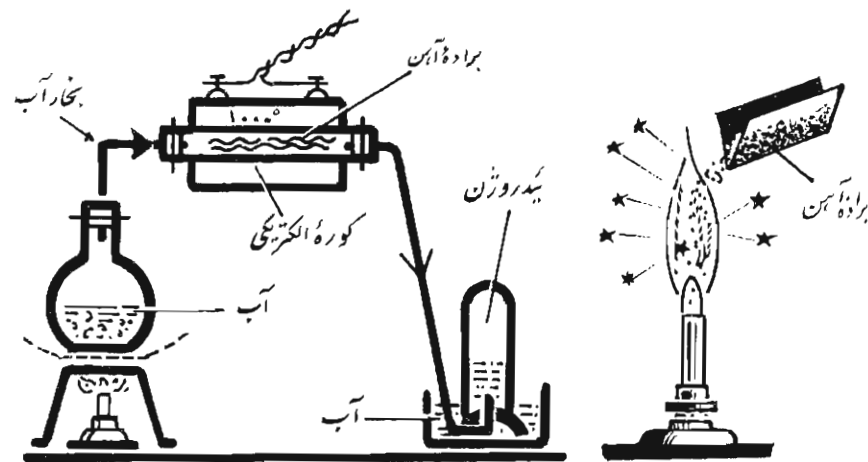
۳- سطح آهن را با رنگ یا سرنج یا روغنهای معدنی می پوشانند.

آهن را که هنوز مقدار کمی کربن و مواد خارجی دیگر دارد آهن تجارته می نامند.

آهن خالص را از الکترولیز املاح فرو بدست می آورند. آهن خالص بندرت در صنعت مصرف می شود. هسته مغناطیسهای الکتریکی و سیمهای آلات موسیقی را از آهن خالص می سازند.

**خواص آهن - آهن خالص فلزی است نقره ای رنگ و به وزن مخصوص ۷/۹ که در دمای ۹۰۰° نرم می شود و در این حالت بخوبی چکش خوار است. در درجات حرارت بالاتر ابتدا ذوب خمیری شده سپس در ۱۵۳۵° جاری می گردد.**

آهن میل ترکیبی زیادی دارد و بر بسیاری از غیر فلزات و اسیدها اثر می کند.



شکل ۲۷

شکل ۲۶

**اثر اکسیژن - آهن سرخ در اکسیژن سوخته و اکسید مغناطیسی**

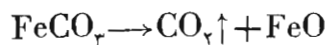
آهن  $Fe_3O_4$  می دهد. گرد آهن را اگر بر روی شعله بپاشند، همراه با



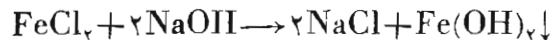
می‌شوند. بالعکس نمکهای فریک در اثر احیا کننده‌ها به نمکهای فرو تبدیل می‌شوند.

**ترکیبات فرو - مهمترین ترکیبات فرو عبارتند از:**

۱- **اکسید فرو FeO** - گردی است سیاه رنگ و از تجزیه کربنات یا اکسالات آهن در جایی که هوا نباشد نتیجه می‌شود.



۲- **نیدروکسید فرو Fe(OH)<sub>۲</sub>** - از اثر نیدروکسیدهای قلیایی بر محلول املاح محلول فرو بدست می‌آید. رنگ آن در مجاورت هوا سبز است.



۳- **سولفور آهن FeS** - از ترکیب آهن و گوگرد حاصل می‌شود، ماده‌ای است سیاه رنگ و برای تهیه سولفور نیدروژن مصرف می‌شود.

۴- **زاج سبز (سولفات فرو)** - ماده‌ای است متبلور و سبزرنگ به فرمول  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  که در مجاورت هوا آب تبلور خود را از دست داده و به گرد سفیدی تبدیل می‌شود. سولفات فرو احیا کننده است و محلول پرمنگنات پتاسیم را بیرنگ می‌کند. در پزشکی به عنوان ضد عفونی کننده و در کشاورزی برای دفع انگلهای نباتات بکار می‌رود. مصرف دیگر آن در ساختن جوهرهای نوشتنی است.

**ترکیبات فریک - مهمترین ترکیبات فریک عبارتند از:**

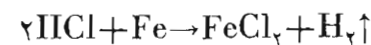
۱- **اکسید فریک Fe<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub>**، که اقسام مختلف آبدار و بی شکل

مثلاً نیرهای آهن را که در ساختمانها بکار می‌رود با گل اخری اندود می‌کنند.

**اثر کلر - آهن سرخ** در گاز کلر با دود قهوه‌ای رنگ سوخته کلرور فریک FeCl<sub>۲</sub> می‌دهد.

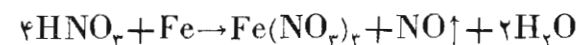
**اثر گوگرد - مخلوطی** از براده آهن و گل گوگرد به کمک حرارت ترکیب شده سولفور آهن FeS می‌دهد.

**اثر اسیدها - اسید کلریدریک** و اسید سولفوریک رقیق بر احوالی بر آهن اثر کرده گاز نیدروژن می‌دهند.



اسید سولفوریک غلیظ در سرما بر آهن اثر نمی‌کند به همین مناسبت آن را در بشکه‌های آهنی حمل و نقل می‌کنند.

اسید نیتریک رقیق بشدت بر آهن اثر کرده گاز NO می‌دهد.



اسید نیتریک غلیظ در شرایط معمولی بر آهن اثر ندارد و چنانچه یک میله آهنی را در اسید غلیظ فرو بریم پس از تأثیر جزئی عمل متوقف می‌شود و میله مزبور با اسیدهای رقیق هم واکنشی نشان نمی‌دهد. در این صورت گویند که آهن روئین شده است.

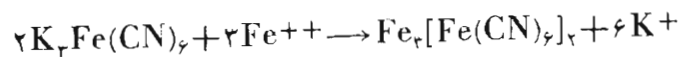
**ترکیبات آهن - ترکیبات آهن دو دسته‌اند:** دوزر فیتی یا فرو (Fe<sup>++</sup>) و سه ظرفیتی یا فریک (Fe<sup>+++</sup>). ترکیبات فرو عموماً احیا کننده و بی نباتند و در مجاورت اکسید کننده‌ها به ترکیبات فریک تبدیل

۱- این کلمه در مقابل اصطلاح **Passive** آورده شده است.

-۱۰۷-

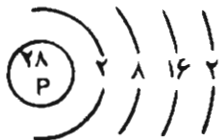
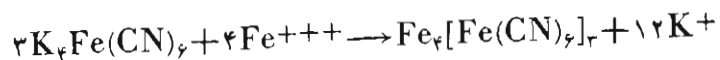


با فری سیانور پتاسیم رسوب آبی تیره فری سیانور فرو می دهند .



املاح محلول فریک با محلول سود و پتاس و امونیاک رسوب آجری رنگ ئیدروکسید فریک می دهند .

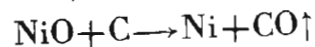
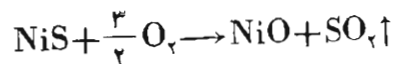
با فروسیانور پتاسیم رسوب آبی رنگ فروسیانور فریک ( آبی - پروس ) می دهند .



نیکل  $\text{Ni} = 58$

نیکل به حالت خالص در سنگهای آسمانی دیده شده و سنگ معدن مهم آن سولفور نیکل  $\text{NiS}$  است که با سولفور مس همراه است و بیشتر در کانادا یافت می شود . در ایران نیز از معدن انارک به مقدار کم نیکل استخراج می شود .

**استخراج -** سولفور نیکل را تشویه می کنند و اکسید نیکل حاصل را به کمک زغال کک یا گاز آب احیا می نمایند .



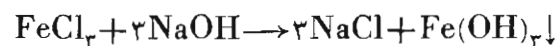
برای تصفیه نیکل از این خاصیت استفاده می کنند که اکسید کربن در حرارت معمولی با نیکل تولید مایع قراری می کند به نام

-۱۰۶-

آن در طبیعت موجود است و سنگ معدن آهن را تشکیل می دهند .

۲- **ئیدروکسید فریک**  $\text{Fe(OH)}_3$  ، گردی است به رنگ قرمز

آجری و از اثر ئیدروکسیدهای قلیایی بر نمکهای محلول فریک حاصل می شود .



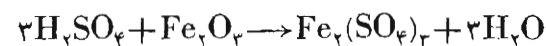
از اکسید کردن ئیدروکسید فرو نیز بدست می آید .

۳- **کلرور فریک**  $\text{FeCl}_3$  ، گردی است قهوه‌ای رنگ و در آب

محلول و از ترکیب آهن سرخ شده با گاز کلر بدست می آید . محلول آن را برای انعقاد و بند آوردن خون نیز بکار می برند .

۴- **سولفات فریک**  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ، که از اثر اسید سولفوریک بر

اکسید فریک یا از اکسید کردن سولفات فرو حاصل می شود .



۵- **نیترات فریک**  $\text{Fe(NO}_3)_3$  ، که از اثر اسید نیتریک بر آهن

بدست می آید .

**تشخیص یونهای فرو و فریک -** املاح محلول فرو با محلول

ئیدروکسیدهای قلیایی ، مانند سود و پتاس و امونیاک ، رسوب سفید ئیدروکسید فرو می دهند .

این رسوب در مجاورت هوا اول سبز شده و بالاخره کاملاً اکسید

شده آجری رنگ می شود . این عمل به وسیله پراکسید ئیدروژن سرعت

انجام می شود .

نیکل تتراکربنیل به فرمول  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  . این ماده در  $150^\circ$  حرارت تجزیه شده نیکل آزاد می‌گردد. نیکل بسیار خالص (۹۹/۹۵٪) را به راه الکترولیز بدست می‌آورند .

**خواص نیکل -** فلزی است نقره‌ای رنگ و چکش خوار و سخت و سیقل پذیر به وزن مخصوص ۸/۹ یعنی کمی سنگین تر از آهن . در  $1450^\circ$  ذوب می‌شود و چون در مجاورت هوا زنگ نمی‌زند ، برای محافظت اشیای آهنی یا سایر فلزات سطح آنها را آب نیکل می‌دهند . اسید سولفوریک و اسید کلریدریک بسختی بر نیکل اثر می‌کنند ، ولی اثر اسید نیتریک بر آن شدید است . بازها بر نیکل بی اثرند به همین مناسبت سود و پتاس را ممکن است در بوته‌های نیکلی ذوب کرد . گرد نیکل که از احیای اکسید نیکل بدست می‌آید یک کاتالیزور است و به کمک آن بسیاری از ترکیبات آلی را می‌توان با ئیدروژن ترکیب کرد .

**ترکیبات نیکل -** ترکیبات نیکل عموماً سبز خوش رنگند و مهمترین آنها یکی سولفات نیکل  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  و دیگری سولفات مضاعف نیکل و امونیم  $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  است . محلول این نمک را به عنوان الکترولیت در آب نیکل کاری مصرف می‌کنند .

**آب نیکل کاری -** استفاده از جریان الکتروسیته در آب فلز کاری و تصفیه فلزات از ابتدای قرن هجدهم شروع شد و سرعت توسعه یافت . همانطور که اشاره نمودیم منظور از آب فلز کاری آن است که هم اشیای فلزی از فساد و زنگ خوردگی محفوظ بمانند و هم ظاهر قشنگی داشته باشند . عمل در ظرف الکترولیزی انجام می‌گیرد که الکترولیت آن محلول نمکی است از فلزی که می‌پوشاند . یک ورقه از این فلز خالص

را در قطب مثبت و جسم آب دادنی را در قطب منفی می‌آویزند . شدت جریان پیوسته‌ای که برای این عمل بکار می‌رود بستگی به وسعت جسمی دارد که آب می‌دهند . ابتدا شیء را با گردنری می‌خوب ساییده ، تمیز و براق می‌کنند بطوری که اثری از جرم یا زنگ بر آن پیدا نباشد . بعد آن را در محلول نمک قلیا می‌جوشانند تا اثر چربی هم باقی نماند ، سپس بلافاصله با آب شست و شو داده در حمام الکترولیز فرو می‌برند .

الکترولیتی که برای آب نیکل کاری بکار می‌رود محلول ۵٪ سولفات مضاعف نیکل و امونیم است . پس از ختم عمل پوششی از نیکل تیره رنگ بر جسم قرار می‌گیرد که با مالش و پرداخت براق و خوش رنگ می‌شود . باید دانست که بیشتر اوقات اشیایی را آب نیکل می‌دهند که بعداً روی آن را آب کروم بدهند . قطعات فولادی را ابتدا آب مس و بعد آب نیکل و عاقبت آب کروم می‌دهند .

**آلیاژهای نیکل -** نیکل بیشتر به صورت آلیاژ مصرف می‌شود . قریب دو ثلث مصرف نیکل دنیا برای تهیه فولادهای نیکل‌دار است . آلیاژهای نیکل عموماً محکم و خوش رنگ و فساد ناپذیرند و مهمترین آنها عبارتند از :

۱- **مونل متال** ، آلیاژی است از نیکل و مس که از ۶۰ الی ۷۰ درصد نیکل دارد . رنگ آن سفید کمی متمایل به قرمزی است و برای تهیه لوازم آشپزخانه‌های مدرن بکار می‌رود . سکه‌های نیکلی هم یک نوع مونل متال است .

۲- **ورشو** ، که ۲۴٪ نیکل و ۱۹٪ روی و ۵۷٪ مس دارد ، آلیاژی است سفید و براق و بخوبی می‌توان سطح آن را آب نقره داد .

۳ انوار ، که فولادی است شامل ۳۶٪ نیکل و در اثر حرارت نسبتاً بهیچ‌شود .

۳- پرمالوی ، شامل ۸۰٪ نیکل و ۲۰٪ آهن است و خواص مغناطیسی شدیدی دارد و به همین مناسبت در ساختمان بوبینهای الکتریکی مصرف می‌شود .

### ۲= خانواده پلاتین

دسته دوم گروه هشتم شامل روتنیم Ru ، رودیم Rh و پالادیم Pd و دسته سوم شامل سد عنصر آسمیم ، ایریدیم و پلاتین است که در بین آنها فقط پلاتین را مطالعه می‌کنیم .

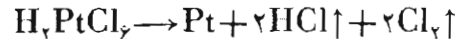


پلاتین یا طلای سفید در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شود ولی بیشتر با سایر فلزات گروه خود از قبیل ایریدیم و آسمیم و پالادیم همراه است . در ۲۰۰ سال پیش یکی از سیاحان اروپایی پلاتین را در کشور پرو مشاهده کرد . در آن موقع چون ارزش پلاتین هنوز بدرستی معلوم نبود آن را به منظور تقلب با طلا مخلوط می‌کردند . ولی پس از آنکه یک قطعه پلاتین را به اروپا آوردند و بدقت مطالعه کردند معلوم شد که فلز تازه‌ای است با خواصی عالی‌تر از خواص طلا . از این رو قیمت آن بسرعت بالا رفت و اکنون بیش از طلا ارزش دارد .

خواص - پلاتین فلزی است سفید نقره‌ای رنگ به وزن مخصوص ۲۱/۵ که در ۱۷۶۹ ذوب می‌شود . قابلیت مفتول شدن و تورق آن نسبتاً زیاد است . با پلاتین مفتولهایی به قطر  $\frac{1}{100}$  میلیمتر می‌سازند .

پلاتین در هوا فسادناپذیر است و اسیدها هم بر آن بی‌اثرند ، از این رو برای جوشاندن بسیاری از مواد شیمیایی بوت‌های پلاتینی بکار می‌برند .

پلاتین فقط در تیزاب سلطانی حل شده ترکیبی به نام اسید هگزا کلرو پلاتینیک می‌دهد . این اسید را اگر در روی پنبه نسوز حرارت دهند تجزیه شده گرد پلاتین باقی می‌گذارد که به‌عنوان کاتالیزور در تهیه اسید سولفوریک به‌طریقه مجاورتی مصرف می‌شود .



این نوع پلاتین گازها را به مقدار زیاد جذب می‌کند و این عمل همیشه با ایجاد حرارت همراه است . اگر در مخلوطی از گازهای اکسیژن و نیدروژن یک قطعه طلای سفید بیندازند ، مقداری از گازها جذب آن شده و حرارت حاصل پلاتین را سرخ می‌کند و پس از چند لحظه مخلوط گازها منفجر می‌شود . نیز اگر مفتول آغشته به‌گرد پلاتین را در بالای گازی احتراق پذیر بگیرند گاز خودبخود آتش می‌گیرد . به این ترتیب می‌توان از آن برای شعله‌ور کردن این گازها بدون احتیاج به کبریت استفاده نمود . همچنین محتمل است که تأثیر اسفنج طلای سفید در بعضی واکنشها مانند ترکیب SO<sub>۲</sub> با O<sub>۲</sub> یا اکسیداسیون NH<sub>۳</sub> به وسیله O<sub>۲</sub> بدعلت همین خاصیت پلاتین باشد .

-۱۱۳-

۱۳- تعیین کنید از سنگهای معدن آهن به صورت خالص کدامیک بیشتر آهن می‌دهد.

۱۴- از ۳/۳ تن اکسید فریک یک تن چدن شامل ۳٪ کربن حاصل شده است. تعیین کنید درجه خلوص سنگ معدن آهن را بر حسب اکسید فریک بی آب و آهن خالص.

۱۵- از سوختن ۵ گرم از یک نمونه فولاد در جریان اکسیژن ۱۱/۵ گرم گاز کربنیک تولید شده است. درصد کربن را در این نمونه حساب کنید.

۱۶- برای اندازه گیری گوگرد موجود در یک نمونه آهن ۵ گرم آن را می‌سوزانیم و گاز حاصل را با محلول ۵/۵ نرمال ید اندازه می‌گیریم، ۲ سانتیمتر مکعب از این محلول بکار می‌رود. درصد گوگرد این نمونه آهن را حساب کنید.

۱۷- از محلولی که شامل ۲۰۰ گرم سولفات فریک است گاز انیدرید سولفور عبور می‌دهیم. معین کنید اسید حاصل از این عمل با چه حجم سود نرمال خنثی می‌شود؟

۱۸- ۱۶ گرم اکسید آهن خالص را نرم کوبیده در لوله‌ای می‌ریزیم و حرارت می‌دهیم و از روی آن جریان اکسید کربن عبور می‌دهیم. پس از انجام واکنش مشاهده می‌شود که از وزن لوله ۴/۸ گرم کم شده است. معین کنید این اکسید کدامیک از اکسیدهای آهن است.

۱۹- محلولی است از پرمنگنات پتاسیم به غلظت  $\frac{1}{100}$  مولکول گرم در لیتر. چه حجم از این محلول برای اکسید کردن ۱۰ cc از محلول سولفات فرو به غلظت  $\frac{1}{30}$  مولکول گرم در لیتر لازم است؟

۲۰- یک گرم چدن را در اسید سولفوریک رقیق حل کرده و حجم محلول را به ۵۰ cc می‌رسانیم. بر ۱۰ cc آن قطره قطره از محلول پرمنگنات دسینرمال می‌ریزیم. مشاهده می‌شود که پس از مصرف ۴ cc / ۳۴ از این محلول، رنگ پرمنگنات دیگر زایل نمی‌گردد. معین کنید درجه خلوص چدن را.

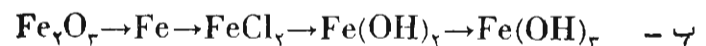
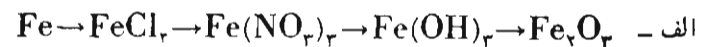
-۱۱۲-

شیمی پنجم طبیعی و ریاضی

مصارف پلاتین - یکی از مهمترین مصارف پلاتین استعمال آن در شیمی به عنوان کاتالیزور است. قریب ۳۵٪ پلاتین دنیا در جواهر سازی مصرف می‌شود. در جراحی آن را به جای استخوان قرار می‌دهند. در دندان سازی نیز مورد استعمال دارد.

### تمرین و پرسش

- ۱- آب دادن فولاد یعنی چه؟ فولاد آبدیده چه حسنی دارد و چه عیبی پیدا می‌کند؟
- ۲- در چه شرایطی آهن زنگ می‌زند؟
- ۳- چگونه آهن و فولاد را از زنگ زدن محافظت می‌کنند؟
- ۴- اقسام چدن را شرح دهید و موارد استعمال هر یک را ذکر کنید.
- ۵- فرق اساسی بین آهن و چدن و فولاد را شرح دهید.
- ۶- چرا باید آهن را از زنگ زدن محافظت نمود؟
- ۷- نام موادی را که در کوره بلند مصرف می‌شود ذکر کنید و واکنشهایی را که در آن انجام می‌گیرد بنویسید.
- ۸- طریقه مارتن چه مزیتی بر طریقه بسمر دارد؟
- ۹- واکنشهایی را بنویسید که به کمک آنها می‌توان این تبدیلات را انجام داد:



۱۰- آهن در آبهای طبیعی بیشتر به صورت بیکربنات آهن وجود دارد که تحت تأثیر اکسیژن هوا و آب بتدریج به تیدروکسید فریک و گاز کربنیک تبدیل می‌شود. معادله واکنش را بنویسید.

۱۱- نیکل تراکربنیل چیست، چگونه بدست می‌آید و چه مصرفی دارد؟

۱۲- مصارف مهم نیکل کدامند؟

## فصل هشتم

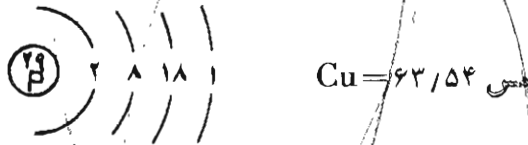
۲۱- مقداری زاج سبز را در آب حل می‌کنیم و بر روی محلول حاصل ابتدا مقداری زیاد آب کلو و سپس بقدر کافی محلول سود می‌ریزیم. رسوب حاصل را تکلیس می‌کنیم ۵/۲ گرم باقی می‌ماند. وزن سولفات فروی موجود در این مقدار زاج سبز را حساب کنید.

۲۲- ۵/۵۶ گرم زاج سبز ( $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) را در آب حل کردیم و به وسیله محلول پرمنگنات پتاسیم در محیط اسید سولفوریک اندازه گرفتیم. ۱۰۰ سانتیمتر مکعب محلول ۵/۰۴ مولکول گرم پرمنگنات در لیتر برای اکسید کردن سولفات فروی موجود در آن بکار رفت. عدد مولکولهای آب تبلور زاج سبز را معین کنید.

خانواده مس

گروه فرعی I

گروه فرعی I جدول تناوبی شامل سه عنصر مس، نقره و طلاست که آخرین لایه الکتریکی آنها يك الکترون دارد ولی برخلاف فلزات قلیایی که گروه اصلی را تشکیل می‌دهند میل ترکیبی شدیدی از خود نشان نمی‌دهند. هر سه عنصر در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شوند و قدیمترین عناصری هستند که بشر به آنها دست یافته است.



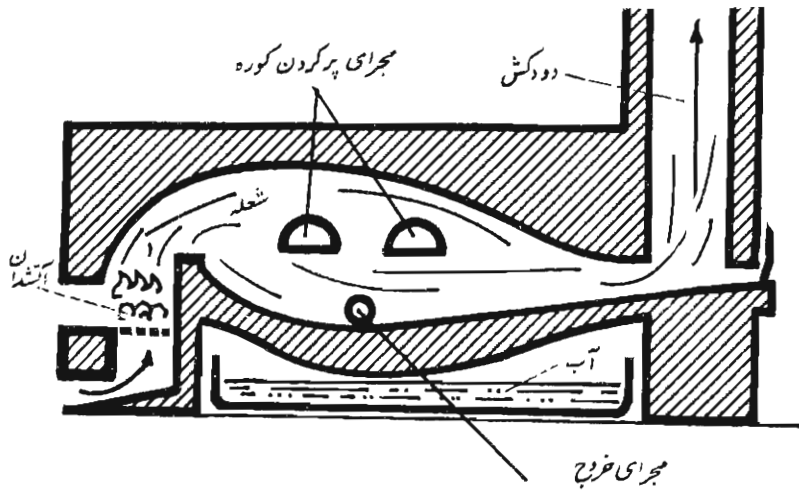
مس در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شود و به همین جهت اولین فلزی است که پس از عهد حجر مورد استفاده بشر قرار گرفت. عهد آهن بعد از عهد مفرغ بوجود آمده است، ضمن حفاری آثار قدیم اشیای برنزی زیادی بدست آمده است.

در قدیم جزیره قیروس یکی از مراکز مهم استخراج مس بشمار می‌رفته است.

**حالت طبیعی** - مس به حالت خالص در اغلب نقاط زمین یافت می‌شود ولی بیشتر به صورت ترکیب وجود دارد. ترکیبات مس عموماً سبز رنگند و از رنگ آنها می‌توان به وجودشان در معادن پی برد.

-۱۱۷-

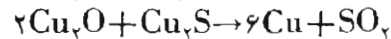
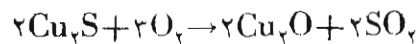
۳- تهیه مات - محصول عمل تشویه را با کمی سیلیس یا شن مخلوط می‌کنند و در کوره روربر تا  $1200^{\circ}$  حرارت می‌دهند (شکل ۲۸)



شکل ۲۸ - کوره روربر

سیلیس با اکسید آهن و آلومین تولید سیلیکاتهای آهن و آلومینیم زودگداز کرده خارج می‌شود و سولفور مس ناخالصی باقی می‌ماند که تا ۴۵٪ مس دارد و به مات موسوم است.

۴- اکسیداسیون مات - مات را در کنورتیسورهای مخصوصی شبیه به کنورتیسور بسمر که جدار داخلی آن از سیلیس پوشیده شده می‌برند و جریانی از هوای گرم در آن می‌دمند. اکسیژن هوا بر سولفور مس اثر کرده مس آزاد می‌شود (شکل ۲۹).



ضمناً بقیه سولفور آهن بدسیلیکات آهن تبدیل شده جدا می‌گردد. مسی که به این ترتیب بدست می‌آید تا ۹۹٪ خالص است و به مقدار خیلی

سندهای معدنی مهم مس عبارتند از کربنات و اکسید و سولفور مس که در اصطلاح معدن‌شناسی هر یک اسم مخصوصی دارد. در جدول زیر نام اقسام سنگ معدن مس ذکر شده است:

فرمول سنگ معدن	نام سنگ معدن	معادن مهم مس در
$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	ملاشیت	اتازونی، آلاسکا، شیلی،
$\text{Cu}_2\text{O}$	کوپریت	کانادا و کنگو وجود
$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	آزوریت	دارد. در ایران هم از
$\text{Cu}_2\text{S}$	شالکوسیت	یازده معدن واقع در
$\text{CuFeS}_4$	پیریت مس یا شالکو پیریت	

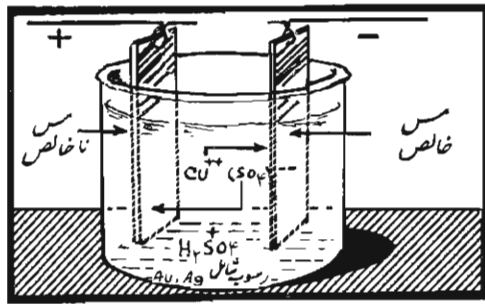
انارک، زنجان و عباس‌آباد مس استخراج می‌شود.

۱- استخراج مس - سنگ معدن مس همیشه با مقدار زیادی ناخالصی همراه است و استخراج آن بر حسب نوع سنگ معدن آن متفاوت است. معمولاً سنگ معدنهایی که شامل سولفور می‌باشند مقدار مس آنها از ۴٪ تجاوز نمی‌کند، از این جهت استخراج مس اصولاً مشکل و طولانی و قیمتش نسبتاً گران است. معمولاً برای استخراج مس از ترکیبات گوگردی آن اعمال زیر را انجام می‌دهند:

۱- تغلیظ - ابتدا سنگ معدن را نرم می‌کوبند و با عمل شناور کردن درجه خلوص آن را بالا می‌برند.

۲- تشویه - در مرحله دوم سنگ معدن را که دارای سولفور آهن و آلومین و سیلیس و کمی نقره و طلاست در کوره ریخته به کمک جریان هوای گرم آن را تشویه می‌کنند. در این عمل قسمتی از سولفور آهن اکسید می‌شود در صورتی که سولفور مس به حال خود باقی می‌ماند.

استحکام مس چندان زیاد نیست ولی در اثر چکش محکم می شود .

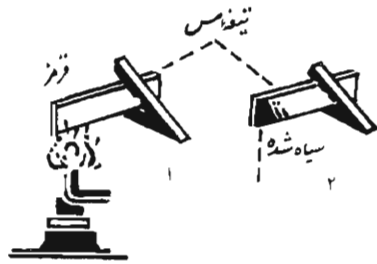


شکل ۳۰

**خواص شیمیایی -**  
مس در ستون میل ترکیبی فلزات بعد از نیدروژن قرار دارد و میل ترکیبی آن کم است .

### ۱- اثر اکسیژن

**و هوا -** مس در اثر حرارت بتأنی اکسید شده سطح آن از یک ورقه اکسید سیاه مس پوشیده می شود ( شکل ۳۱ ) . در اطراف این اکسید همیشه هاله ای از اکسید قرمز رنگ کوئورو ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) نیز تشکیل می شود .



شکل ۳۱

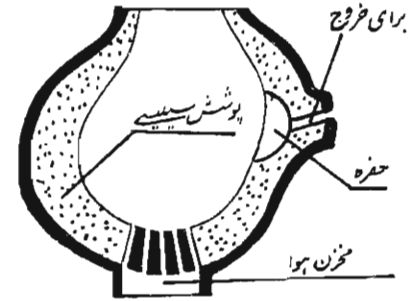
مس در هوای خشک تغییری نمی کند ولی در هوای مرطوب از یک طبقه کربنات بازی مس  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$  به رنگ سبز پوشیده می شود که سطحی است

و بقیه فلز را از فساد حفظ می کند. زنگاری که بر روی مجسمه های برنزی تشکیل می شود همین ترکیب است .

**۲- اثر کلر -** مفتولی از مس را سرخ کرده در شیشه کلر فرو

بیرید . دودی قهوه ای رنگ از آن متصاعد می شود و بر حسب آنکه درجه حرارت مس بیشتر یا کمتر از ۱۰۰۰ درجه باشد کلرور کوئورو یا کلرور-کوئوریک بدست می آید .

کم نقره و طلا و روی و آهن همراه دارد . وجود همین مختصر ناخالصی در مس سبب می شود که به میزان قابل ملاحظه ای از خاصیت هدایت الکتریکی و حرارتی آن کاسته شود و به این جهت آن را به طریق الکترولیز تصفیه می کنند تا هم مس خالص بدست آید و هم از طلا و نقره آن استفاده شود .



شکل ۲۹

**تصفیه الکتریکی مس -** مس ناخالص را به شکل صفحات متوازی در ظرف الکترولیز به جای آن قرار می دهند . کاتد صفحات دیگری است از مس خالص و الکترولیت هم محلول سولفات مس است که کمی اسید سولفوریک به آن می افزایند. در اثر عبور جریان برق ، مس و روی به صورت یونهای محلول در می آیند . اختلاف پتانسیل بین دو قطب ظرف الکترولیز از  $0.4$  ولت تجاوز نمی کند، در این حالت فقط یون مس جذب کاتد می شود و یونهای دیگر به حالت محلول باقی می مانند. نقره و طلا که یون تولید نمی کنند بتدریج ته نشین می شوند و اطراف آن تشکیل لجنی را می دهند که از آن می توان طلا و نقره استخراج نمود ( شکل ۳۰ ) . تصفیه مس ایران در غنی آباد انجام می گیرد .

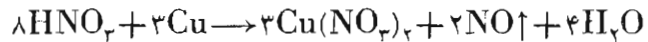
**خواص فیزیکی -** مس فلزی است به رنگ قرمز تیره و به وزن مخصوص  $8/9$  و در  $1083^\circ$  ذوب می شود . در حرارت معمولی بخوبی چکش خوار است و بعد از نقره قابلیت هدایت الکتریکی آن از همه فلزات بیشتر است . مس را می توان باسانی به شکل صفحه و مفتول در آورد .



است بر شمعدان برنجی یا مفرغی اثر سبز رنگی می گذارد (شکل ۳۳).  
اسید سولفوریک رقیق بر مس اثری ندارد. اسید سولفوریک غلیظ  
در گرما مس را اکسید کرده سولفات مس و گاز سولفور می دهد.



اسید نیتريك هم مس را اکسید کرده نترات مس می دهد. با اسید  
غلیظ گاز خرمایی رنگ  $NO_2$  (بی اکسید نیتروژن) و با اسید رقیق گاز  
بیرنگ  $NO$  (اکسید ازتیک) متصاعد می شود که پس از سرد شدن با  
اکسیژن هوا ترکیب شده به  $NO_2$  تبدیل می گردد.



به همین دلیل اسید نیتريك را برای تهیه پلاکهای مسی و برنزی

و کلیشه چاپ بکار می برند.

۵- اثر بازها - بازها بر

مس بی اثرند ولی محلول امونیاك

حلال اکسید مس است. اگر

مطابق شکل ۳۴ بر روی براده مس

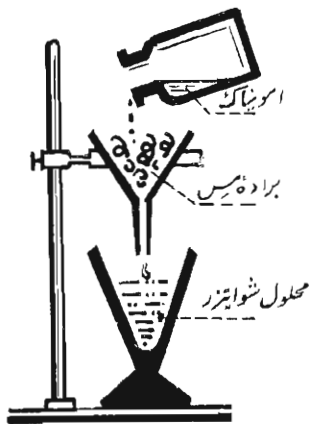
امونیاك بریزیم، اکسید مس در

آن حل می شود و مایع آبی رنگی

بدست می آید موسوم به مایع

شواپتزر که با غلظت کافی حلال سلولز است. رنگ آبی محلول به علت

تشکیل یون  $[Cu(NH_3)_4]^{++}$  است.



شکل ۳۴

کلرور کوبیور و  $2Cu + Cl_2 \rightarrow 2CuCl$  در درجه حرارت زیاد

کلرور کوبیوریک  $Cu + Cl_2 \rightarrow CuCl_2$  در درجه حرارت کم

۳- اثر گوگرد - مخلوطی از براده مس و گوگرد ساییده در گرما

بشدت ترکیب می شوند و در درجه حرارت بیشتر یا کمتر از ۴۰۰ درجه  
سولفور کوبیور یا سولفور کوبیوریک حاصل می شود.

سولفور کوبیور  $2Cu + S \rightarrow Cu_2S$  در درجه حرارت زیاد

سولفور کوبیوریک  $Cu + S \rightarrow CuS$  در درجه حرارت کم

۴- اثر اسیدها - اسید کلریدريك بر مس خالص اثری ندارد ولی

بر اکسید مس اثر کرده کلرور مس می دهد. از این رو سطح کثیف مس را

با این اسید پاک و تمیز می کنند.

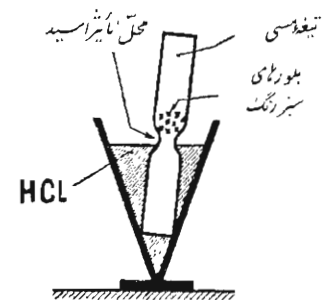
اگر يك تیغه مس خالص را در

جوهر نمك قرار دهند موضعی از

فلز که به محاذات سطح آزاد اسید

است کم کم اکسید شده و در اسید

حل می شود (شکل ۳۲).



شکل ۳۲

تمام اسیدهای ضعیف و آلی مانند اسید استیک (جوهر سرکه)

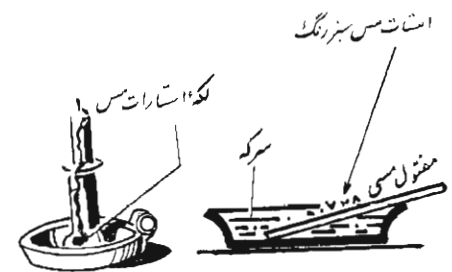
و اسید سیتریک (جوهر لیمو)

بر اکسید مس اثر می کنند.

به همین علت است که ظروف

مسی آشپزخانه، اگر با قلع

سفید نشده باشند، در تماس



شکل ۳۳

با ترشیا و غذا از رنگ زده سبز رنگ می شوند. شمع نیز که اسید استتاریك

-۱۲۳-

قلع است که بیش از ۸۰٪ مس دارد و دارای رنگ طلایی قشنگی است. و برای ساختن مجسمه‌های کوچک زینتی و زینت آلات و تهیه مدال و ظروف قیمتی بکار می‌رود. برنز آلومینیم که بیش از ۹۰٪ مس دارد و برای ساختن مسکوک مصرف می‌شود. برنز فسفر که کابل برق با آن می‌سازند. سکه‌های نیکلی آلیاژ مس و نیکل است که در حدود ۷۵٪ مس دارد. مس را برای تهیه آلیاژهای طلا و نقره جهت مسکوکات نیز بکار می‌برند.

**ترکیبات مس** - ترکیبات مس بر دو قسمند: یک ظرفیتی (کوئیور) و دو ظرفیتی (کوئیوریک). نمکهای اکسیژن دار کوئیور بی‌ثباتند. املاح کوئیور اکثراً در آب نامحلولند، در صورتی که املاح کوئیوریک در آب محلولند و رنگ آبی تولید می‌کنند. مهمترین ترکیبات کوئیور عبارتند از:

۱- **اکسید کوئیور**  $Cu_2O$ ، گردی است قرمز رنگ و از حرارت دادن شدید اکسید کوئیوریک با مس بدست می‌آید.

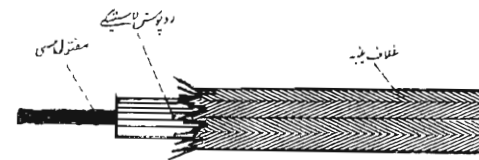
۲- **کلرور کوئیور**  $CuCl$ ، گردی است سفید رنگ که از اثر اسید کلریدریک بر اکسید کوئیور یا از اثر اسید کلریدریک مخلوط با چند قطره اسید نیتریک بر مس، بدست می‌آید. این ماده در آمونیاک حل شده مایع آبی رنگی می‌دهد که معرف گاز استیلن است.

مهمترین ترکیبات کوئیوریک عبارتند از:

۱- **اکسید کوئیوریک**  $CuO$ ، گردی است سیاه رنگ که از تکلیس کربنات بازی مس بدست می‌آید و برای تجزیه و شناسایی مواد آلی بکار می‌رود.

-۱۲۲-

**مصارف مس** - مصرف مهم مس برای ساختن کابل‌های جریان برق و تلفن (شکل ۳۵) و کلیه لوازم الکتریکی است که به ۱/۵ میلیون تن در



شکل ۳۵

سال بالغ می‌گردد. تنها در کشتی کوبین مری ۱/۵ تن مس مصرف شده است. در ساختمان هر اتوموبیل بطور متوسط ۱۲/۵ کیلوگرم مس بکار می‌رود. علاوه بر اینها مس در راه آهنهای برقی و تهیه لوازم خانه، ظروف مطبخ، حلقه‌های پرده و آب گرم کن و غیره مصرف می‌شود.

**آلیاژهای مس** - مس خالص به علت نرمی و کمی استحکام کمتر در صنعت بکار می‌رود، بلکه بیشتر به صورت آلیاژ استعمال می‌شود. آلیاژهای مهم مس عبارتند از:

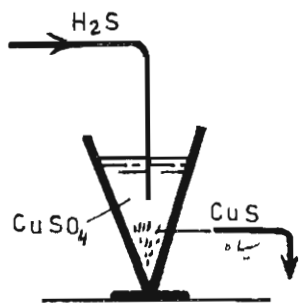
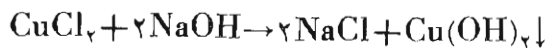
۱- **برنج**، آلیاژی است از مس و روی که بیش از ۵۵٪ مس دارد. برنج رنگ زرد و قشنگی دارد و از مس محکم‌تر است و زودتر از آن نوب می‌شود و بیشتر برای ساختن اسبابهای خانه و سماور و نظایر آنها بکار می‌رود.

۴- **ورشو** - این آلیاژ همانطور که قبلاً اشاره شد از مس و روی و نیکل تشکیل یافته و از ۵۷٪ الی ۶۰٪ مس دارد. آلیاژی است نقره‌ای رنگ و محکم و فاسد نشدنی و از آن کارد و چنگال و شیر آب و بسیاری از ادوات الکتریکی و ظروف قیمتی می‌سازند. ورشو را نقره آلمانی هم می‌نامند.

۳- **برنز** - برنز انواع مختلف دارد. برنز معمولی آلیاژ مس و

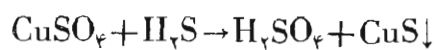
تبدیل می‌شوند (شکل ۳۶). این گرد را اگر در آب حل کنند محلول دوباره آبی رنگ می‌شود.

**طرز شناختن یون  $\text{Cu}^{++}$  - ۱** - املاح محلول مس با محلول امونیاک رسوب فیروزه‌ای رنگ ئیدروکسید مس می‌دهند که در زیادی امونیاک حل شده رنگ آبی لاجوردی تولید می‌شود که همان مایع شواپتزر است. با سود و پتاس نیز همین ئیدروکسید حاصل می‌شود ولی در زیادی آنها محلول نیست.



شکل ۳۷

۲- از اثر سولفور ئیدروژن یا یک سولفور قلیایی بر املاح محلول مس رسوب سیاه سولفور مس بدست می‌آید که در اسیدهای رقیق نامحلول است (شکل ۳۷).



۳- اگر یک تیغه آهنی را در محلول

املاح مس فروبریم، سطح آن از یک ورقه قرمز رنگ پوشیده می‌شود.



نقره  $\text{Ag} = 107/118$

نقره را از قدیم می‌شناختند. مصریها و یونانیها با آن سکه می‌ساختند. ضمن کلوش، از آثار قدیم، اشیای نقره‌ای زیاد بدست آمده است.

**حالت طبیعی** - نقره در طبیعت بیشتر به صورت سولفور نقره

۲- ئیدروکسید کوئوریک  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ، که از اثر سود یا پتاس بر املاح کوئوریک به صورت زله فیروزه‌ای رنگ راسب می‌شود. در آب نامحلول است ولی در امونیاک بخوبی حل می‌شود.

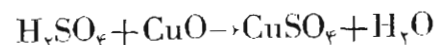
۳- کلرور کوئوریک  $\text{CuCl}_2$ ، گردی قهوه‌ای رنگ است که در آب حل شده آبی رنگ می‌شود. برای تهیه آن مس داغ را در گاز کلر فرو می‌برند. کلرور کوئوریک با دو مولکول آب متبلور می‌شود  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  و رنگ آن سبز است.

۴- سولفور مس  $\text{CuS}$ ، ماده‌ای است سیاه رنگ که از ترکیب براده مس و گل گوگرد در کمتر از  $400^\circ$  حاصل می‌شود.

۵- سولفات مس (کات کبود) - سولفات مس یکی از ترکیبات

مهم مس است که برای آب مس کاری و تصفیه الکتریکی مس بکار می‌رود. در کشاورزی این نمک را برای دفع انگلها استعمال می‌کنند. همچنین به مقدار کم در آب می‌ریزند تا از رشد آنگها جلوگیری شود.

برای تهیه کات کبود قطعات مس سیاه رنگ زده را در اسید سولفوریک رقیق می‌ریزند.



محلول حاصل را تبخیر و تغلیظ می‌کنند. کات کبود به صورت بلورهای

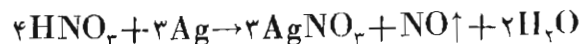
آبی رنگ به فرمول  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

متبلور می‌شود. این بلورهای خوش رنگ در  $25^\circ$  درجه حرارت آب تبلور خود را از دست داده به گرد سفیدی که همان سولفات مس بی آب است

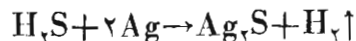


شکل ۳۶

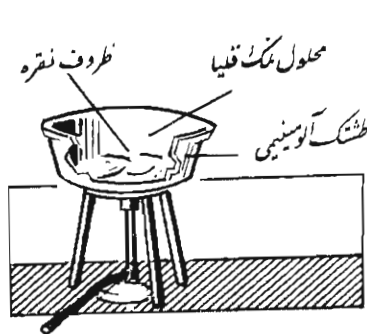
بر آن اثر می‌کند و گاز NO می‌دهد.



اسید سولفیدریک که اسید ضعیفی است با آسانی بر نقره اثر کرده سولفور سیاه نقره می‌دهد.



علت کدر شدن ظروف نقره‌ای وجود مقدار کمی از همین گاز در هوا



شکل ۳۸

یا به جهت اکسید شدن فلزات دیگری است که معمولاً با نقره همراه است. برای سفید کردن ظروف نقره‌ای سیاه شده، آنها را در یک تشتک آلومینیمی مستعمل محتوی محلول ۲۰٪ کربنات سدیم ریخته می‌جوشانند (شکل ۳۸).

قلیابیات بر نقره اثر ندارند، از این رو سود یا پتاس را می‌توان در بوتنه‌های نقره‌ای جوشاند. نقره با جیوه ملغنه نقره می‌دهد.

**مصارف نقره** - نقره در جواهرسازی و تهیه مسکوکات و آب نقره کاری و آینه‌سازی مصرف می‌شود. ورقه‌های نازک نقره را برای پوشش اشیا، و مفتولهای نازک آن را برای ساختن اشیای ظریف نقره‌ای بکار می‌برند.

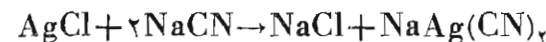
مصرف مهم دیگر نقره در تهیه شیشه و فیلم و کاغذ عکاسی است که به صورت برمور نقره استعمال می‌شود.

نقره چون فلز نرمی است بتهنهایی کمتر استعمال می‌شود، به همین

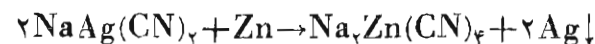
همراه با سولفور سرب و سولفور مس و به حالت کلرور نقره  $\text{AgCl}$  موسوم به نقره شاخی یافت می‌شود. نقره به حالت آزاد هم در طبیعت دیده شده است.

**استخراج نقره به طریق سیانور کردن** - سنگ معدن نقره را

با نمک طعام مخلوط و تشویه می‌کنند. سولفور نقره به صورت کلرور در می‌آید. نتیجه تشویه را در لاکهای چوبی بزرگی محتوی محلول رقیق سیانور سدیم NaCN ریخته تا دو هفته به حال خود می‌گذارند؛ کلرور نقره بتدریج به صورت سیانورمضاعف نقره و سدیم محلول در می‌آید.



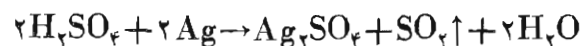
سپس قطعات روی را در محلول فرو می‌برند، نقره آزاد می‌شود.



نقره بسیار خالص را از راه تجزیه الکتریکی املاح نقره بدست می‌آورند.

**خواص نقره** - نقره فلزی است سفید و براق و نرم و به وزن مخصوص ۱۰/۵ که در  $۹۶۰^\circ$  ذوب می‌شود. قابلیت الکتریکی و حرارتی نقره از جمیع فلزات بیشتر است و پس از طلا بهتر از همه فلزات چکش خوار و قابل مفتول شدن و تورق است.

نقره در هوا هیچ فاسد نمی‌شود. اسید کلریدریک و اسید سولفوریک در حرارت معمولی بر نقره بی‌اثرند. اسید سولفوریک غلیظ به کمک حرارت بر نقره اثر می‌کند و گاز  $\text{SO}_۲$  می‌دهد.



حلال حقیقی نقره اسید نیتریک است که حتی در حرارت معمولی

نقره تولید می‌شود.



اکسید نقره به رنگ قهوه‌ای تیره است، در آب نامحلول است ولی در محلول امونیاک بخوبی حل می‌شود.

**آینه سازی** - محلول امونیاکی اکسید نقره به وسیله احیاکننده‌ها مانند فرمل و گلوکز در گرما احیا می‌شود و ذرات نقره به جدار ظرف می‌چسبند و اگر ظرف شیشه‌ای باشد تشکیل آینه می‌دهد. در آینه‌های معمولی برای حفاظت این لایه، روی آن را بایک طبقه رنگ می‌پوشانند.

**۳- هالوژنورهای نقره** - این ترکیبات عبارتند از کلرور نقره  $\text{AgCl}$  (سفیدرنگ) و برمور نقره  $\text{AgBr}$  (زردرنگ) و یدور نقره  $\text{AgI}$  (زردرنگ) که همگی در آب نامحلولند و از اثر محلول نیترات نقره بر یک هالوژنور محلول حاصل می‌شوند. این ترکیبات در محلول هیپوسولفیت سدیم و سیانور پتاسیم حل می‌شوند و در اثر نور سفید، سیاه می‌شوند. زیرا تجزیه شده نقره آزاد می‌کنند.

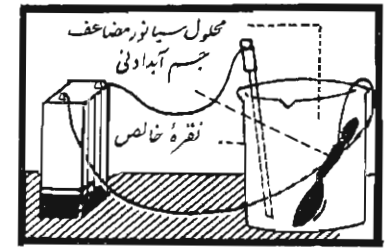
**بیان شیمیایی عکاسی** - چنانکه ذکر شد هالوژنورهای نقره بر اثر نور متأثر و تجزیه می‌شوند. از همین خاصیت صنعت عکاسی بوجود آمده است. برای تهیه فیلم یا شیشه عکاسی، از برمور نقره و ژلاتین گرم خمیر متجانسی (امولسیون) تهیه می‌کنند و از آن لایه نازکی بر روی فیلم یا شیشه می‌کشند. تمام این اعمال باید در محل تاریک انجام گیرد. عکاسی شامل اعمال زیر است:

**۱- عکسبرداری** - وقتی که با دوربین عکاسی عکس می‌گیرند، تصویر حقیقی جسم به وسیله عدسی بر روی صفحه حساس فیلم می‌افتد و

جهت آن را با مس ممزوج کرده به صورت آلیاژ بکار می‌برند. ظروف نقره‌ای آلیاژی از مس و نقره هستند که مقدار نقره آنها از ۸۰ تا ۹۵ در صد تغییر می‌کند.

**آب نقره کاری** - یک قسمت

مهم مصرف نقره در آب نقره کاری است و طرز عمل مانند آب مس دادن است. جسمی را که می‌خواهند آب نقره بدهند به جای کاتد و یک



شکل ۳۹

صفحه نقره خالص را به جای آن قرار می‌دهند. الکترولیت هم محلول سیانور مضاعف نقره و پتاسیم است (شکل ۳۹).

**ترکیبات نقره** - اغلب ترکیبات نقره در آب نامحلولند. سولفات نقره کم محلول است.

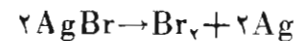
**۱- نیترات نقره** -  $\text{AgNO}_3$ ، نمکی است متبلور و بیرنگ و در آب محلول. از اثر جوهر شوره بر نقره بدست می‌آید. گلوکز، فرمل و بسیاری از مواد آلی حتی در درجه حرارت معمولی آن را احیا می‌کنند و نقره آزاد می‌شود. نقره‌ای که به این ترتیب بدست می‌آید نقره کلوئیدی سیاه رنگ است. به همین جهت است که نیترات نقره بر پوست بدن و پارچه و کاغذ اثر سیاه باقی می‌گذارد و چون جسم سوزانی است، آن را سنگ جهنم نام نهاده‌اند. در پزشکی برای سوزاندن جوشها و گوشتهای زیادی و همچنین برای تهیه سایر املاح نقره بکار می‌رود.

**۲- اکسید نقره**  $\text{Ag}_2\text{O}$  از اثر بازهای محلول بر محلول نیترات

-۱۳۰-

قسمتهای مختلف این صفحه متناسب با شدت و ضعف نور متأثر می شود، به این ترتیب تصویری از جسم بر فیلم نقش می بندد که هنوز مرئی نیست.

۲- **ظهور فیلم** - اگر بخواهیم تصویر آشکار شود باید قسمتی از برمور نقره را که متأثر شده تجزیه نمود و باصطلاح فیلم را ظاهر کرد. برای این کار در يك اتاق تاریک یا درروشنایی ضعیف نورقرمز، فیلم را در محلولی از داروی ظهور شست و شو می دهند. در نقاطی از فیلم که نور دیده واکنشهایی رخ می دهد که خلاصه آنها را می توان چنین نمایش داد:



برم جذب ژلاتین شده نقره به حالت گردکلوئیدی سیاه رنگ آزاد می گردد، ولی در نقاطی که نور ندیده اند برمور نقره بدون تغییر باقی می ماند.

بدیهی است که هرچه اثر نور بر فیلم شدیدتر باشد مقدار نقره آزاد شده بیشتر و رنگ آن قسمت سیاهتر است. داروی ظهور انواع مختلف دارد، متداولترین آنها مخلوطی است به شرح زیر:

متول	۲ گرم
ئیدروکینون	۱۲ گرم
سولفیت سدیم	۵۰ گرم
برمور پتاسیم	۱ گرم
کربنات سدیم	۵۰ گرم
آب	به مقدار لازم برای يك لیتر محلول

۳- **ثبوت فیلم** - این فیلم را هنوز نمی توان در روشنایی گذاشت، چه در این صورت بقیه برمور نقره نیز متأثر و تصویر محو می شود. بنا براین

-۱۳۱-

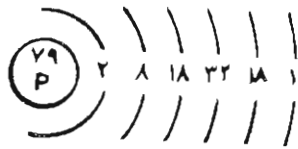
باید برمور نقره اضافی را خارج کرد. برای این کار، فیلم را پس از شست و شو با آب تمیز، در محلول هیپو سولفیت سدیم قرار می دهند. برمور نقره اضافی حل و عکس ثابت می شود.

۴- **چاپ عکس** - عکسی که به این ترتیب بدست می آید عکس منفی است، یعنی همد چیز آن بر عکس شیء اصلی است. برای تهیه عکس مثبت، فیلم یا شیشه منفی را بر روی کاغذ حساس قرار داده و مجموعه را در داخل قید عکاسی گذاشته نور می دهند و همان اعمال ظهور و ثبوت را مجدداً برای کاغذ تکرار می کنند. آن وقت عکسی بدست می آید شبیه به جسم اصلی که به عکس مثبت موسوم است.

**فیلمهای پانکروماتیک** - برمور نقره برای رنگهای مختلف حساسیت متفاوت دارد. معمولاً حساسیت آن برای رنگ آبی زیاد و برای سبز و قرمز کم است. امروزه با افزودن مواد رنگین متناسب به برمور نقره، فیلمهای مخصوصی به نام پانکروماتیک تهیه می کنند که نه تنها در برابر رنگهای سبز و قرمز بلکه در برابر تمام رنگها حتی مادون قرمز نیز حساسند. به این ترتیب در روشنایی ضعیف شب نیز می توان عکس گرفت.

**عکاسی رنگی** - در عکسهای معمولی تفاوت رنگ اشیا معلوم نیست و تصاویر فقط با دو رنگ سفید و سیاه ظاهر می شوند. مدتها بود متخصصان این فن می کوشیدند که رنگهای مختلف طبیعت را عیناً در عکس ظاهر نمایند. عاقبت پس از آزمایشهای زیاد موفق شدند که اولاً با افزودن مواد مخصوص به امولسیون ترکیبات نقره، حساسیت آن را در برابر رنگهای مختلف زیاد کنند؛ ثانیاً با تهیه محلول ظهور مخصوص،

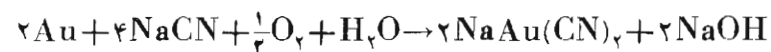
-۱۳۳-

طلا  $Au = 197$ 

طلا یکی از فلزات کمیاب طبیعت است که تقریباً همیشه به حالت آزاد یافت می‌شود و معادن مهم آن در ترانسوال ، افریقای جنوبی و جبال اورال است . در این معادن ، طلا یا به صورت رگه‌هایی در داخل صخره‌ها یا به حالت ذرات ریز مخلوط با شن و خاک در بستر رودخانه‌ها وجود دارد . در ایران از خاک رودخانه‌های ناحیه آستانه اراک به مقدار خیلی کم طلا بدست می‌آورند .

**استخراج طلا -** ابتدا خاک طلا را با جریان شدید آب که با تلمبه‌های قوی پاشیده می‌شود ، می‌شویند . سنگ و شن و گل همراه آب رفته و ذرات طلا که سنگین تر است با مقداری شن باقی می‌ماند که از آن به راه‌های مختلف قالگذاری ، ملغمه کردن یا سیانور کردن ، طلای خالص بدست می‌آورند . معمولترین راه استخراج طلا به وسیله سیانور کردن می‌باشد .

**استخراج طلا به وسیله سیانور کردن -** شن طلا دار را در محلول رقیق سیانور سدیم می‌ریزند و مدت سه هفته در مجاورت هوا قرار می‌دهند . طلا به کمک اکسیژن هوا به سیانور مضاعف سدیم و طلا که نمک محلولی است تبدیل می‌شود .



سپس قطعاتی از روی را در محلول فرو می‌برند تا طلا آزاد و

-۱۳۲-

تصاویر را رنگین ظاهر نمایند . اعمال شیمیایی عکاسی رنگی پیچیده‌تر از عکاسی معمولی است ولی اساس آن بر روی این اصل قرار گرفته است که با امتزاج سه رنگ اصلی می‌توان هر رنگ دلخواه را بدست آورد . سطح فیلمهای رنگی از سه طبقه امولسیون که هر طبقه در مقابل یکی از نورهای اصلی حساسیت دارد پوشیده شده است . امولسیون بالایی در برابر نور آبی حساس است ، طبقه وسطی در برابر نور سبز و طبقه پایینی در برابر نور قرمز حساسیت دارند .

اگر از چیزی رنگین عکس برداریم ، یک تصویر نامرئی از نقاط قرمز آن چیز در طبقه زیر و تصویر دیگری از نقاط سبز در طبقه وسط و تصویر سومی از نقاط آبی جسم در طبقه بالا بوجود می‌آید . در محل هر یک از این تصاویر مقداری نقره متناسب با شدت و ضعف نور آزاد می‌شود .

این فیلم را در محلول ظهور مخصوصی ظاهر می‌کنند . ترکیب شیمیایی طبقات رنگین طوری است که در هر قسمت از طبقات فیلم که رنگ معینی جذب کرده است رنگ مکمل آن ظاهر می‌شود ، یعنی طبقه بالا به رنگ زرد (مکمل آبی) و طبقه وسط به رنگ قرمز تیره (مکمل سبز) و طبقه پایینی تر به رنگ آبی مایل به سبز (مکمل قرمز) درمی‌آید . در این ظهور ، فیلم مثبت بدست می‌آید که به جای تصویر سیاه و سفید بر آن تصاویر رنگین مشاهده می‌شود و چون آن را در برابر روشنائی بگیرند تصویری از شیء به رنگهای اصلی آن پدیدار می‌شود .

۱- رنگهای دیگر جسم ، مخلوطی از این رنگها هستند و می‌توانند

در دو یا هر سه طبقه تصویر دهند

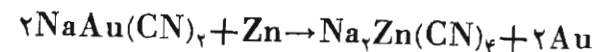
طلای ۱۸ عیار که در جواهرسازی مصرف می‌شود دارای  $\frac{18}{24}$  یا ۷۵٪ طلای خالص است.

**مصارف طلا** - طلا چون فلز خوش رنگ و فساد ناپذیری است از قدیم نزد بشر عزیز و مورد توجه بوده است و با آن سکه و زینت آلات می‌ساختند. آرزوی کیمیاگران تبدیل فلزات ارزان قیمت مانند مس و نقره و سرب و جیوه به طلا بوده که هر چند در این راه توفیقی نیافتند، مطالعات و تجارب آنها پایه و اساس علمی شیمی جدید را تشکیل داده است. امروزه نیز طلا مصارف متعدد دارد. بیشتر در جواهر سازی و ضرب سکه و دندان‌سازی و تهیه نشان و مدال و ظروف مختلف بکار می‌رود. یکی دیگر از مصارف طلا آب طلا کاری است که مانند آب مس کاری انجام می‌شود و الکترولیت آن سیانور مضاعف طلا و پتاسیم است.

**ترکیبات طلا** - طلا در ترکیبات خود بندرت یک ظرفیتی و بیشتر سه ظرفیتی است.

مهمترین ترکیبات طلا کلرور اوریک  $\text{AuCl}_3$  است که از اثر گاز کلر بر طلا در دمای  $300^\circ$  حرارت بدست می‌آید. ماده‌ای است جامد و متبلور، قرمز رنگ و محلول در آب، در اثر حرارت به کلرور اورو و گاز کلر تجزیه می‌شود. احیاکننده‌ها مانند  $\text{SO}_2$  و  $\text{FeSO}_4$  و  $\text{SnCl}_2$  آن را احیا کرده طلای خالص می‌دهند. مخلوط کلرور استانو و کلرور استانیک با کلرور اوریک رسوبی می‌دهد به نام ارغوانی کاسیوس که در نقاشی و مذهب کاری ظروف چینی بکار می‌رود. در پزشکی این کلرور را به مقدار کم در معالجه سل در عضله یا در رگ تزریق می‌کنند.

ته نشین شود.



می‌توان طلای خالص را از تجزیه الکتریکی سیانور مضاعف طلا هم بدست آورد.

**خواص فیزیکی** - طلا فلزی است زرد خوش رنگ و بسیار نرم و سنگین ( $d = 19.3$ ) که در  $1013^\circ$  ذوب می‌شود. قابلیت تورق و مفتول شدن طلا از همه فلزات بیشتر است، بطوری که توانسته‌اند ورقه‌های آن را تا  $\frac{1}{2500}$  میلیمتر نازک کنند. با یک گرم طلا می‌توان مفتولی به طول  $2/5$  کیلومتر ساخت.

**خواص شیمیایی** - طلا در هوا تغییری نمی‌کند. اصولاً میل ترکیبی طلا بسیار کم است. اسیدها هم بتنهایی بر طلا بی‌اثرند ولی مخلوطی از جوهر نمک و تیزاب (به نسبت سه مولکول  $\text{HCl}$  و یک مولکول  $\text{HNO}_3$ ) طلا را حل کرده ترکیبی زرد رنگ موسوم به اسید کلر اوریک  $\text{HAuCl}_4$  می‌دهد.

طلا در آب کلر و محلول سیانورهای قلیایی حل می‌شود. جیوه نیز طلا را در خود حل می‌کند و ملغمه بوجود می‌آورد.

**آلیاژهای طلا** - طلای خالص چون خیلی نرم است بتنهایی مصرف نمی‌شود و بیشتر برای آنکه به آن استحکام بدهند آن را با فلزات دیگر مخلوط کرده به صورت آلیاژ بکار می‌برند. رنگ آلیاژ طلا مربوط به فلزی است که با آن همراه است.

در بازار ایران عیار طلای خالص را مساوی ۲۴ قیراط می‌دانند.

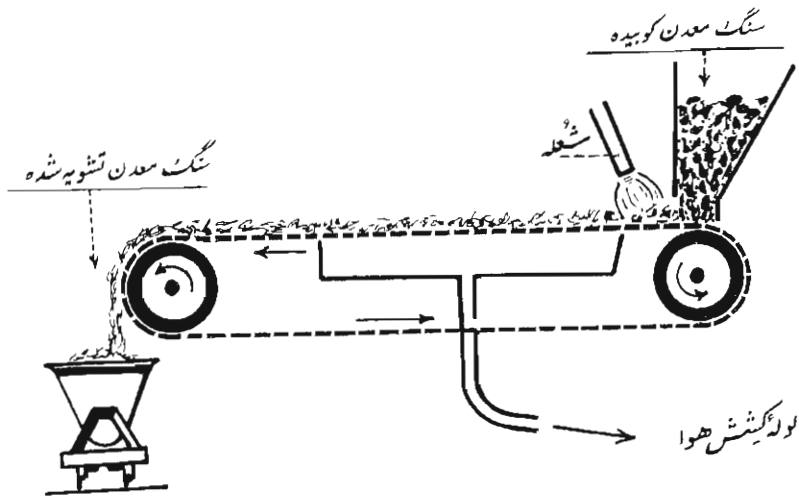
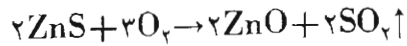


اولاً وزن نترات نقره و سولفات مس را در مخلوط اول .  
ثانیاً تعداد مولکولهای آب که با يك مولکول سولفات مس همراه است .  
۹- آلیاژی از نقره و طلا را در محلول اسید نیتريك می‌جوشانیم . پس  
از خاتمه واکنش قسمتی از آلیاژ به وزن  $۱/۹۷$  گرم باقی می‌ماند . بر محلول  
باقیمانده به مقدار کافی محلول کلرور سدیم می‌ریزیم ؛  $۵/۷۱۷۵$  گرم رسوب  
حاصل می‌شود . عیار آلیاژ را معین کنید .  
۱۰- يك سکه نقره‌ای ( آلیاژ مس و نقره ) به وزن  $۱$  گرم را در اسید -  
نیتريك حل کرده و بر محلول حاصل محلول دسینرمال کلرور سدیم می‌ریزیم .  
اگر برای کامل شدن رسوب  $۷۵CC$  محلول کلرورسدیم کافی باشد ، عیار آلیاژ  
را حساب کنید .

### تمرین و مسئله

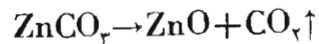
- ۱- مس و نقره و طلا همراه با فلزات قلیایی در گروه اول جدول تناوبی  
قرار دارند اما فلزات قلیایی به حالت آزاد در طبیعت پیدا نمی‌شوند ، در صورتی  
که مس و نقره و طلا در طبیعت به حالت آزاد وجود دارند . چرا ؟
- ۲- مس خالص به چه مصارفی می‌رسد ؟
- ۳- اثر سود و امونیاک را بر محلول سولفات مس و محلول نترات نقره  
شرح دهید .
- ۴- آب مس کاری و آب نقره کاری چگونه انجام می‌گیرد ؟
- ۵- معادله یونی واکنش آلومینیم فلزی با محلول سولفات مس را بنویسید .
- ۶- صفحه آهنی به وزن  $۱۰۰$  گرم را در محلول سولفات مس فرو بردیم  
و صفحه پوشیده از مس را شستیم ، خشک کردیم و از نو وزن کردیم ،  $۱۰۱/۳$   
گرم شد . چند گرم مس آزاد شده است ؟
- ۷-  $۱/۴$  گرم از يك کلرور را در آب حل می‌کنیم و حجم محلول را  
به  $۲۵۰$  سانتیمتر مکعب می‌رسانیم . در اندازه گیری  $۲۵$  سانتیمتر مکعب این  
محلول  $۲۰$  سانتیمتر مکعب محلول دسینرمال نترات نقره بکار می‌رود . درصد  
کلرور در کارور مورد آزمایش حساب کنید .
- ۸-  $۸/۴$  گرم از يك مخلوط نترات نقره خالص و سولفات مس متبلور  
و خالص را برداشته در آنقدر آب حل می‌کنیم تا حجم محلول  $۱۰۰۰CC$  شود .  
بر  $۱۰۰۰CC$  از محلول مقدار زیادی محلول کلرور سدیم می‌ریزیم . رسوب حاصل  
پس از شستن و خشک شدن  $۵/۲۸۷$  گرم وزن دارد .  
در محلولی که پس از جدا کردن رسوب بالا باقی می‌ماند جریان گاز  
 $H_2S$  وارد می‌کنیم تا اشباع شود . رسوب سیاه رنگ حاصل بعد از شستن و خشک  
شدن  $۵/۱۹۲$  گرم وزن دارد . معلوم کنید :

-۱۳۹-

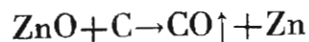


شکل ۴۰

و کربنات روی هم تجزیه می شود .



سپس اکسید حاصل را در کوره مخصوصی در ۱۲۰۰ درجه با زغال احیا می کنند (شکل ۴۱) .

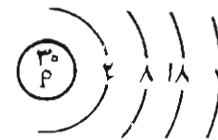


چون نقطه جوش روی ۹۲۵° است ، روی هم بخار شده همراه CO خارج می گردد و در اتاقی سرد شده ، مایع و سپس جامد می شود . از راه الکترولیز ، روی بسیار خالص ۹۹/۹۹٪ تهیه می کنند . برای این کار اکسید روی را در محلول اسید سولفوریک حل می کنند و سولفات روی حاصل را الکترولیز می کنند .

خانواده روی

گروه فرعی II

گروه فرعی II جدول تناوبی شامل عناصر روی ، کادمیم و جیوه است . این عناصر در آخرین لایه دو الکترون دارند ولی میل ترکیبی آنها از گروه اصلی خود که فلزات قلیایی خاکی می باشد کمتر است .



روی ۶۵ = Zn

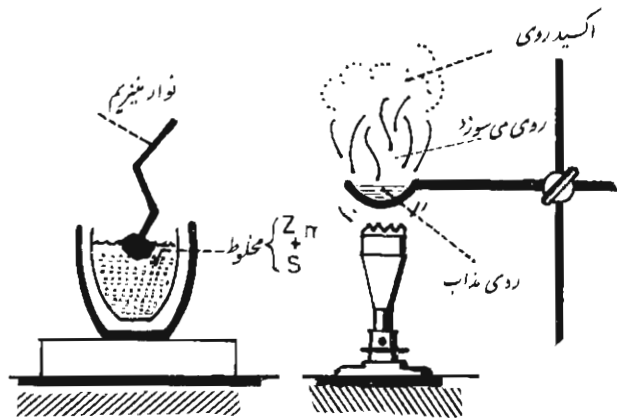
روی را چینپها در قرن ششم میلادی به حالت خالص تهیه کردند . پیش از این تاریخ فقط سنگ معدن آن را با مس نوب کرده آلیاژی از آن را تهیه می کردند . اروپاییها نیز تا اوایل قرن هفدهم از آن اطلاعی نداشتند و پس از شناسایی آن تا مدتی آن را قلع هندی می نامیدند .

**حالت طبیعی** - فراوانترین سنگ معدن روی ، سولفور روی یا بلاند ZnS و کربنات روی ZnCO<sub>3</sub> است ، ولی به صورت سیلیکات روی نیز یافت می شود . معادن مهم آن در آمریکا ، روسیه ، استرالیا و لهستان است .  
**استخراج روی** - سنگ معدن را پس از تصفیه مقدماتی بر روی صفحه متحرکی ریخته با شعله گرمی حرارت می دهند (شکل ۴۰) . سولفور روی در مجاورت هوا تشویه می شود .

۱ - Blende

-۱۴۱-

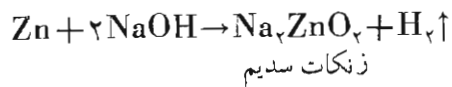
روی خالص بر اسیدها بسختی اثر می‌کند، ولی اگر یک هفت و سی به آن وصل کنیم اثر اسید شدیدتر می‌گردد، چه مس با روی تشابه دارد. یک پیل داده و عمل تأثیر اسید را آسانتر می‌کند.



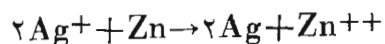
شکل ۴۳

شکل ۴۲

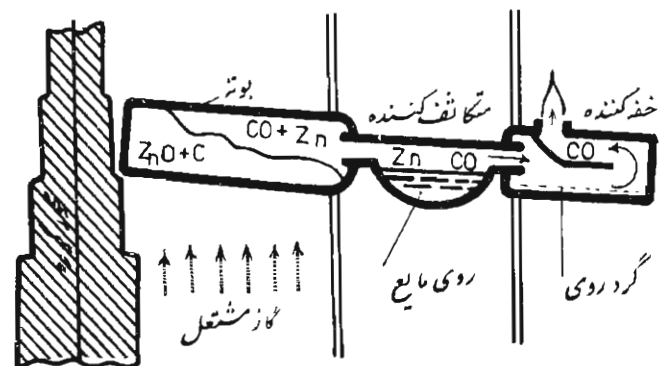
روی بر بازها هم اثر می‌کند و گاز هیدروژن و ترکیبی به نام زنکات می‌دهد.



روی بسیاری از فلزات مخصوصاً نقره و طلا را از املاحشان خارج کرده جای آنها را می‌گیرد. از این رو قطعات روی را برای استخراج این فلزات بکار می‌برند.

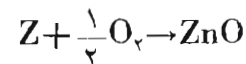


**مصارف روی** - مصرف مهم روی برای گالوانیزه کردن و پوشاندن صفحات و مفتولهای آهنی و فولادی است. برای این کار صفحات و مفتولها را در روی مذاب فرو می‌برند (شکل ۴۴). صفحات روی را برای ساختن

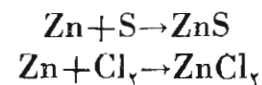


شکل ۴۱

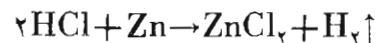
**خواص روی** - روی فلزی است به رنگ نقره، نرم و شکننده به وزن مخصوص ۷/۱۴ که در ۴۱۹ درجه ذوب می‌شود. هادی حرارت و الکتریسیته است و از این لحاظ بعد از مس و آلومینیم قرار دارد. روی در هوای خشک فاسد نمی‌شود ولی در هوای مرطوب از یک پوشش سطحی کربنات بازی روی  $\text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn(OH)}_2$  پوشیده می‌شود که بقیه فلز را از فساد حفظ می‌کند. بخار روی با شعله سبز رنگ سوخته گرد سفیدی می‌دهد که همین اکسید روی است (شکل ۴۲).



روی در درجه حرارت زیاد با کلر و گوگرد هم ترکیب شده کلرور و سولفور روی می‌دهد (شکل ۴۳).



اسیدهای رقیق بشدت بر روی معمولی اثر کرده هیدروژن می‌دهند.



-۱۴۲-

بیل خشک بکار می‌برند .

**آلیاژهای روی - آلیاژهای روی متعدد و پر مصرفند .** ورشوکه

شرح آن داده شد آلیاژ روی

و مس و نیکل است . برنج

آلیاژ دیگری از روی و مس

می‌باشد که مصارف زیادی

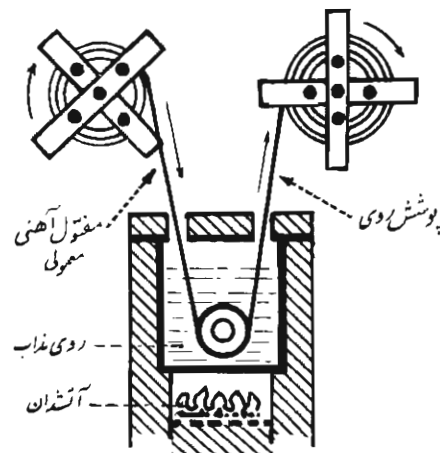
دارد .

**ترکیبات روی -** ترکیبات

روی عموماً سمی و ضد -

عفونی کننده‌اند و محلول

آنها را برای نابود کردن

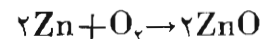


شکل ۴۴

باکتریها و ویروسها بکار می‌برند . مهمترین ترکیبات روی عبارتند از :

۱- **اکسید روی** ، که از سوزاندن بخار روی در اکسیژن یا در

هوا بدست می‌آید .

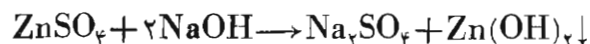


گردی است سفید و در نقاشی به نام سفیداب روی بکار می‌رود .

اکسید روی در لاستیک‌سازی و در پزشکی نیز بکار می‌رود .

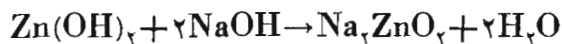
۲- **نیدروکسید روی**  $Zn(OH)_2$  ، از اثر بازها بر املاح محلول

روی تولید می‌شود .



-۱۴۳-

این رسوب در محلول سود و پتاس حل شده زنگات می‌دهد .



رسوب مزبور در محلول امونیاک نیز محلول است .

۳- **کلرور روی**  $ZnCl_2$  - کلرور روی از تأثیر روی بر کلر

یا اسید کلریدریک حاصل می‌شود . اگر چوب را از محلول غلیظ کلرور

روی اشباع کنند از پوسیدگی آن جلوگیری می‌شود . محلول غلیظ

کلرور روی حلال سلولز و پنبه است و به کمک آن ابریشم مصنوعی

می‌سازند . محلول کلرور روی برای پاک کردن سطح فلزات هنگام لحیم-

کاری نیز مصرف می‌شود .

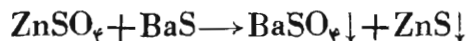
۴- **سولفات روی**  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  یکی از نمکهای محلول

روی است . در پزشکی و در رنگ‌سازی بکار می‌رود . اگر بر محلول

سولفات روی ، سولفور باریم اثر دهند رسوب سفید رنگی حاصل می‌شود

به نام رنگ نقاشی لیتوپون که مخلوطی است از سولفات باریم و سولفور

روی که هر دو سفید رنگند .

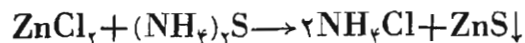


**طرز شناختن یون روی -** نمکهای روی اکثراً بی‌رنگند و

مزه گس دارند . در اثر یک سولفور قلیایی بر آنها رسوب سفید سولفور

روی بدست می‌آید که در اسیدها محلول است و به همین دلیل به وسیله

$H_2S$  رسوب مزبور ایجاد نمی‌شود .

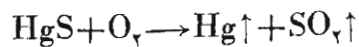


با بازها نیز رسوب ژلاتینی سفید رنگی می‌دهد که در زیادی باز

محلول است .

-۱۴۵-

طبیعت است که به مقدار کم به حالت آزاد یافت می شود. سنگ کرم، مهم آن سولفور جیوه  $HgS$  یا سینابر<sup>۱</sup> (شنگرف) است که رنگ قرمز تیره ای داشته و در ناحیه معدن در اسپانیا زیاد است. استخراج جیوه بسیار ساده و آسان است و کافی است که سولفور جیوه را در کوره تا ۵۰۰° حرارت دهند. جیوه بخار شده در خارج کوره سرد و به مایع تبدیل می شود.



چون بخار جیوه سمی است امروزه جیوه را بیشتر از تجزیه الکتریکی کلرور آن بدست می آورند.

**خواص فیزیکی** - جیوه مایعی است سفید نقره ای و به همین مناسبت کیمیاگران آن را **سیماب** می نامیدند و عقیده داشتند که این فلز را زودتر از سایر فلزات می توان به طلا تبدیل نمود.

جیوه در ۳۹° - منجمد می شود و وزن مخصوص آن ۱۳/۶ است. این مایع شیشه را «تر» نمی کنند و در تمام فلزات بجز آهن و پلاتین و کبالت و نیکل نفوذ کرده و آلیاژی موسوم به ملغمه می دهد. ملغمه نقره در دندان سازی و ملغمه طلا برای استخراج طلا بکار می رود.

**خواص شیمیایی** - جیوه در هوای خشک تغییری نمی کند. اکسیژن و گاز کربنیک هم بر آن بی اثرند. در دمای ۳۵۰° جیوه با اکسیژن هوا ترکیب شده اکسید قرمز جیوه  $HgO$  می دهد. این اکسید در دمای بالاتر دوباره تجزیه می شود. از همین آزمایش ساده بود که لاوازیه مسئله سوختن را حل نمود.

۱ - Cinabre

-۱۴۴-

شیمی پنجم طبیعی و ریاضی

## گادیمیم (Cd)

گادیمیم از لحاظ خواص بسیار شبیه روی است و به صورت سولفور گادیمیم  $CdS$  همراه سولفور روی وجود دارد. فلزی است سفید و در ۳۲۱° ذوب می شود. از روی سخت تر است و در جدول میل ترکیبی عناصر زیر روی و بالای تیدروژن قرار دارد.

گادیمیم برای پوشش اشیای فلزی مخصوصاً چرخها و قطعات ماشینهای تحریر بکار می رود. می توان آن را به جای روی برای پوشاندن صفحات فولاد بکار برد ولی به علت سمیت شدید ترکیبات آن برای پوشش ظروف مطبخ و قوطیهای کنسرو مصرف نمی شود. اگر به فولاد منداب گادیمیم بیفزایند رنگ سفید نقره ای پیدا کرده و صفحات آن مواج و مخطط بنظر می رسد. مصرف مهم گادیمیم برای تهیه آلیاژهای گوناگون است. آلیاژ مس و گادیمیم را برای ساختن سیمهای برق و تلفن بکار می برند. آلیاژی از گادیمیم و قلع و سرب و بیسموت می سازند که بسیار زودگداز است. گادیمیم چون از روی فساد ناپذیرتر است، مصرف آن روز بروز بیشتر و بتدریج جانشین روی می گردد. گادیمیم در حرارت زیاد در هوا سوخته تولید اکسید گادیمیم قهوه ای رنگ می کند. سولفور گادیمیم به مقدار زیاد به عنوان رنگ زرد نقاشی مصرف می شود.



جیوه را یونانیها از قدیم می شناختند. این عنصر تنها فلز مایع

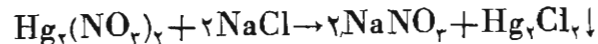
۱- جیوه را به زبان لاتین Hydrargyrum می نامند.

**مصارف جیوه - جیوه خالص در ساختن دماسنج و فشارسنج و**  
 مصارف آزمایشگاهی بکار می‌رود. یکی دیگر از مصارف جیوه استعمال  
 آن در لامپهای فلورسنت و چراغهای بخار جیوه است. نور این چراغها  
 مقدار زیادی اشعه ماورای بنفش دارد که از نظر بهداشت حائز اهمیت است.  
 چراغهای فلورسنت لوله‌هایی شیشه‌ای هستند محتوی بخار جیوه  
 که در آنها تخلیه الکتریکی انجام می‌گیرد. به جدار این لوله لایه‌ای  
 از تنگستات منیزیم مالیده‌اند که در اثر اشعه ماورای بنفش روشن شده و  
 نور مهتابی شدیدی می‌دهد. اگر به ماده مزبور کمی از ترکیبات روی  
 بیفزایند، نور به رنگهای مختلف پدید می‌آید. لامپهای فلورسنت  
 باصرفه‌تر از لامپهای معمولی هستند، زیرا روشنایی لامپهای معمولی  
 در اثر گرم شدن سیم نازک است و ۹۰٪ انرژی الکتریکی که در آنها  
 مصرف شده تولیدگرما و فقط ۱۰٪ تولید نور می‌کند، بطوری که می‌توان  
 گفت چراغهای معمولی بیشتر مولد حرارت بشمار می‌آیند تا مولد نور،  
 و به‌ازای مصرف مساوی توان الکتریکی، روشنایی حاصل از یک لامپ  
 فلورسنت سه برابر لامپهای معمولی است.

**ترکیبات جیوه - ترکیبات مهم جیوه عبارتند از:**

۱- **کلورهای جیوه - الف - کلرور مرکورو یا کالومل -**

نمکی است سفید و متبلور که در پزشکی به عنوان مسهل و زیادکننده صفرا  
 و داروی ضد سیفلیس بکار می‌رود. برای تهیه آن بر محلول نترات مرکورو  
 محلول کلرور سدیم می‌ریزند، رسوب سفید رنگ کالومل بدست می‌آید.



ب- **کلرور مرکوریک یا سوبلیمه - نمکی است سفید**

**اثر غیر فلزات - جیوه با گوگرد و هالوژنها مستقیماً ترکیب**

می‌شود.

**آزمایش ۱ - دریک شیشه محتوی گاز**

کلر چند قطره جیوه ریخته آن را تکان دهید.  
 قشر نازکی از جیوه جدار شیشه را آینه می‌کند،  
 ولی کم‌کم بر اثر ترکیب با کلر مخلوطی از کلرور  
 مرکورو و کلرور مرکوریک به رنگ سفید بر  
 جدار شیشه نمایان می‌شود (شکل ۴۵).



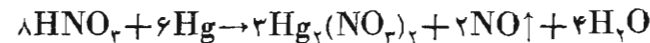
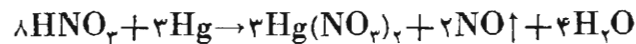
شکل ۴۵

**آزمایش ۲ - در کف دست کمی گوگرد ساییده ریخته یک قطره**

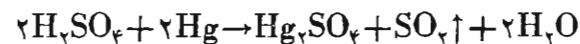
جیوه به آن افزوده و مالش دهید. مشاهده می‌کنید که جیوه به گرد  
 سیاهی که همان سولفور جیوه است تبدیل می‌شود. این سولفور سیاه در  
 اثر حرارت به سولفور قرمز (شنگرف) تبدیل می‌شود.

**اثر اسیدها - اسید کلریدریک و اسید سولفوریک در حرارت**

معمولی بر جیوه اثر نمی‌کنند. اسیدنیتریک رقیق شدت جیوه را حل  
 کرده گاز NO می‌دهد؛ با جیوه کم نترات مرکوریک و با جیوه زیاد  
 نترات مرکورو حاصل می‌شود.

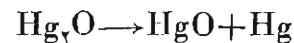


اسید سولفوریک غلیظ در گرما بر جیوه اثر کرده گاز SO<sub>2</sub> می‌دهد  
 و بر حسب آنکه مقدار جیوه کم یا زیاد باشد سولفات مرکوریک یا  
 مرکورو بدست می‌آید.



رنگ و متبلور و محلول در آب که در طب به عنوان ضد عفونی کننده بکار می رود. سمی است خطرناک و تریاق آن شیر یا سفیده تخم مرغ است، زیرا آلومینها در اثر سوبلیمه منعقد می شوند. برای تهیه آن سولفات مرکوریک را با کلرور سدیم حرارت می دهند.

۲- **اکسیدهای جیوه - الف - اکسید مرکورو**  $Hg_2O$ ، که از اثر محلول سود یا پتاس بر نمک محلول مرکورو بدست می آید. گردی است سیاه رنگ و بی ثبات که در اثر حرارت به اکسید مرکوریک تبدیل می شود.



ب- **اکسید مرکوریک**  $HgO$ ، که از اثر محلول سود بر نمک مرکوریک حاصل می شود. گردی است زرد رنگ ولی در اثر حرارت به اکسید جیوه قرمز رنگ (مرکوروز) تبدیل می شود.

ترکیبات دیگر جیوه عبارتند از: **یدور مرکوریک**  $HgI_2$  قرمز رنگ، **سولفور مرکوریک**  $HgS$  سیاه رنگ که در اثر حرارت قرمز می شود، **فولمینات جیوه**  $Hg(CNO)_2$  که ترکیبی بی ثبات است و به عنوان چاشنی مواد منفجره استعمال می شود و **مرکوروم** که ضد عفونی کننده متداولی است و شامل یک ترکیب آلی محتوی ۳۳٪ جیوه است. **طرز تشخیص یون  $Hg^{++}$  - املاح مرکوریک** که مهمترین املاح معدنی جیوه هستند به راههای زیر شناخته می شوند:

۱- با سود و پتاس رسوب زرد اکسید مرکوریک می دهند.

۲- با  $H_2S$  رسوب سیاه سولفور جیوه می دهند که در اسیدها

نامحلول است.

۳- با یدور پتاسیم رسوب قرمز یدور مرکوریک می دهند که در زیادی یدور پتاسیم حل شده و محلول بیرنگی تولید می کند.

۴- یک تیغه مسی از املاح مرکوریک جیوه آزاد می کند و سطح آن ملغمه می شود.

### تمرین و مسئله

۱- چرا قوطیهای آهن سفید برای نگهداری غذا مناسب نیست؟

۲- چرا آهن را گالوانیزه می کنند و طرز عمل چگونه است؟

۳- سفیداب روی چیست و به چه مصرفی می رسد؟

۴- چگونه جیوه را به مصرف چراغهای فلوئورسنت می رسانند؟ این چراغها چه مزیتی دارند؟

۵- ملغمه چیست و چه فلزاتی با جیوه ملغمه تشکیل نمی دهند؟

۶- در کدام وسایل آزمایشگاهی جیوه بکار می برند؟

۷- کمی جیوه بر روی یک دگمه مسی بمالید. رنگ آن سفید نقره ای می شود. علت را شرح دهید.

۸- قطره ای از محلول دارای نمک یک فلز مجهول را روی صفحه مسی

خالص ریختیم. بعد از مدتی آن را با آب مقطر شستیم. در جای قطره لکه ای درخشان باقی ماند که بر اثر گرما ناپدید شد. نمک چه فلزی در محلول بوده است؟

۹-  $0.97$  گرم سولفور روی را بشدت تشویه می کنیم. ماده باقیمانده

را در جوهر گوگرد حل کرده محلول را تبخیر می کنیم. ماده متبلوری به وزن

$2/87$  گرم حاصل می شود. فرمول این ماده متبلور را پیدا کنید.

۱۰- عنصر هم گروه با روی اکسیدی تشکیل می دهد که دارای  $12/46$

درصد اکسیژن است و آلیاژ آن با مس در تهیه سیم بکار می رود، زیرا قابلیت

هدایت الکتریکی مس را کم نمی کند و در عوض استحکام آن را بیشتر می کند.

وزن اتمی این عنصر را حساب کنید و با استفاده از جدول نام آن را پیدا کنید.

اغلب غیر ممکن است. تنها ماده معدنی که برای تهیه آلومینیم،  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  است که در فرانسه و آلمان و انازونی یافت می‌شود و چون همیشه با اکسید آهن همراه است رنگ قرمزی دارد.

اولین بار در ۱۸۲۵ *ارستد* شیمیدان دانمارکی موفق شد از حرارت دادن کلرور آلومینیم با ملغمه پتاسیم، آلومینیم نسبتاً خالص بدست آورد و در ۱۸۲۷ *وولر* شیمیدان آلمانی آن را از حرارت دادن کلرور آلومینیم خشک با پتاسیم بدست آورد، ولی آلومینیم حاصل از نقره و طلا گرانتر بدست می‌آمد. در آمریکا نیز فعالیت زیادی برای تهیه آلومینیم ابراز می‌شد و یکی از استادان دانشگاه اوپرن که مدتی در آزمایشگاه وولر در آلمان کار کرده بود پس از مراجعت به آمریکا به شاگردان خود امیدواری داد که هر کس طریقه مناسبی برای استخراج آلومینیم کشف کند با شهرت و ثروت قرین خواهد شد. دانشجوی جوانی به نام *شارل مارتن هال* که ۲۲ سال بیشتر نداشت، تحت تأثیر سخنان استاد قرار گرفت و دامن همت به کمر زد. ابتدا خواست که از اسیای بوکسیت این فلز را بدست آورد، ولی نتیجه‌ای نگرفت، سپس به فکر افتاد که آلومین مذاب را تجزیه الکتریکی نماید ولی این کار هم اشکال داشت زیرا نقطه ذوب آلومین بیش از ۲۰۰۰ درجه است. عاقبت تصمیم گرفت که از الکترولیز محلول آلومین، آلومینیم بدست آورد. انا تا آن موقع هنوز حلالی برای آلومین شناخته نشده بود. شاهکار هال از اینجا شروع می‌شود، چه پس از آزمایشهای زیاد و کوششهای فراوان عاقبت توانست آلومین را در

### خانواده آلومینیم فلزات گروه III

گروه سوم جدول تناوبی عناصر شامل تعداد زیادی عناصر شیمیایی است. لاتنایدها یا عناصر خاکی نادر نیز جزو همین گروه است. از این گروه فقط آلومینیم را مطالعه می‌کنیم.



آلومینیم  $Al = 27$

آلومینیم فلز سبک وزنی است که در طبیعت به مقدار زیاد وجود دارد. با وجود این مدت نسبتاً کوتاهی است که موفق به استخراج آن شده‌اند، چه استخراج آن به کمک زغال کک مانند استخراج آهن عملی نبود. آلومینیم خالص و ارزان در سال ۱۸۸۶ بدست آمد و از آن به بعد مصرف این فلز به علت آلیاژهای بسیار محکم و سبک وزنی که از آن تهیه می‌شود سرعت رو به افزایش گذاشته است. تاریخ تحول صنعت هواپیما - سازی مقارن با کشف آلومینیم و آلیاژهای آن است. بعضی از آلیاژهای آلومینیم مانند فولاد محکم هستند.

**حالت طبیعی** - آلومینیم از فراوانترین عناصر طبیعی است و تقریباً ۸٪ پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و به صورت گل رس در بیشتر نقاط یافت می‌شود و گاهی نیز با ترکیبات دیگر همراه است و تشکیل میکا و فلدسپات را می‌دهد. استخراج آلومینیم از این ترکیبات بسیار مشکل و

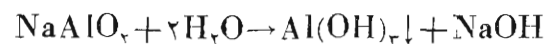


در بوایت یا فلورور مضعف آلومینیم و سدیم مذاب حل نماید .  
 در بولیت ماده‌ای است سفیدرنگ و متبلور و در جزیره گروئنلند یافت  
 می‌شود . حال کریولیت را در قری از گرافیت ذوب کرد و به آن آلومین  
 افزود و جریان برق از آن عبور داد و در سال ۱۸۸۶ با کمال موفقیت  
 آلومینیم را بدست آورد . اتفاقاً دو ماه بعد یک شیمیدان جوان فرانسوی  
 به نام **هرولت** که وی نیز ۲۲ ساله بود به همین طریقه در فرانسه آلومینیم  
 تهیه کرد و در کسب این افتخار سهیم شد . اعمالی که امروزه برای  
 استخراج آلومینیم انجام می‌شود به دو مرحله تقسیم می‌گردد :

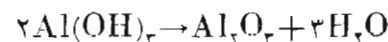
۱- تهیه آلومین خالص از بوکسیت - بوکسیت را نرم کوبیده  
 و در محلول گرم و غلیظ سود می‌ریزند . پس از ۲ تا ۳ ساعت آلومین با  
 سود آلومینات سدیم محلول می‌دهد .



ناخالصیهای بوکسیت از قبیل سیلیس و اکسید آهن به صورت گل  
 ولای قرمز رنگ ته‌نشین می‌شود . محلول را صاف کرده آب فراوان به آن  
 می‌افزایند و محلول را سرد می‌کنند ، نیدروکسید آلومینیم ته‌نشین  
 می‌شود .

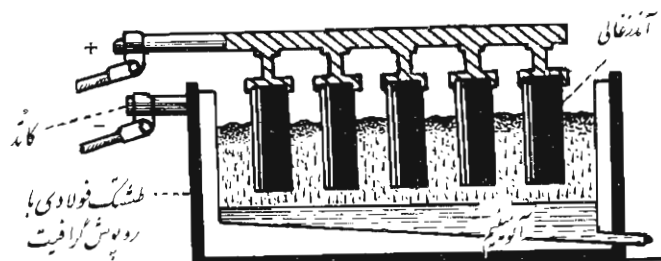


این رسوب را در  $1200^\circ$  حرارت تکلیس می‌کنند تا آلومین بی‌آب  
 بدست آید .



۲- الکترولیز آلومین - ظرف الکترولیز از فولاد است که جدار

داخلی آن با گرافیت پوشیده شده و کاتد را تشکیل می‌دهد . اندک آن  
 از تیغه‌های زغال گرافیت است ( شکل ۴۶ ) . شدت جریان در حدود  
 ۱۰۰۰۰ آمپر است ، ولی اختلاف پتانسیل از ۶ ولت تجاوز نمی‌کند .  
 آلومین خالص را با ۹ برابر وزنش کریولیت در کوره می‌ریزند و جریان



شکل ۴۶ - کوره الکتریکی استخراج آلومینیم

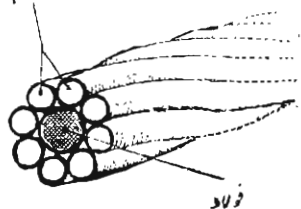
برق از آن عبور می‌دهند . ابتدا کریولیت ذوب می‌شود و سپس آلومین  
 در آن حل شده تجزیه می‌گردد .



به طرف آند → ← به طرف کاتد

آلومینیم مذاب که سنگین تر از مخلوط است در ته کوره جمع شده

آلومینیم



شکل ۴۷ - در تهیه کابل‌های برق

آلومینیم بکار می‌رود

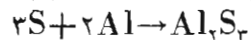
خارج می‌گردد و اکسیژن در آند متصاعد  
 شده آن را می‌سوزاند . مصرف زغال آند  
 در این طریقه بسیار زیاد است و برای تهیه  
 هر کیلو گرم آلومینیم  $\frac{2}{3}$  کیلوگرم زغال  
 مصرف می‌شود .

خواص فیزیکی - آلومینیم فلزی

است نقره‌ای مایل به آبی و صیقل پذیر ، به وزن مخصوص  $\frac{2}{7}$  و در حدود

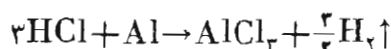
۲- اثر کلروگنوگرد - از غیر فلزات کلر و کوگرد با

آلومینیم ترکیب می شوند .



۳- اثر اسیدها - اسید کلریدریک شدیدتر از سایر اسیدها در

آلومینیم اثر کرده گاز هیدروژن می دهد .



اسید سولفوریک رقیق و غلیظ با حرارت بر آن اثر می کند . اسید

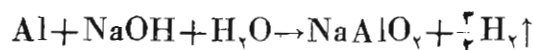
نیتریک رقیق بر آلومینیم اثر می کند ولی اسید نیتریک غلیظ در شرایط

معمولی آن را روین می کند و از تأثیر اسید نیتریک رقیق نیز حفظ

می کند .

۴- اثر بازها - آلومینیم در قلیاهای قوی حل شده گاز هیدروژن

و ترکیبی به نام آلومینات می دهد .



مصارف آلومینیم - آلومینیم به مقدار زیاد در هواپیما سازی

و تهیه وسایل نقلیه و منازل متحرک و کابلهای برق و لوازم مطبخ و تهیه

کاغذهای آلومینیم برای بسته بندی مواد غذایی بکار می رود .

آلیاژهای آلومینیم - آلومینیم با بیشتر فلزات تولید

آلیاژی می کند که در عین سبکی از فولاد محکم ترند و وزن مخصوص

هیچیک از ۶ تجاوز نمی کند . مهمترین آنها عبارتند از :

۱- برنز آلومینیم که آلیاژی است از آلومینیم و مس به رنگ

زرد خوش رنگ و برای ساختن سکه و اشیای لوکس بکار می رود .

۶۶۰° حرارت ذوب می شود. قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی آن زیاد است و به این جهت آن را برای تهیه کابلهای انتقال انرژی الکتریک (شکل ۴۷) و ساختن ظروف مطبخ بکار می برند .

خواص شیمیایی - ۱- اثر اکسیژن و هوا - سطح آلومینیم در

هوا بسرعت اکسید می شود و اکسید حاصل که  $\text{Al}_۲\text{O}_۳$  است پوشش محکم و فساد ناپذیری تشکیل می دهد که مانع فاسد شدن بقیه فلز می باشد .

مفتول آلومینیم در شعله نرم شده ولی نمی سوزد ، زیرا سطح آن بر اثر

حرارت از یک ورقه اکسید آلومینیم پوشیده می شود . آلومینیم در

اکسیژن خالص بشدت سوخته حرارت زیادی تولید می کند . چراغهای

عکاسی شب (فلاش) محتوی نوار آلومینیم و اکسیژن خالص است .

آلومینیم ، به علت میل ترکیبی زیاد با اکسیژن ، یک احیاکننده

قوی است و اکسیدهای فلزی

را باسانی احیا می کند .

مخلوطی از اکسید

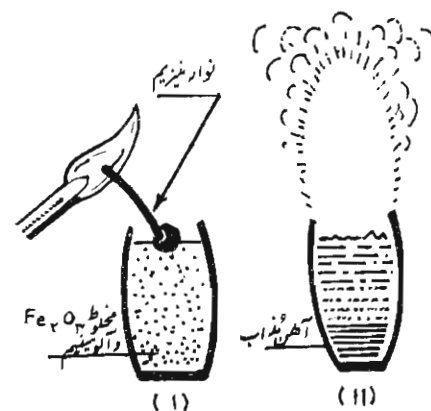
آهن و براده آلومینیم را اگر

با نوار منیزیم آتش بزیم ،

اکسید آهن احیا شده ، آهن

آزاد می گردد . درجه

حرارت حاصل در این عمل



شکل ۴۸

به اندازه ای زیاد است که آهن به حالت مذاب در می آید (شکل ۴۸) .

از این مخلوط که ترمیت نام دارد در ریخته گری و لحیم کاری استفاده

می کنند .

مهمترین زاجها زاج سفید است که همان سولفات پتاسیم و پتاسیم است. این ماده در طبیعت فراوان است و در ایران نیز در حوالی کاشان ویزد یافت می شود. زاجهای دیگر رنگهای مختلف دارند. زاج آهن صورتی رنگ و زاج کروم بنفش و زاج منگنز گوشتی رنگ است. **ایزومر فیسیم** - شباهت کامل زاجها را از لحاظ شکل بلور و ساختمان شیمیایی در اصطلاح علمی ایزومر فیسیم می نامند. بطور کلی دو ماده که یک ساختمان شیمیایی و یک شکل بلور دارند ایزومر نامیده می شوند. یکی از خصوصیات ایزومرها آن است که با هم متبلور می شوند. دو آزمایش زیر فهم این مطلب را آسان می کند:

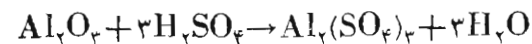
**آزمایش ۱** - در یک ظرف آب گرم مخلوطی از بلورهای کلرور پتاسیم و نترات سدیم را تا حد اشباع حل می کنیم تا محلول متجانسی بدست آید. این محلول را می گذاریم تا سرد و متبلور شود. از بررسی خواص بلورهای حاصل و مشاهده آنها به وسیله ذره بینهای قوی معلوم می گردد که شکل بلورهای همه آنها یکسان نیست و در یک بلور هم، از همه آن ترکیبات وجود ندارد. یعنی هر یک از نمکها جداگانه متبلور شده اند.

**آزمایش ۲** - اکنون محلول اشباع شده ای از مخلوط دوزاج مثلاً زاج آلومینیم سفید رنگ و زاج کروم بنفش رنگ را که هم شکل و هم فرمول، با به اصطلاح دیگر ایزومر هستند، تهیه کرده و متبلور می کنیم. مشاهده می شود که نسبت مخلوط هر چه باشد هیچیک از زاجها بطور جداگانه متبلور نمی شوند، بلکه در ظرف فقط یک نوع بلور تازه ای به شکل بلورهای قبلی زاجها پدید می آید که رنگ ارغوانی داشته و

۲- **دوزالومین**، که بسیار محکم بوده و در صنعت اتوموبیل و هواپیما بکار می رود.  
۳- **آلپاکس**، که جهت تهیه وسایل آزمایشگاهها بکار می رود.  
۴- **آلیاژهای بیسارسبک** که در صنعت هواپیما سازی مصرف دارند.

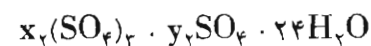
### ترکیبات آلومینیم

۱- **سولفات آلومینیم** - سولفات آلومینیم را از اثر اسید - سولفوریک بر آلومین بدست می آورند.



این نمک با ۱۸ مولکول آب متبلور می شود  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  و در آب بخوبی محلول است. در آب ئیدرولیز شده محیط را اسیدی می کند. سولفات آلومینیم از مهمترین نمکهای آلومینیم است و به مقدار زیاد برای تهیه ئیدروکسید آلومینیم  $\text{Al}(\text{OH})_3$  مصرف می شود.

**زاجها** - اگر سولفات آلومینیم و سولفات پتاسیم را به نسبت مولکولی مساوی در آب حل کرده و محلول را تبخیر کنند، سولفات مضاعف متبلوری بدست می آید به شکل هشت سطحی منظم و به فرمول  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ . این ماده از جمله ترکیباتی است به نام زاجها که همگی به صورت سولفات مضاعف یک فلز سه ظرفیتی x (مانند آلومینیم، آهن و کروم) و یک فلز یک ظرفیتی y (مانند سدیم، پتاسیم یا امونیم) هستند و با ۲۴ مولکول آب و به شکل هشت سطحی منظم متبلور می شوند.



در حقیقت همان محلول متجانس زاجها هستند که بصورت بلور درآمده اند. بنابراین محلول دو ماده ایزومرف به هر نسبتی که مخلوط شوند بلورهای بی تشکیل می دهند شبیه به بلور هر يك از آن مواد. بالعکس دو ماده که مانند زاجها بتوانند به هر نسبت مخلوط شده و بلور مشخص تشکیل دهند، ایزومرف هستند. از آنچه گفته شد میچرلیخ<sup>۱</sup> دانشمند آلمانی اینطور نتیجه گرفت که:

دو ماده که دارای شکلهای بلوری متشابه باشند و بتوانند به هر نسبت در ساختمان يك بلور شرکت کنند، دارای فرمولهای متشابهند.

با استفاده از ایزومرفیسم توانسته اند جرم اتمی بسیاری از عناصر را محاسبه نمایند.

**مثال - محاسبه جرم اتمی نقره -** کلرور نقره و کلرور سدیم ایزومرفند، یعنی هر دو به شکل مکعب متبلور می شوند. بنابراین چنانچه فرمول کلرور سدیم به صورت NaCl بر ما معلوم باشد، فرمول کلرور نقره باید به صورت AgCl باشد. در این صورت جرم اتمی نقره مقداری از این عنصر است که با يك اتم کلر یعنی ۳۵/۵ گرم آن ترکیب می شود. فرض می کنیم که تجزیه شیمیایی کلرور نقره نتایج زیر را بدهد:

$$\frac{24}{74} = \% \text{ کلر}$$

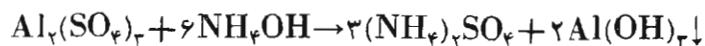
$$\frac{75}{26} = \% \text{ نقره}$$

بنابراین با يك تناسب، جرم اتمی نقره محاسبه می شود:

نقره	کلر
$\frac{75}{26}$	$\frac{24}{74}$
$x = 108$	$\frac{35}{5}$

1 - Mitscherlich (۱۸۶۳ - ۱۷۹۴)

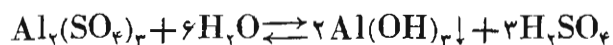
۲ - **تیدروکسید آلومینیم** - از اثر بازها بر محلول سولفات آلومینیم یا زاج سفید رسوب ژلاتینی تیدروکسید آلومینیم بدست می آید.



این رسوب، هم در اسیدها و هم در بازها حل می شود.

تیدروکسید آلومینیم برای تصفیه آب و نفوذ ناپذیر کردن پارچه ها و با ثبات کردن رنگها بکار می رود.

۱- آبهای طبیعی اغلب کمی قلیایی هستند (pH = ۸ تا ۹) از این رو املاح آلومینیم در آب تیدرولیز شده رسوب تیدروکسید آلومینیم می دهند. همین خاصیت اساس تصفیه آبهای آشامیدنی است، زیرا رسوب حاصل، مواد معلق و باکتریهای موجود در آب را با خود همراه برده ته نشین می کند. اگر آب قلیایی نباشد، لازم است قبلاً کمی آهک در آن ریخته و سپس سولفات آلومینیم بیفزایند.



۲- اگر تیدروکسید آلومینیم را بر روی پارچه های پنبه ای یا پشمی رسوب دهند، منافذ پارچه به وسیله آن مسدود شده و در این صورت پارچه نفوذ ناپذیر می شود (امپر مابل).

۳- تیدروکسید آلومینیم مواد رنگی را به خود جذب کرده تشکیل رنگ ثابتی به نام لاک می دهد. بسیاری از رنگهای جوهری بر روی پارچه بی ثباتند و بر اثر شستن از بین می روند، ولی اگر رنگ را همراه تیدروکسید آلومینیم برالیاف پارچه رسوب دهیم، رنگ ثابتی تشکیل می شود که بر اثر شست و شو و آفتاب از بین نمی رود. موادی که مانند

هوا نتیجه می‌شود. جسمی است دیرگداز و با آب خمیر چسبنده‌ای می‌سازد که بر اثر گرما و پخته شدن آب تبلور خود را از دست داده، سخت و نفوذناپذیر می‌گردد، برای بیرنگ کردن روغنهای نباتی و حیوانی کائولن بکار می‌برند. برای این کار کافی است که روغن را جوشانده و به میزان ۲۰٪ از این خاک به آن بیفزایند و سپس به وسیله سائتریفورژ آن را جدا کنند.

### گوزه‌گری و چینی‌سازی

ساختن ظروف سفالی از قدیم‌ترین صنایع بشر است و در حفاریهای آثار مصریان و سایر ملل از قدیم تعداد بیشماری از این ظروف بدست آمده است. از انواع گل رس، آجر و سفال و ظروف سفالین و چینی و بدل چینی و کاشی می‌سازند، بطور کلی کائولن و اقسام خاک رس نم‌گیر هستند و با آب خمیر چسبنده‌ای تولید می‌کنند که می‌توان آنها را به هر شکل در آورد.

خشت خام را از خاک رس معمولی می‌سازند که پس از قالب‌گیری در مجاورت هوا می‌گذارند تا خشک شود.

آجر همین خشت خام است که در کوره‌های آجرپزی می‌پزند. از گل رس خالص ظروف سفالین تهیه می‌کنند. برای این کار خمیر را بر روی چرخهایی که به کمک پا یا به وسایل مکانیکی می‌چرخند گذاشته و با دست یا قالبهای مخصوص آن را به اشکال مختلف در می‌آورند و پس از خشک شدن در کوره چیده آن را می‌پزند. این ظروف، هنگام پخت جمع شده شکاف بر می‌دارند. برای رفع این عیب

زیاد و کمبود آلومینیم چنین خاصیتی را دارند به دندانده موسومند.

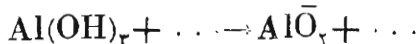
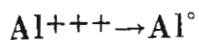
**۳- اکسید آلومینیم یا آلومین  $Al_2O_3$**  - آلومین خالص در طبیعت به صورت سنگهای متبلور و محکم و درخشان یافت می‌شود. یک نوع آن کورندون نام دارد که بسیار سخت است. سمباده نیز یک نوع کورندون ناخالص است. بوکسیت آلومین آبدار است. آلومین گاهی با ترکیبات مختلف همراه است و سنگهای قیمتی به رنگهای آبی (فیروزه)، قرمز (یاقوت)، سبز (زمرد) و زرد (توپاز) را تشکیل می‌دهد. امروز این سنگهای قیمتی را مصنوعاً هم می‌سازند. برای این کار اکسید آلومینیم خالص را به نسبت لازم با اکسیدهای فلزات مختلف مخلوط و نرم کرده در گرمای شدید شالومو ذوب می‌کنند.

**۴- سیلیکاتهای آلومینیم** - سیلیکاتهای آلومینیم در طبیعت فراوان و بیشتر با مواد دیگر همراهند. میکا یا طلق نسوز، سیلیکات مضاعف آلومینیم و پتاسیم است که گاهی کمی سیلیکات منیزیم نیز همراه دارد. این جسم نمی‌سوزد و مانند شیشه شفاف است و صفحات نازک آن را در چراغها و بخاریها به جای شیشه بکار می‌برند. فلدسپات، سیلیکات مضاعف آلومینیم و پتاسیم یا سدیم است که اغلب با کوارتز و میکا مخلوط است و سنگ خارا را تشکیل می‌دهد.

**خاک رس** - خاک رس سیلیکات آلومینیم است که با آهک و اکسید آهن و مقدار زیادی سیلیس همراه است و به گل کوزه‌گری موسوم است و به مصرف ساختن آجر و سفال و کوزه‌های گلی و کاشیهای پست می‌رسد. کائولن یا خاک چینی خالص‌ترین نوع خاک رس است که از سیلیکات آلومینیم آبدار تشکیل شده و از تجزیه فلدسپات بر اثر آب و گاز کربنیک

## تمرین و مسئله

- ۱- کربولیت چیست و به چه مصرفی می‌رسد؟
- ۲- چه خاصیت مهم فیزیکی آلومینیم سبب شده است که این فلز مصارف فراوانی داشته باشد؟
- ۳- چرا برای تهیه ظروف مطبخ، آلومینیم را بر مس ترجیح می‌دهند؟
- ۴- با چه آزمایشی می‌توان خاصیت احیاکنندگی آلومینیم را نشان داد؟
- ۵- سولفات آلومینیم را به چه دلیل در تصفیه آب بکار می‌برند؟
- ۶- اگر بر محلول سولفات آلومینیم کم‌کم محلول سود بیفزاییم رسوب تشکیل می‌شود و باقی می‌ماند، ولی اگر بر محلول سود کم‌کم محلول سولفات آلومینیم اضافه کنیم رسوب تولید می‌شود ولی فوراً ناپدید می‌شود. چرا؟
- ۷- می‌دانیم که آلومینیم با اینکه قبل از تیروژن در جدول میل ترکیبی قرار دارد، تیروژن را از آب جدا نمی‌کند. اما اگر قلیا به آب اضافه کنیم، آلومینیم بر محلول حاصل بخوبی اثر می‌کند و تیروژن را آزاد می‌کند. چرا؟
- ۸- برای تبدیلات زیر مثال بیاورید:



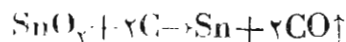
- ۹- یک گرم آلیاژ مس و آلومینیم را با مقدار زیادی سود عمل می‌کنند. سپس آن را صاف کرده باقیمانده روی کاغذ صافی را پس از شستن، در اسید-نیتريك حل می‌کنند. پس از تبخیر محلول و تکلیس باقیمانده، ماده‌ای به وزن ۰/۴ گرم باقی می‌ماند. عیار آلیاژ را حساب کنید.
- ۱۰- آلیاژ دارای ۵۰ درصد آلومینیم و ۵۰ درصد آهن را با محلول سود عمل کردیم تا ۳۵ درصد وزن خود را از دست داد. درصد آلومینیم و آهن را در باقیمانده حساب کنید.
- ۱۱- از احیای اکسید نیکل NiO با آلومینیم، آلیاژی از نیکل و آلومینیم را تهیه می‌کنند که در آن در مقابل هر اتم نیکل یک اتم آلومینیم وجود دارد. چند گرم آلومینیم بگیریم تا ۴۳ گرم از این آلیاژ بدست آید؟

لازم است مقداری مواد خارجی از قبیل گچ و ماسه به خمیر اضافه کنند. علاوه بر این، چون اصولاً ظروف سفالین و چینی متخلخل هستند، برای اینکه نفوذ ناپذیر شوند، سطح آنها را لعاب می‌دهند.

چینی از کائولن نرم ساخته می‌شود و اغلب به آن کمی کوارتز و فلدسپات ساییده و گاهی آهک می‌افزایند و برای اینکه چسبندگی خمیر آن بیشتر شود، کمی روغن نیر به آن اضافه می‌کنند. پختن ظروف چینی دو مرحله دارد: ابتدا آن را در ۸۰۰ درجه حرارت می‌پزند (پخت اول) ولی چون در این حالت ظروف چینی متخلخلی بدست می‌آید، روی آن را لعاب می‌دهند. برای این کار ظرف را در محلول کلوئیدی فلدسپات و کوارتز فروبرده و دوباره تا ۱۵۰۰ درجه حرارت می‌دهند (پخت دوم). چینی در این درجه حرارت به نقطه ذوب می‌رسد و لعاب که زودتر ذوب می‌شود در آن نفوذ کرده و پوشش درخشانی تشکیل می‌دهد. اگر بخواهند لعاب چینی رنگین شود، کمی اکسیدهای فلزات مختلف به لعاب اضافه می‌کنند. مثلاً برای رنگ آبی، اکسید کبالت و برای رنگ سبز، اکسید کروم یا اکسید مس و برای رنگ قهوه‌ای، اکسید فریک و برای رنگ زرد، کرومات سرب و برای رنگ صورتی، ارغوانی کاسیوس و برای رنگ طلایی، مخلوطی از کلرور طلا و سولفات فرو بکار می‌برند. برای اینکه خاکستر و گرد و غبار و دود کوره بر لعاب اثر نکرده و آن را تیره و کثیف نکند، معمولاً ظروف را در صندوقهایی از خاک نسوز چیده و صندوق را در کوره حرارت می‌دهند.

برای نقاشی و تزئین ظروف چینی معمولاً قبل از پخت دوم بر روی آن با قلم مو نقاشی کرده و سپس آن را می‌پزند و بعد لعاب می‌دهند.

**استخراج -** برای تهیه قلع، کلسیت را با زغال احیا می‌کنند.



ابتدا قلع ناخالصی بدست می‌آید که آهن همراه دارد و چون آن را بشدت حرارت دهند قلع آلودتر ذوب و جدا می‌گردد.

**خواص فیزیکی -** قلع فلزی است تقریباً رنگی زرد با وزن مخصوص

$7/3$  که در  $232^\circ$  ذوب می‌شود. قلع فلز نرمی است ولی از سرب کمی سخت‌تر است. در اثر مالش بوی نامطبوعی می‌دهد که منحصر آن است. بلورهای قلع درشت و شکننده هستند و به همین علت وقتی که یک میله یا صفحه قلع را تا می‌کنند صدای مخصوصی می‌دهد که به « فریاد قلع » موسوم است و احتمالاً از اصطکاک بلورهای قلع حاصل می‌شود.

اگر قلع را دقیقاً تا  $40^\circ -$  سرد کنند، به صورت گرد خاکستری رنگی در می‌آید که تا  $13/2^\circ$  حرارت به همان حال باقی می‌ماند. این خاصیت که به « طاعون قلع » موسوم است اولین بار در موزه‌های روسیه مشاهده شد، به این ترتیب که بعضی از ظروف قلعی در اثر سرمای زیاد به گرد تبدیل شد و درهم ریخت.

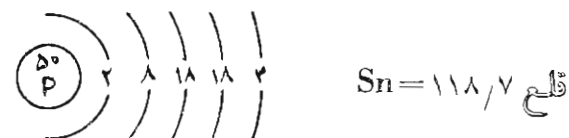
**خواص شیمیایی -** ۱- اثر هوا - قلع فلزی است کم‌اثر و در هوای خشک یا مرطوب فاسد نمی‌شود. به همین مناسبت صفحات آهن یا فولاد را از قلع می‌پوشانند (حلی).

**مقایسه دوام حلی و آهن سفید -** اگر قسمتی از قلع حلی کنده شود و آهن آن عریان گردد، در اثر رطوبت و انیدرید کربنیک هوا خیلی تشکیل می‌شود که آهن قطب منفی آن است، زیرا آهن در ستون میل ترکیبی فلزات پیش از قلع قرار دارد، در این صورت واکنش

## فلزات گروه IV

### قلع و سرب

قلع و سرب که با کربن و سیلیسیم در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند در ترکیبات خود دو ظرفیتی و چهار ظرفیتی هستند و علاوه بر آنکه خواص فلزی آنها قابل توجه است، مانند غیر فلزات تشکیل بنیان اسیدی و نمک‌هایی به نام پلمبات و استانات و پلمبیت و استانیت می‌دهند.

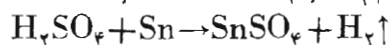
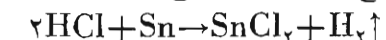


قلع را نیز از خیلی قدیم می‌شناختند. یکی از علل حمله سزار قیصر روم به انگلستان، دست یافتن به معادن قلع آن سرزمین بود. فنیقیها در قدیم انحصار این فلز را در دست داشتند و تمام قلع مورد نیاز اروپای غربی و کشورهای اطراف مدیترانه را تأمین می‌کردند.

**حالت طبیعی -** مهم‌ترین سنگ معدن قلع اکسید قلع  $\text{SnO}_2$  یا کاسیتريت است که در هندوستان و انگلستان و جزایر مالزی و اندونزی یافت می‌شود.

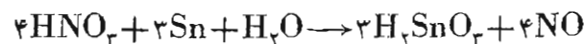
بنابراین آهن چون به صورت یون در نمی آید زنگ نمی زند و در واقع روی فدای آهن می شود و تا وقتی که روی وجود دارد آهن زنگ نمی زند (شکل ۵۰).

۲ - اثر اسیدها - جوهر نمک و جوهر گوگرد معمولی رقیق در سرما بکندی بر قلع اثر کرده املاح استانو و گاز ئیدروژن می دهند



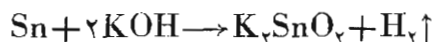
ولی اسید کلریدریک گرم و غلیظ بخوبی بر قلع اثر می کند .

اسید سولفوریک غلیظ نیز با سانی بر آن اثر می کند و سولفات استانیک و گاز انیدرید سولفور می دهد . اسید نیتریک غلیظ با قلع تولید اسید متاستانیک  $\text{H}_2\text{SnO}_3$  می کند .



گاز کربنیک هوا و اسیدهای آلی بر قلع بی اثرند . به همین جهت ظروف مسی آشپزخانهها را با قلع سفید می کنند .

۳ - اثر بازها - محلول غلیظ و گرم قلیاها قلع را حل کرده گاز ئیدروژن و نمک استانیت می دهد .



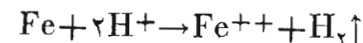
موارد استعمال قلع - قلع مصارف متعدد دارد . قلع را برای پوشش صفحات آهن و مس و ساختمان ماشینها و تهیه کاغذهای نازک قلعی جهت لافافه مواد غذایی مانند شکلات و کره و پنیر بکار می برند . ظروف قلعی را برای نگهداری آب مقطر و اسیدهای کم اثر و مواد غذایی بکار می برند .

آلیاژهای قلع - قلع با بسیاری از فلزات ممزوج شده آلیاژ

۱ - بهتر است فرمول اسید متاستانیک را به صورت  $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

بنویسیم .

ریر انجام می گیرد :

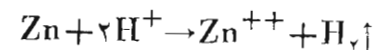


یون  $\text{Fe}^{++}$  با یون  $\text{OH}^-$  آب ترکیب شده تولید ئیدروکسید - فرو  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  و بلافاصله در اثر اکسیژن هوا تولید ئیدروکسید فریک  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  می نماید و ئیدروژن از قلع متصاعد می شود . بنابراین فساد از آهن شروع می شود و وجود قلع هم به آن کمک می کند ، بقسمی که پس از چندی حلبی سوراخ خواهد شد (شکل ۴۹) .  
به همین علت است که ظرفهای حلبی وقتی که زنگ می زنند سوراخ می شوند .



شکل ۴۹

حال اگر آهن سفید را که پوشش آن روی است در نظر بگیریم ، در اینجا روی و آهن پیل تشکیل می دهند که روی ، قطب منفی آن خواهد بود و در نتیجه واکنش زیر صورت می گیرد :

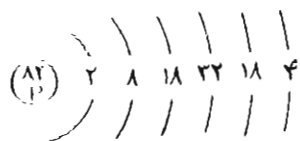


شکل ۵۰

یعنی روی حل می شود و ئیدروژن از آهن که قطب مثبت است

متصاعد می گردد .





سرب  $Pb = 207$

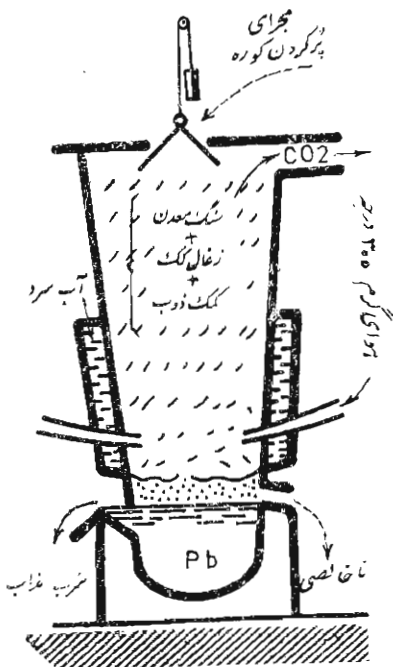
سرب را از قدیم می‌شناختند. در حفاریهای خرابدهای پمپنی لوله‌هایی از سرب کشف شده است که گویا رومیها از آنها برای لوله‌کشی حمامهای خود استفاده می‌کردند.

**حالت طبیعی** - سنگ معدن مهم سرب سولفور سرب یا کالان  $PbS$  است که بیشتر با سولفور روی و سولفور نقره همراه است و در

امریکا، انگلستان، آسیایا و فرانسه یافت می‌شود. معادن سرب ایران

که اکنون از آنها بهره‌برداری می‌شود عبارتند از: معادن سرب زنجان، معدن لالان واقع در گلپایگان، و معادن خاند، سورمه، نخلک و اردستان.

**استخراج سرب** - اعمال مقدماتی که برای استخراج سرب اجرا می‌شود بستگی دارد به نوع ناخالصیهای سنگ معدن.

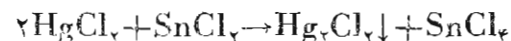


شکل ۵۱

معمولاً سنگ معدن را پس از تصفیه و شناور کردن به دو طریق

می‌دهند. آلیاژ حروف چاپ و برنز و آلیاژهای زودگداز چند نمونه از آلیاژهای قلع هستند. آلیاژ لحیم کاری که شامل ۵۰٪ قلع و ۵۰٪ سرب است یکی دیگر از آلیاژهای قلع است.

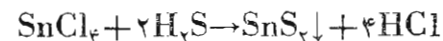
**ترکیبات قلع** - قلع دارای دو دسته ترکیب است: ترکیبات استانو (دوظرفیتی) و ترکیبات استانیک (چهارظرفیتی). از مهمترین ترکیبات استانو **کلرور استانو**  $SuCl_4$  است که ماده‌ای است سفید-رنگ و احیاکننده و از حل کردن قلع در اسید کلریدریک حاصل می‌شود. این نمک با دو سولکول آب متبلور می‌شود. کلرور استانو، کلرور-مرکوری را احیا و به کلرور مرکور تبدیل می‌نماید. همچنین کلرور طلا را احیا و طلا آزاد می‌کند.



مهمترین ترکیبات استانیک عبارتند از:

۱- **کلرور استانیک**  $SuCl_4$ ، مایعی است بیرنگ و سنگین‌تر از آب و در  $120^\circ$  می‌جوشد. در مجاورت هوا رطوبت جذب کرده دودی سفیدرنگ متصاعد می‌کند. برای تهیه این ماده کلر را بر قلع مذاب اثر می‌دهند.

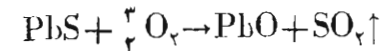
۲- **سولفور استانیک**  $SuS_4$ ، از اثر گاز  $H_2S$  بر کلرور استانیک بدست می‌آید. رسوبی است زردرنگ که در اسیدهای رقیق نامحلول است.



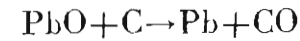
از حرارت دادن مخلوطی از قلع و گوگرد و نوشادر نیز این سولفور به صورت فلسهای متبلور طلایی‌رنگ (اکلیل زرد) تشکیل می‌شود.

استخر اچ می کنند :

۱- **طریقه تشویه و احیا** - سولفور سرب را در مجاورت هوا بشدت حرارت می دهند تا به اکسید تبدیل شود .

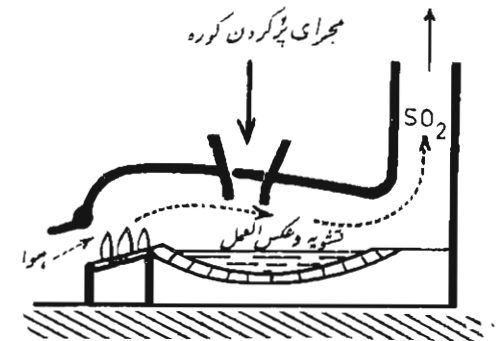


سپس اکسید حاصل را بازغال کک در کوره های مرتفعی در  $700^\circ$  حرارت احیا می کنند ( شکل ۵۱ ) .



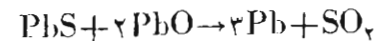
۲- **طریقه تشویه و عکس العمل** - در این طریقه ، سولفور سرب

را بطور ناقص تشویه می کنند و همینکه قسمتی از آن به اکسید تبدیل گردید مجاری کوره را بسته و مخلوط را تا  $900^\circ$  حرارت می دهند ، بقیه سولفور



شکل ۵۲

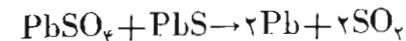
بر اکسید سرب اثر کرده سرب آزاد می شود ( شکل ۵۲ ) .



۱ - باید دانست که در اثر تشویه ناقص قسمتی از سولفور به سولفات سرب تبدیل می شود .



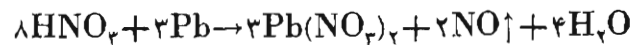
ولی همین سولفات هم به کمک بقیه سولفور ، احیا شده سرب آزاد می گردد .



**خواص سرب** - سرب فلزی است سنگین ( $d = 11/4$ ) و در

$327^\circ$  ذوب می شود و بسیار نرم است ، بطوری که با چاقو بر راحتی بریده می شود . استحکام زیادی ندارد ، به این جهت با آن نمی توان مفتول ساخت . لوله ها و مفتولهای سربی را به وسیله ریخته گری در دستگاههای مخصوصی تهیه می کنند . رنگ سرب معمولاً خاکستری است ، ولی اگر آن را ببرند سطح مقطع آن مانند نقره براق است ، لیکن آن هم در مدت کمی دوباره تیره و خاکستری می شود و این به علت تشکیل یک طبقه اکسید سرب است . آب خالص بر سرب اثر ندارد ، ولی آبی که گاز کربنیک همراه داشته باشد بر سطح سرب یک پوشش کربنات بازی سرب  $Pb(OH)_2 \cdot PbCO_3$  تولید می کند که محکم و نامحلول در آب است و بقیه فلز را محافظت می کند . از این رو ، هر چند که ترکیبات سرب سمی هستند ، می توان لوله های سربی را برای توزیع آب آشامیدنی بکار برد .

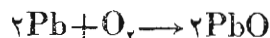
**اثر اسیدها** - اسید کلریدریک و اسید سولفوریک بسختی بر سرب اثر می کنند ، چون سطح فلز از یک طبقه کلرور یا سولفات سرب پوشیده می شود که در اسیدها نامحلول است ، ولی چون کلرور سرب در آب جوش حل می شود ، جوهر نمک در گرما بر سرب بهتر اثر می کند . اسید نیتریک تنها اسیدی است که سرب را باسانی حل کرده و گاز NO متصاعد می کند .



**اثر بازها** - سرب در سود و پتاس جوشان حل شده و گاز

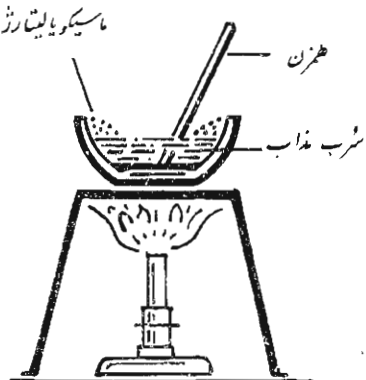
-۱۷۳-

موسوم به ماسیکو یا مردار سنگ به فرمول  $PbO$ .

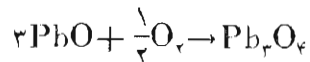


این گرد در  $۸۵۰^\circ$  ذوب شده و پس از سرد شدن به صورت گرد نارنجی

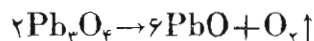
رنگی در می آید به نام لیتارژ یا مردار سنگ طلایی که با ماسیکو هم فرمول است (شکل ۵۴). اگر جریانی از اکسیژن را بر ماسیکو که تا  $۴۵۰^\circ$  حرارت گرم شده باشد عبور دهند، گرد قرمز خوش رنگ سرنج بدست می آید.



شکل ۵۴



این گرد را در نقاشی مصرف می کنند و با روغن بزرک یا کتان مخلوط کرده خمیری برای پوشش آهن و فولاد و محافظت آنها از زنگ زدن تهیه می کنند. سرنج در درجات حرارت بالاتر به لیتارژ و اکسیژن تجزیه می شود.

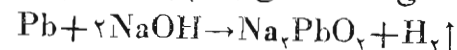


از این رو سرنج را می توان به عنوان یک اکسید کننده مصرف نمود. سرنج و لیتارژ به مقدار زیاد در بلور سازی و تهیه لعاب چینی مصرف می شوند.

از اثر اسید نیتریک بر سرنج اکسیدی بدست می آید به رنگ قهوه ای شکلاتی موسوم به بی اکسید سرب که در ساختمان قطبهای مثبت باتریها بکار می رود.

-۱۷۲-

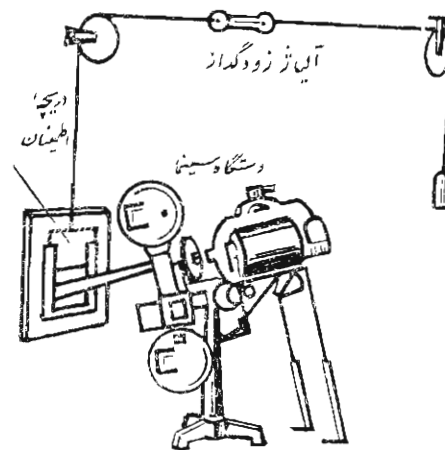
این متاعده می کند و نمکی به نام پلمبیت می دهد.



پلمبیت سدیم

مصارف سرب - ورقه های سرب خالص را برای پوشش اتاقهای تهیه اسید سولفوریک و باتریهای ماشین و تهیه لوله های گاز و آب بکار

می برند. آلیاژهای سرب از خود سرب محکمتر و زودگذرند. آلیاژی از سرب و بیسموت و کادمیم وجود دارد که در پایین تر از درجه حرارت آب جوش، ذوب می شود. از این آلیاژ برای جلوگیری از توسعه حریق و اطفاي آن استفاده می کنند (شکل ۵۳).



شکل ۵۳ - اگر فیلم آتش بگیرد، آلیاژ زودگذر فوراً ذوب شده و درجه اتاق پروژکسیون می افتد و سالن از خطر حریق برکنار می ماند

یکی از مصارف مهم

سرب تهیه حروف چاپ است که از ۸۰٪ سرب و ۲۰٪ آنتیموان تشکیل شده و از سرب زودتر ذوب می شود، ولی مقاومت آن در مقابل فشار چاپ خیلی بیشتر از سرب است. آلیاژی از سرب و ۵٪ آرسنیک را برای ساختن ساچمه و گلوله های سربی بکار می برند.

### ترکیبات سرب

۱- اکسیدهای سرب - اگر سرب مذاب را در مجاورت هوا تا  $۳۵۰^\circ$  حرارت دهند، سطح آن از یک طبقه گرد زرد رنگ پوشیده می شود

-۱۷۵-

۱- سفیداب ، که ماده اصلی و اساسی رنگ را تشکیل می دهد .

سفیداب اقسام مختلف دارد و مهمترین آنها عبارتند از :

الف - سفیداب سرب ، که از خیلی قدیم در نقاشی بکار می رفت . رنگش سفید و قدرت پوشانندگی آن بسیار خوب است ولی عیبی که دارد اولاً سمی است و ثانیاً در اثر گاز  $H_2S$  که همیشه کم یا بیش در هوا موجود است تشکیل سولفور سرب داده سیاه می شود . در این حالت کافی است صفحه نقاشی را با پراکسید تیدروژن بشویند تا سولفور سرب اکسید و به سولفات سرب سفید رنگ تبدیل شود .

ب - سفیداب روی ، هر چند مانند سفیداب سرب قدرت پوشانندگی ندارد ، سمی نیست و سیاه هم نمی شود . معمولاً مخلوطی از دو سفیداب را در نقاشی بکار می برند .

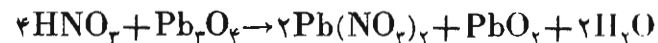
ج - لیتوپون - این ماده که مخلوطی از سولفور روی و سولفات باریم است و در اصطلاح نقاشی سینکا نام دارد از سفیدابهای دیگر بهتر است و بیشتر مصرف می شود .

د - بی اکسید تیتان  $TiO_2$  ، که دارای رنگ سفید بسیار تمیز است و مصرف آن روز بروز بیشتر می شود . این ماده علاوه بر نقاشی در صنعت کاغذسازی و تهیه اشیا کائوچویی و لوازم آرایش و شیشه مات و غیره بمصرف می رسد .

۲- روغن - سفیداب را در روغن مایع ریخته خمیر متجانسی تهیه می کنند . این روغن که نگاهدارنده رنگ است ، در هوا اکسیژن جذب کرده خشک می شود .

۳- رقیق کننده - رنگ را در هنگام استعمال باید رقیق کرد .

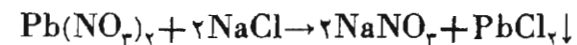
-۱۷۴-



۲- نمکهای سرب - از نمکهای سرب بجز نیترات و استات سرب

بقیه نامحلولند و مهمترین آنها عبارتند از :

الف - کلرور سرب  $PbCl_2$  ، گردی است سفید که در آب سرد نامحلول ولی در آب جوش کمی محلول است و از اثر اسید کلریدریک یا کلرورهای محلول بر نمکهای محلول سرب بدست می آید .



ب - کربنات سرب  $PbCO_3$  نامحلول است و از اثر کربنات

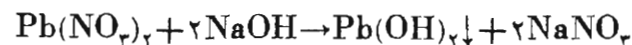
امونیم بر نمک محلول سرب بدست می آید .

ج - سفیداب سرب  $Pb(OH)_2 \cdot PbCO_3$  کربنات بازی سرب

است و برای تهیه آن جریان  $CO_2$  را بر محلول بازی استات سرب اثر می دهند .

تیدروکسید سرب ، که از اثر سود بر املاح محلول سرب بدست

می آید ، این تیدروکسید در محلول سود حل شده تولید پلمبیت سدیم می کند .



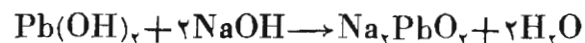
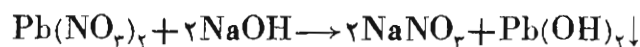
سایر ترکیبات سرب عبارتند از : سولفات سرب  $PbSO_4$  که گردی است سفید و نامحلول در آب ، سولفور سرب  $PbS$  به رنگ سیاه و نامحلول در آب و اسیدها ، یدور سرب  $PbI_2$  و کرومات سرب  $PbCrO_4$  که هر دو زرد رنگند . ترکیبات سرب عموماً سمی هستند و کار کردن با آنها مستلزم احتیاطهای زیاد است .

رنگهای نقاشی - يك رنگ نقاشی مخلوطی است از این اجزا :

یا کلرورهای محلول، رسوب سفید کلرور سرب می‌دهند که در آب جوش حل می‌شود. با یدور پتاسیم رسوب زرد یدور سرب می‌دهند. این رسوب نیز در آب جوش محلول است.

با اسید سولفوریک یا سولفاتهای محلول رسوب سفید سولفات سرب می‌دهند. با کرومات پتاسیم رسوب زرد لیمویی کرومات سرب می‌دهند. از اثر  $H_2S$  یا یک سولفور قلیایی بر املاح سرب رسوب سیاه سولفور سرب حاصل می‌شود که در اسیدها نامحلول است.

املاح محلول سرب با سود و پتاس رسوب سفید تییدروکسید سرب می‌دهند که در زیادی معرف محلول است.



### تمرین و مسئله

- چرا برای ساختن لوله‌های آب و گاز، سرب را بر سایر فلزات ترجیح می‌دهند؟
- سرنج را چگونه بدست می‌آورند و به چه مصرفی می‌رسانند؟
- چرا ظروف مسی را با قلع، سفید می‌کنند؟
- حلی چيست؟ دوام آن را با آهن سفید مقایسه کنید.
- چگونه می‌توان از حلی قلع گرفت؟
- مخلوطی از سرب و مس را در اسیدنیتريك حل کرده محلول را تا یک لیتر رقیق می‌کنیم. بر ۲۰۰cc این محلول رقیق شده اسید سولفوریک کافی می‌ریزیم. رسوبی به وزن ۰/۶۰۶ گرم حاصل می‌شود. بر ۲۰۰cc دیگر جریان  $H_2S$  عبور می‌دهیم. وزن رسوب حاصل مساوی ۰/۶۷ گرم است. درصد سرب و مس را در مخلوط تعیین کنید.

رفیق کهنه معمولاً اسانس تر با نیتین است که در مجاورت هوا تبخیر می‌شود.

۴- ماده رنگین - رنگ روغنی که به این ترتیب بدست می‌آید همان رنگ سفید نقاشی است. برای آنکه رنگهای دیگر به آن بدهند کمی ماده رنگین باید اضافه کنند. ترکیبات رنگینی که برای این منظور مصرف می‌شود عبارتند از:

رنگ زرد: کرومات سرب، یدور سرب، سولفور کادمیم  $CdS$ .

رنگ آبی: آبی پروس، آبی کبالت، نیل، لاجورد.

رنگ قرمز: سرنج، قرمز وینزی  $Fe_2O_3$ ، سنگرف.

اگر کمی دوده به رنگ سفید اضافه کنند، رنگ خاکستری

حاصل می‌شود.

۵- سیکاتیف یا خشک کننده - گاهی برای اینکه رنگ زودتر

خشک شود کمی سیکاتیف به آن اضافه می‌کنند. برای تهیه سیکاتیف بی‌اکسید منگنز، یا سرنج، یا املاح فلزی را در روغن کتان ریخته می‌جوشانند.

اساس ساختمان رنگها همین است که ذکر شد و اگر اختلافی در رنگهای سازندگان مختلف وجود داشته باشد مربوط به انتخاب نوع مواد اولیه و روش تهیه رنگ است.

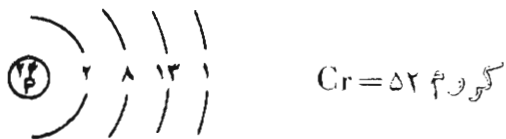
گاهی برای آنکه رنگ متوسط و ارزانی تهیه کنند، به مقدار لازم مواد سفید کم قیمت از قبیل سولفات باریم و کائولن را با شن و کربنات کلسیم نرم کوبیده به خمیر رنگ اضافه می‌کنند.

دستور ساختن یون سرب - املاح محلول سرب با جوهر نمک

## فصل دوازدهم

## عناصر گروه فرعی VI

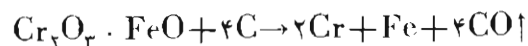
عناصر فلزی گروه ششم جدول تناوبی شامل سد فلز کروم (Cr)، مولیبدن (Mo) و تنگستن (W) است که به نام گروه کروم معروف می باشند.



**حالت طبیعی** - سنگ معدن مهم کروم، کرومیت یا اکسید مضاعف کروم و آهن  $Cr_2O_3 \cdot FeO$  است که در خاورمیانه و کالدونی جدید یافت می شود. معادن کروم ایران که فعلاً از آنها بهره برداری می شود عبارتند از معدن کرومیت عباس آباد و اسفندقه.

**استخراج کروم** - کروم خالص در صنعت چندان مورد استعمال ندارد و فقط نمونه هایی از آن را برای آزمایشگاهها تهیه می کنند. حتی در آب کروم کاری نیز کروم خالص بکار نمی برند.

اهمیت کروم در تهیه فولادهای کروم دار است. برای این منظور کرومیت را به کمک زغال در کوره های الکتریک احیا می نمایند. آهن و کروم آزاد شده تولید آلیاژ فرو کروم می کنند.



کروم خالص را از احیای اکسید کروم به کمک گرد آلومینیم بدست می آورند.

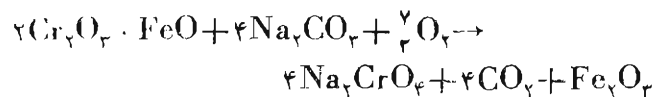
۷- آلیاژی از قلع و سرب به وزن ۲/۵۷ گرم را در اسید نیتريك غلیظ انداخته و حرارت می دهیم. قلع به اسید متاستانیک غیر محلول تبدیل شده جدا می گردد. بر محلول باقیمانده اسید سولفوریک کافی می افزاییم. رسوبی به وزن ۲/۵۲ گرم حاصل می شود. عیار آلیاژ را تعیین کنید.

۸- مخلوطی از سرب و آهن موجود است. مقداری از آن را در اسید نیتريك کاملاً حل می کنیم و حجم محلول را به ۱۰۰cc می رسانیم. بر ۱۰cc این محلول بقدر کافی اسید سولفوریک می افزاییم، رسوب سفیدی به وزن ۰/۹۰۹ گرم حاصل می شود. از طرف دیگر، ۲۰cc دیگر از همان محلول با یک سولفور قلیایی رسوبی می دهد که پس از شست و شو با سولفور کربن ۱/۶۹۸ گرم وزن دارد. نسبت وزنی و نسبت اتم گرمهای سرب و آهن را در مخلوط معین کنید.

۹- هشت گرم سفیداب سرب را بشدت حرارت می دهیم و گازهای حاصل را بترتیب از یک ظرف محتوی اسید سولفوریک غلیظ و یک ظرف محتوی محلول غلیظ پتاس عبور می دهیم. افزایش وزن ظرف اسید مساوی ۰/۱۸ گرم و افزایش وزن ظرف پتاس ۰/۱۸۸ گرم می شود. مقدار کربنات و تیدروکسید سرب را در ۱۰۰ گرم سفیداب سرب حساب کنید.

-۱۸۱-

و نمک قلیا در مجاورت هوا بدست می آورند .



نتیجه را در آب می ریزند، فقط کرومات حل شده جدا می گردد.

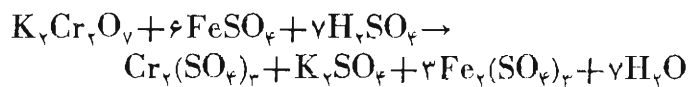
**بیکروماتها** - اگر به محلول غلیظ کرومات، اسید سولفوریک

بیفزایند، بیکرومات حاصل می شود .



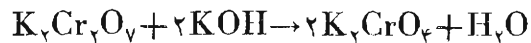
محلول بیکروماتهای قلیایی در اسیدسولفوریک، اکسید کننده

هستند .



کروماتها غالباً زرد رنگند و با اسیدها به بیکرومات نارنجی

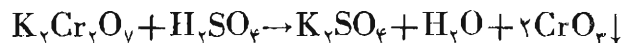
رنگ تبدیل می شوند . بیکروماتها با بازها تولید کرومات می کنند .



انیدرید کرومیک  $CrO_3$  - اگر به محلول غلیظ بیکرومات

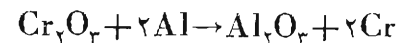
پتاسیم اسید سولفوریک غلیظ بیفزایند، انیدرید کرومیک به شکل

سوزنهای قرمز یا قوی رنگ ته نشین می شود .



انیدرید کرومیک اکسیدکننده ای است قوی و در اثر حرارت

اکسیژن آزاد می کند .



**خواص** - کروم فلزی است نقره‌ای رنگ و براق و بسیار محکم

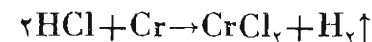
ند. در هوا فاسد نمی شود و از این رو بیشتر اشیای آهنی و برنجی را

آب کروم می دهند . کارد و چنگال و اشیای فلزی لوکس و قطعات سفید

و براق انوموییلها و دوچرخهها آب کروم داده شده است .

اسید کلریدریک و اسید سولفوریک رقیق بر کروم اثر می کنند و

اثر آنها با گرما زیاد می شود .



اسید سولفوریک گرم و غلیظ بخوبی بر آن اثر می کند و گاز

$SO_2$  می دهد، ولی اسید نیتریک بر آن بی اثر است .

با کروم آلیاژهای مختلفی تهیه می کنند . آلیاژ فروکروم در هوا

فاسد نمی شود . آلیاژ نیکروم ( نیکل و کروم ) حتی در درجات حرارت

زیاد هم زنگ نمی زند و با آن سیمهای مقاومت الکتریکی می سازند .

**ترکیبات کروم** - کروم دارای دو دسته ترکیب است: دسته اول

ترکیبات کروم  $Cr^{++}$  و کرومیک  $Cr^{+++}$  که در آنها کروم عمل

فلزی دارد . دسته دوم کروماتها و بیکروماتها که در آنها کروم مانند

یک غیر فلز نظیر گوگرد عمل می کند .

**کروماتها** املح اسید کرومیک  $H_2CrO_4$  هستند و مهمترین

آنها کرومات سدیم  $Na_2CrO_4$  و کرومات پتاسیم  $K_2CrO_4$  است که

با سولفات پتاسیم  $K_2SO_4$  هم فرمولند و به صورت بلورهای زرد خوش-

رنگی متبلور می شوند . کروماتها را از حرارت دادن مخلوطی از کرومیت

## فصل سیزدهم

-۱۸۲-

در آب بشدت حل شده اسید کرومیک می دهد .



اسید کرومیک به حالت خالص بدست نمی آید ، زیرا ناپایدار

بوده فوراً به انیدرید کرومیک و آب تجزیه می شود .

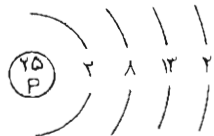


تنگستن  $W = 184$

## عناصر گروه فرعی VII

در گروه فرعی VII جدول تناوبی ، سه عنصر منگنز (Mn) و

تکنسیم (Tc) و رنیم (Re) وجود دارد که مهمترین و معروفترین آنها منگنز است . آخرین لایه الکترونی هر سه عنصر شامل ۲ الکترون می باشد .



منگنز ۵۵--Mn

منگنز به حالت خالص در طبیعت وجود ندارد . ماده معدنی مهم آن بی اکسید منگنز  $\text{MnO}_2$  است که همیشه با سنگ معدن آهن همراه بوده و بیشتر در روسیه و هندوستان یافت می شود .

معادن منگنز ایران که فعلاً استخراج می شوند عبارتند از معادن : انارک ، اردستان ، رباط کریم و اسفندقه .

مصرف عمده منگنز در تهیه فولادهای منگنزدار است که به صورت بی اکسید منگنز بکار می رود .

**ترکیبات منگنز** - ترکیبات منگنز دو دسته اند : دسته اول ترکیبات منگانیو  $\text{Mn}^{++}$  و منگانیك  $\text{Mn}^{+++}$  هستند که در آنها منگنز عمل فلزی دارد . دسته دوم منگنیتها و منگناتها و پرمنگناتها هستند که در آنها منگنز بترتیب چهار و شش و هفت ظرفیتی است و مانند يك غیر فلز عمل می کند .

**تنگستن یا ولفرام** - تنگستن که در ۱۷۸۱ میلادی به وسیله شل کشف شد ، در طبیعت به صورت شلیت یا تنگستات کلسیم  $\text{CaWO}_4$  و ولفرامیت با تنگستات مضاعف آهن و منگنز  $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{WO}_4$  وجود دارد . تنگستن فلزی است سفید و سنگین به وزن مخصوص  $19.3$  و بسیار سخت و دیرگداز که در  $3400^\circ$  ذوب می شود . به همین مناسبت آلیاژهای آن را برای ساختن سیمهای چراغ برق بکار می برند . تنگستن برای تهیه فولادهای مخصوص مصرف می شود . فولادی که شامل  $17\%$  تنگستن و  $4\%$  کروم و  $1\%$  وانادیم است برای ساختن چاقو و سایر آلات برنده بکار می رود . اردهایی که با این فولاد ساخته می شود حتی در گرمای زیاد ، سخت و برنده هستند . فولاد تنگستن و اسیم را برای سیمهای چراغ برق بکار می برند .



## فصل سیزدهم

-۱۸۲-

در آب بشدت حل شده اسید کرومیک می دهد .



اسید کرومیک به حالت خالص بدست نمی آید ، زیرا ناپایدار

بوده فوراً به انیدرید کرومیک و آب تجزیه می شود .

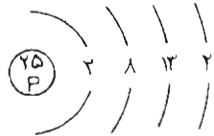


تنگستن  $W = 184$

## عناصر گروه فرعی VII

در گروه فرعی VII جدول تناوبی ، سه عنصر منگنز (Mn) و

تکنسیم (Tc) و رنیم (Re) وجود دارد که مهمترین و معروفترین آنها منگنز است . آخرین لایه الکترونی هر سه عنصر شامل ۲ الکترون می باشد .



منگنز ۵۵--Mn

منگنز به حالت خالص در طبیعت وجود ندارد . ماده معدنی مهم

آن بی اکسید منگنز  $\text{MnO}_2$  است که همیشه با سنگ معدن آهن همراه بوده و بیشتر در روسیه و هندوستان یافت می شود .

معادن منگنز ایران که فعلاً استخراج می شوند عبارتند از معادن : انارک ، اردستان ، رباط کریم و اسفندقه .

مصرف عمده منگنز در تهیه فولادهای منگنزدار است که به صورت بی اکسید منگنز بکار می رود .

ترکیبات منگنز - ترکیبات منگنز دو دسته اند : دسته اول

ترکیبات منگانیو  $\text{Mn}^{++}$  و منگانیك  $\text{Mn}^{+++}$  هستند که در آنها

منگنز عمل فلزی دارد . دسته دوم منگنیتها و منگناتها و پرمنگناتها

هستند که در آنها منگنز بترتیب چهار و شش و هفت ظرفیتی است و

مانند يك غیر فلز عمل می کند .

تنگستن یا ولفرام - تنگستن که در ۱۷۸۱ میلادی به وسیله

شئل کشف شد ، در طبیعت به صورت شلیت یا تنگستات کلسیم  $\text{CaWO}_4$

و ولفرامیت با تنگستات مضاعف آهن و منگنز  $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{WO}_4$

وجود دارد . تنگستن فلزی است سفید و سنگین به وزن مخصوص

۱۹٫۳ و بسیار سخت و دیرگداز که در  $3400^\circ$  ذوب می شود . به همین

مناسبت آلیاژهای آن را برای ساختن سیمهای چراغ برق بکار می برند .

تنگستن برای تهیه فولادهای مخصوص مصرف می شود . فولادی که

شامل ۱۷٪ تنگستن و ۴٪ کروم و ۱٪ وانادیم است برای ساختن چاقو

و سایر آلات برنده بکار می رود . اردهایی که با این فولاد ساخته

می شود حتی در گرمای زیاد ، سخت و برنده هستند . فولاد تنگستن

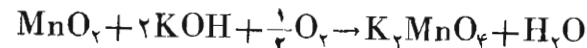
و اسمیم را برای سیمهای چراغ برق بکار می برند .

بی اکسید منگنز در طبیعت به نام پیرولوزیت و بطور ناخالص یافت می شود. اکسید کننده است و در حرارت قرمز تجزیه شده اکسیژن آزاد می کند.



به همین مناسبت آن را در پیل های لکلانسه برای جذب تیدروژن و جلوگیری از پولاریزاسیون پیل بکار می برند.

**منگناتها** - منگناتها املاح انیدرید منگناتیک  $\text{MnO}_2$  هستند و مهمترین آنها منگنات پتاسیم  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  است که از حرارت دادن بی اکسید منگنز با پتاس در مجاورت هوا در حدود  $350^\circ$  حرارت بدست می آید.

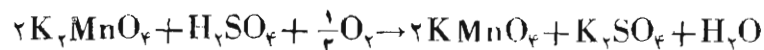


محلول منگناتها سبز رنگند (رنگ یون  $\text{MnO}_4^{2-}$ ) ولی بتدریج به پرمنگنات بنفش رنگ تبدیل می شوند.

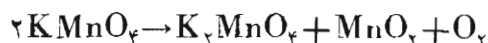


پرمنگناتها در اثر بازها دوباره به منگنات تبدیل می شوند. بنا بر این واکنش فوق برگشتنی است، ولی چنانچه کمی اسید به آن اضافه کنیم واکنش یکطرفه می شود.

**پرمنگناتها** - پرمنگناتها املاح انیدرید پرمنگنیک  $\text{MnO}_4^-$  هستند و معروفترین آنها پرمنگنات پتاسیم  $\text{KMnO}_4$  است که به صورت بلورهای بنفش تیره متبلور می شود. در آب محلول است و برای تهیه آن منگنات پتاسیم را در محیط اسیدی اکسید می کنند.



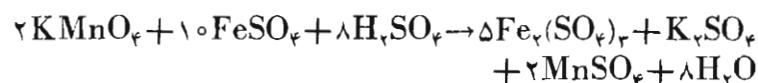
خاصیت اصلی و مهم پرمنگناتها اکسید کنندگی آنهاست. پرمنگنات خشک در اثر حرارت تجزیه شده اکسیژن می دهد.



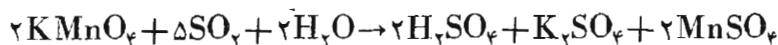
مخلوطی از گوگرد یا قند ساییده با پرمنگنات پتاسیم به کمک اسید سولفوریک خودبخود محترق می شود، زیرا مطابق فرمول زیر پرمنگنات تجزیه شده و اکسیژن می دهد:



مخلوط پرمنگنات پتاسیم و اسید سولفوریک که به سولفومنگنیک موسوم است با سانی سولفات فرو را اکسید کرده و خود بیرنگ می شود.



پرمنگنات پتاسیم محلول انیدرید سولفورو را نیز اکسید و به اسید سولفوریک تبدیل می کند.



### تمرین و مسئله

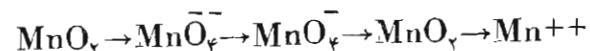
- ۱- کروم و منگنز برای تهیه چه آلیاژی مصرف می شوند؟
- ۲- ترکیبات کروم را با ترکیبات گوگرد مقایسه نمایید.

۱- ریختن اسید سولفوریک بر پرمنگنات پتاسیم خشک و بخصوص حرارت دادن آن خطرناک است و باید به مقدار کم و با احتیاط کامل عمل شود.

## فصل چهاردهم

-۱۸۶-

۳- معادله واکنشهایی را بنویسید که به کمک آنها می توان این تبدیلات را انجام داد :



۴- مقدار ۱/۴ گرم آهن خالص را در محلول اسید سولفوریک رقیق قرار می دهیم تا کاملاً حل شود . تعیین کنید چه وزن پرمنگنات پتاسیم برای اکسیداسیون کامل نمک حاصل لازم است .

۵- تعیین کنید از هر کیلوگرم بی اکسید منگنز ۷۵٪ چه وزن پرمنگنات پتاسیم می توان تهیه نمود .

۶- از یک تن سنگ معدن کروم که ۷۵٪ کرومیت آهن دارد ، چه وزن کروم خالص بدست می آید ؟

۷- برای تهیه ۵ کیلوگرم بیکرومات پتاسیم چقدر کرومات پتاسیم لازم است و این مقدار کرومات از چه وزن کرومیت آهن ۸۰٪ حاصل می شود ؟

۸- یک گرم چدن ۹۶٪ را در اسید سولفوریک رقیق حل کرده حجم محلول را تا ۱۰۰cc رقیق می کنیم . تعیین کنید ۲۰cc این محلول با چه حجم محلول  $\frac{1}{50}$  مولکول گرم در لیتر بیکرومات پتاسیم یا  $\frac{1}{100}$  مولکول گرم در لیتر پرمنگنات پتاسیم اکسید می شود .

۹- فولادی است محتوی ۵٪ منگنز . چه وزن آلیاژ فرو منگنز ۵۰٪ را به چه وزن از آن فولاد باید بیفزاییم تا فولاد حاصل شامل ۱۴٪ منگنز باشد .

۱۰- جریانی از انیدرید سولفور را در محلول پرمنگنات پتاسیم وارد می کنیم . پرمنگنات بتدریج بیرنگ می شود . فرمول واکنش را بنویسید و تعیین کنید چه حجم انیدرید سولفور لازم است تا ۳/۱۶ گرم پرمنگنات پتاسیم احیا شود .

## رادیو آکتیویته و عناصر رادیو آکتیو

هانری بکرل<sup>۱</sup> فیزیکدان فرانسوی در سال ۱۸۹۶ ضمن آزمایشهای خود مشاهده کرد که ترکیبات اورانیم اشعه ای تابش می کنند که از کاغذ سیاه می گذرند و بر صفحه حساس عکاسی اثر می کنند . پیرکوری و ماری کوری در سال ۱۸۹۷ از پچبلند (سنگ معدن اورانیم) دو عنصر جدید پولونیم (شماره ۸۴) و رادیم (شماره ۸۸) را جدا کردند و متوجه شدند که تابش این عناصر از تابش اورانیم شدیدتر است . آنها اینگونه تابش خود بخودی را رادیو آکتیویته و عناصری را که این خاصیت را از خود بروز می دهند ، رادیو آکتیو نامیدند .

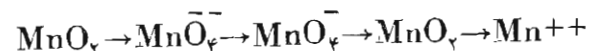
هسته اتم عنصر رادیو آکتیو ناپایدار است و پس از مدتی به هسته ای پایدارتر تبدیل می شود . این عمل را واکنش هسته ای می نامند . در جریان اینگونه واکنشها از هسته عنصر رادیو آکتیو ، ذرات  $\alpha$  (آلفا) ،  $\beta$  (بتا) و اشعه  $\gamma$  (گاما) بیرون می تابند .

ذره آلفا یون هلیم و به گفته دیگر هسته اتم هلیم است و آن را به صورت  $\alpha$  یا  ${}^4\text{He}$  نمایش می دهند . ذره بتا الکترون است و همانطور که در ساختمان اتم دیدید ، بار الکتریکی منفی دارد ولی جرم آن ناچیز است . ذره بتا را به صورت  $\beta$  یا  ${}^0_{-1}\text{e}$  نمایش می دهند . اشعه گاما از جنس

## فصل چهاردهم

-۱۸۶-

۳- معادله واکنشهایی را بنویسید که به کمک آنها می توان این تبدیلات را انجام داد :



۴- مقدار ۱/۴ گرم آهن خالص را در محلول اسید سولفوریک رقیق قرار می دهیم تا کاملاً حل شود . تعیین کنید چه وزن پرمنگنات پتاسیم برای اکسیداسیون کامل نمک حاصل لازم است .

۵- تعیین کنید از هر کیلوگرم بی اکسید منگنز ۷۵٪ چه وزن پرمنگنات پتاسیم می توان تهیه نمود .

۶- از یک تن سنگ معدن کروم که ۷۵٪ کرومیت آهن دارد ، چه وزن کروم خالص بدست می آید ؟

۷- برای تهیه ۵ کیلوگرم بیکرومات پتاسیم چقدر کرومات پتاسیم لازم است و این مقدار کرومات از چه وزن کرومیت آهن ۸۰٪ حاصل می شود ؟

۸- یک گرم چدن ۹۶٪ را در اسید سولفوریک رقیق حل کرده حجم محلول را تا ۱۰۰cc رقیق می کنیم . تعیین کنید ۲۰cc این محلول با چه حجم محلول  $\frac{1}{50}$  مولکول گرم در لیتر بیکرومات پتاسیم یا  $\frac{1}{100}$  مولکول گرم در لیتر پرمنگنات پتاسیم اکسید می شود .

۹- فولادی است محتوی ۵٪ منگنز . چه وزن آلیاژ فرو منگنز ۵۰٪ را به چه وزن از آن فولاد باید بیفزاییم تا فولاد حاصل شامل ۱۴٪ منگنز باشد .

۱۰- جریانی از انیدرید سولفور را در محلول پرمنگنات پتاسیم وارد می کنیم . پرمنگنات بتدریج بیرنگ می شود . فرمول واکنش را بنویسید و تعیین کنید چه حجم انیدرید سولفور لازم است تا ۳/۱۶ گرم پرمنگنات پتاسیم احیا شود .

## رادیو آکتیویته و عناصر رادیو آکتیو

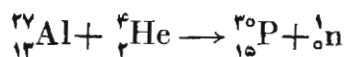
هانری بکرل<sup>۱</sup> فیزیکدان فرانسوی در سال ۱۸۹۶ ضمن آزمایشهای خود مشاهده کرد که ترکیبات اورانیم اشعه‌ای تابش می کنند که از کاغذ سیاه می گذرند و بر صفحه حساس عکاسی اثر می کنند . پیرکوری و ماری کوری در سال ۱۸۹۷ از پچبلند (سنگ معدن اورانیم) دو عنصر جدید پولونیم (شماره ۸۴) و رادیم (شماره ۸۸) را جدا کردند و متوجه شدند که تابش این عناصر از تابش اورانیم شدیدتر است . آنها اینگونه تابش خود بخودی را رادیو آکتیویته و عناصری را که این خاصیت را از خود بروز می دهند، رادیو آکتیو نامیدند .

هسته اتم عنصر رادیو آکتیو ناپایدار است و پس از مدتی به هسته‌ای پایدارتر تبدیل می شود . این عمل را واکنش هسته‌ای می نامند . در جریان اینگونه واکنشها از هسته عنصر رادیو آکتیو، ذرات  $\alpha$  (آلفا)،  $\beta$  (بتا) و اشعه  $\gamma$  (گاما) بیرون می تابند .

ذره آلفا یون هلیم و به گفته دیگر هسته اتم هلیم است و آن را به صورت  $\alpha$  یا  ${}^4\text{He}$  نمایش می دهند . ذره بتا الکترون است و همانطور که در ساختمان اتم دیدید ، بار الکتریکی منفی دارد ولی جرم آن ناچیز است . ذره بتا را به صورت  $\beta$  یا  ${}^0_1\text{e}$  - نمایش می دهند . اشعه گاما از جنس

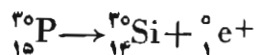
سال ۵/۵ گرم رادون بوجود می‌آید، یعنی تقریباً نیمی از رادیم در این مدت تجزیه می‌شود. زمانی که در طول آن، نصف هر مقدار عنصر رادیو-آکتیو تجزیه می‌شود، نیمه عمر آن عنصر نامیده می‌شود. نیمه عمر اورانیم در حدود  $4/5 \times 10^9$  سال است.

پس از کشف پدیده رادیوآکتیویته طبیعی، مسئله تغییر هسته اتم به راه مصنوعی و به گفته دیگر مسئله رادیوآکتیویته مصنوعی پیش آمد. امروزه برای تبدیل عنصری به عنصر دیگر از ذراتی مانند آلفا، نوترون، پروتون و غیره به عنوان «گلوله» استفاده می‌کنند و آنها را با سرعت زیاد به سوی هسته پرتاب می‌کنند. در نتیجه واکنشهای هسته‌ای، اتمهای جدید با هسته‌های پایدار تشکیل می‌شوند، یا هسته‌هایی ناپایدار بوجود می‌آیند که بعداً با تابش ذرات به هسته‌های پایدار تبدیل می‌شوند. در سال ۱۹۳۴ فردریک ژولیو کوری و ایرن ژولیو کوری آلومینیم را با ذرات آلفا بمباران کردند و ایزوتوپ فسفر با عدد جرمی ۳۰ را بدست آوردند:



( ${}_0^1\text{n}$  علامت نوترون است.)

این ایزوتوپ فسفر، رادیوآکتیو است و به نوبه خود به ایزوتوپ سیلیسیم و پوزیترون تبدیل می‌شود:



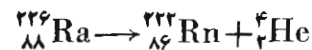
( ${}_1^0\text{e}^+$  علامت پوزیترون است. پوزیترون یکی از ذرات داخل

هسته است که جرم آن برابر با جرم الکترون و بار آن مثبت و از نظر مقدار

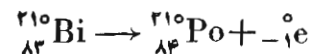
اشعه نوری است.

واکنشهای هسته‌ای با واکنشهای شیمیایی کاملاً تفاوت دارند. در واکنشهای شیمیایی فقط الکترونهاى اتمها شرکت می‌کنند. اما در واکنشهای هسته‌ای، هسته‌ای به هسته دیگر تبدیل می‌شود، یعنی بار هسته و در نتیجه عدد اتمی عنصر تغییر می‌کند. بنابراین در واکنشهای هسته‌ای عنصری به عنصر دیگر تبدیل می‌شود.

اگر هسته، ذرات آلفا تابش کند، جرم هسته جدید چهار واحد و بار هسته (عدد اتمی) آن دو واحد کمتر از هسته اولیه می‌شود. مثلاً تبدیل رادیم به رادون با تابش آلفا همراه است:



اگر هسته ذره بتا تابش کند، جرم آن تغییر نمی‌کند ولی بار هسته جدید در مقایسه با بار هسته اولیه يك واحد افزایش می‌یابد. مثلاً تبدیل ایزوتوپ بیسموت  ${}_{83}^{210}\text{Bi}$  به ایزوتوپ پولونیم  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  با تابش بتا همراه است. یکی از نوترونهای هسته الکترون از دست می‌دهد و در نتیجه عدد پروتونها و بنابراین بار هسته يك واحد افزایش می‌یابد. عدد جرمی هسته جدید تغییر پیدا نمی‌کند:



تابش گاما معمولاً همزمان با تابشهای آلفا و بتا صورت می‌گیرد و در جرم و بار هسته تأثیر ندارد.

سرعت واکنشهای هسته‌ای برای عناصر گوناگون کاملاً متفاوت

است. ثابت شده است که مثلاً از يك گرم رادیم پس از تقریباً ۱۵۹۰

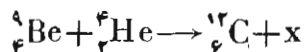
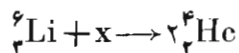
تیره رنگ می شود ، بر آب بشدت اثر می کند و ئیدروژن آزاد می کند.  
ترکیبات رادیم شبیه ترکیبات باریم هستند .

### تمرین

۱- در هر يك از واکنشهای شیمیایی و هسته‌ای کدام قسمت اتم شرکت می کند ؟

۲- نیمه عمر چیست ؟

۳- جرم و بار x را در این واکنشهای هسته‌ای معین کنید :



۴- برای این واکنشهای هسته‌ای معادله ترتیب دهید: الف - ذره  $\beta$

از دست می دهد و به عنصری جدید تبدیل می شود ، ب - ذره  $\alpha$  از دست

می دهد و به عنصری جدید تبدیل می شود ، ج - ایزوتوپ  ${}^1_0\text{B}$  نوترون می گیرد

و به ایزوتوپ باثبات بر تبدیل می شود ، د - ذره  $\alpha$  می گیرد و به ایزوتوپ

سیلیسیم  ${}^{30}_{14}\text{Si}$  تبدیل می شود ، ه -  ${}^{30}_{15}\text{P}$  پوزیترون از دست می دهد و به عنصر

دیگر تبدیل می شود .

۵- بر اثر بمباران اورانیم  ${}^{238}_{92}\text{U}$  به وسیله هسته‌های نیتروژن  ${}^{14}_7\text{N}$  ، اینشتینیم

${}^{137}_{55}\text{Ba}$  و نوترون بدست می آید . این تبدیل هسته‌ای را با معادله نمایش دهید .

### مسائل مختلف

۱- در يك باون مخلوطی از اسید سولفوریک و سولفات آهن متبلور

و يك گرم نترات يك فلز دو ظرفیتی مجهول را حرارت داده‌ایم . مقدار

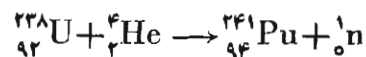
$171/666$  گاز در شرایط متعارفی بدست آمد . جنس این گاز چیست و وزن

اتمی فلز مجهول را پیدا کرده و از روی آن نام فلز را بگویید . محلول باقیمانده

برابر با بار الکترون است . )

ایزوتوپهای رادیوآکتیو دارای همان خواص شیمیایی ایزوتوپ غیر رادیوآکتیو خود هستند ، با این تفاوت که باسانی به کمک دستگاههایی که رادیوآکتیویته را آشکار می کنند ، در ترکیبات تشکیل شده شناخته می شوند . خاصیت رادیو آکتیویته در این عناصر همچون « نشانه‌ای » است که از روی آن آشکار می شوند . به همین جهت این اتمها را « اتمهای نشاندار » می نامند . اتمهای نشاندار در پزشکی ، کشاورزی و صنایع موارد استعمال وسیع پیدا کرده اند .

در نتیجه واکنشهای هسته‌ای مصنوعی توانسته‌اند صدها ایزوتوپ رادیوآکتیو عناصر و از آن جمله عناصر پس از اورانیم را بدست آورند . مثلاً بر اثر بمباران هسته اورانیم به وسیله ذرات آلفا ، پلوتونیم ( عنصر شماره ۹۴ ) بوجود می آید :



اورانیم در طبیعت بیشتر به صورت اکسید اورانیم همراه سنگ معدن سرب یافت می شود . سه ایزوتوپ اورانیم عبارتند از  ${}^{238}\text{U}$  و  ${}^{235}\text{U}$  و  ${}^{234}\text{U}$  که دو نوع اخیر آن از لحاظ تولید انرژی اتمی اهمیت زیاد دارند .

اورانیم فلزی است سفید مایل به خاکستری و سنگین و دیرگداز . برای تهیه آن می توان اکسید اورانیم را با گرد آلومینیم احیا کرد . ترکیبات مختلف اورانیم همه مانند خود اورانیم رادیوآکتیوند .

رادیم خالص را می توان از تجزیه الکتریکی کلرور رادیم بدست آورد . رادیم فلزی است به رنگ سفید نقره‌ای و در مجاورت هوا سرعت

۱. ۱۵۰۰ گرام پراکسید نیدروژن ۱۰ حجم و ۴۰۰۰ cc محلول  $\frac{N}{10}$  پرمنگنات پتاسیم را اکسید می‌شود. تعیین کنید مقدار سولفات آهن متبلور را در آزمایش اول.

۲- مخلوطی است از مس و آهن و نقره. یک گرم آن را در اسید نیتریک حل می‌کنیم و پس از حل شدن، آنقدر آب مقطر به آن می‌افزاییم که حجمش ۱۰۰۰ cc شود. سپس بر ۵۰۰ cc از این محلول آنقدر محلول نمک طعام می‌افزاییم تا دیگر رسوب ندهد. در این عمل ۳۰۰ cc محلول نمک مصرف می‌شود و ۲۸۷/۵ گرم رسوب بدست می‌آید. ۵۰۰ cc دیگر از محلول را با امونیاک فراوان عمل می‌کنیم؛ ۳۲۱/۵ گرم رسوب آجری رنگ حاصل می‌شود. تعیین کنید:

اولاً ترکیب درصد مخلوط را.

ثانیاً غلظت محلول نمک را.

۳- مخلوطی از براده مس و نقره و آهن داریم. ۲ گرم آن را در جوهر گوگرد رقیق می‌ریزیم؛ قسمتی از آن حل می‌شود. قسمتی را که حل نشده است در جوهر شوره حل می‌کنیم. در محلول صاف شده اول آنقدر آب می‌ریزیم که حجم آن به ۱۰۰۰ cc برسد. سپس ۵۰۰ cc آن را برداشته و در آن آنقدر محلول پرمنگنات پتاسیم  $\frac{1}{5}$  مولکول گرم در لیتر اضافه می‌کنیم تا محلول پرمنگنات دیگر رنگ خود را از دست ندهد. در این عمل ۵۰ cc پرمنگنات مصرف می‌شود.

در محلول حاصل از تأثیر جوهر شوره، آنقدر آب می‌ریزیم تا حجم آن به ۱۰۰۰ cc برسد و ۲۵۰ cc از آن را برداشته در آن مقداری زیاد از محلول نمک طعام اضافه می‌کنیم. رسوبی حاصل می‌شود که وزن آن ۲۸۷/۵ گرم است. مقدار نقره و مس و آهن را که در ۱۰۰ گرم مخلوط مزبور وجود دارد، معین نماید.

۴- بر روی ۵۸/۵ گرم نوشادر تجارتهی مقدار کافی آهک ریخته حرارت می‌دهند و گاز حاصل را در یک محلول اسید سولفوریک به غلظت یک مولکول-گرم در لیتر وارد می‌کنند. ۵۰ cc از این محلول خنثی می‌شود. درجه خلوص

نوشادر را پیدا کنید.

۵- از اثر محلول غلیظ سود بر ۱/۵۸ گرم آلومینیم اولاً به دست آوریم گاز نیدروژن متصاعد می‌شود؟ ثانیاً وزن سود مصرف شده را حساب کنید. ثالثاً اگر به جای سود اسید کلریدریک بکار بریم، حجم نیدروژن حاصل بیشتر خواهد بود یا کمتر؟

۶- آلیاژی از نقره و سرب و یک فلز دیگر موجود است. ۲ گرم آن را در جوهر شوره حل کردیم. بر این محلول مقداری کافی نمک طعام افزودیم، رسوب سفید حاصل را روی کاغذ صافی جمع کردیم، در نتیجه بر وزن کاغذ ۱/۷۱۳ گرم افزوده شد. این رسوب را چندین بار با آب جوش شستیم؛ ۲۷۸/۵ گرم از جرم رسوب کاسته شد.

اولاً جرم نقره و سرب را در ۱۰۰ گرم آلیاژ تعیین کنید.

ثانیاً جنس فلز مجهول را تشخیص دهید، در صورتی که می‌دانیم محلول حاصل از صافی با امونیاک آبی می‌شود و با سود رسوب کبودی می‌دهد که به کمک گرما سیاه می‌گردد؛ بعلاوه همین رسوب سیاه در امونیاک حل شده آن را آبی می‌کند.

۷- دو محلول موجود است: اولی دارای سولفات مس است و دومی نمکی از یک فلز مجهول در بردارد. دو محلول دارای خواص زیرند:

اولاً محلول دوم با اسید کلریدریک رسوب سفیدی می‌دهد که در آب جوش حل شده و در آب سرد مجدداً ظاهر می‌گردد.

ثانیاً ۱۲ cc از محلول دوم با ۱۰۰ cc از محلول اول رسوب سفید کامل می‌دهد که جرمش ۳۰۳/۵ گرم می‌باشد.

ثالثاً ۱۰۰ cc محلول اول در اثر تبخیر ۲۵۰/۵ گرم ماده کبود متبلور می‌دهد.

از نتایج سه آزمایش بالا، جنس فلز مجهول محلول دوم و یون گرم آن را که به صورت نمک در یک لیتر محلول موجود است حساب کنید و همچنین غلظت محلول سولفات مس و تعداد مولکولهای آب تبلور سولفات مس متبلور را حساب کنید.

۸- ۵/۳۵ گرم آهن را در اسید سولفوریک رقیق حل می‌نماییم و به وسیله آب مقطر حجم آن را به ۵۰۰cc می‌رسانیم. ۱۰۰cc از این محلول را برداشته قطره قطره محلول پرمنگنات پتاسیم به آن اضافه می‌کنیم تا اینکه دیگر محلول پرمنگنات بیرنگ نشود. برای این عمل ۵cc از محلول مذکور لازم می‌شود. تعیین نمایید:

اولاً حجم گازی را که در واکنش اول حاصل می‌شود، در صورتی که درجه حرارت ۳۰ و فشار ۶۴ سانتیمتر جیوه باشد.

ثانیاً وزن پرمنگنات پتاسیم را که در ۱۰۰۰cc محلول وجود دارد.

ثالثاً ۴۰۰cc باقیمانده از محلول اولی را در اثر تبخیر خشک می‌کنیم. وزن نمک متبلور ۱/۳۹ گرم می‌شود. برای یک مولکول گرم نمک مذکور تعداد مولکولهای آب را حساب نمایید.

۹- آلیاژی از سرب و مس و یک فلز مجهول دیگر موجود است. این آلیاژ را در اسید نیتريك قرار می‌دهیم. یک جزء آن حل می‌شود و باقیمانده که ۱/۵۳۲ گرم وزن دارد به صورت نامحلول باقی می‌ماند.

قسمت محلول را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم و بر قسمت اول جوهر گوگرد زیاد می‌ریزیم؛ رسوبی بدست می‌آید که جرمش ۵/۶۰۶ گرم می‌باشد. در قسمت دوم گاز  $H_2S$  عبور می‌دهیم؛ ۱/۴۳۸ گرم رسوب سیاه تولید می‌شود.

قسمت نامحلول آلیاژ در تیزاب سلطانی حل می‌شود و محلول با کلرور-استانو و کلرور استانیک حلقه ارغوانی مخصوصی تولید می‌کند.

اولاً جنس فلز را تعیین کنید.

ثانیاً عیار سه فلز در آلیاژ را حساب کنید.

۱۰- محلولی است از کلرور سدیم و کلرور باریم. با آن دو آزمایش

زیر را انجام می‌دهند:

الف - ۱۰۰cc محلول را اختیار کرده و بر آن اسید سولفوریک می‌ریزند؛

رسوب حاصل ۵/۲۳۳ گرم می‌گردد.

ب - ۱۰۰cc دیگر محلول را برداشته و بر آن نیترات نقره می‌ریزند؛

وزن رسوب حاصل مساوی ۵/۸۶۱ گرم می‌گردد.

اولاً غلظت و نرمالیت هریک از این دو نمک را در محلول حساب کنید.

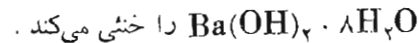
ثانیاً در صورتی که بدانیم حجم محلول نیترات نقره مصرف شده برای

تولید رسوب کامل برابر ۲۰۰cc است، غلظت محلول نیترات نقره را بر حسب

گرم در لیتر و مولکول گرم در لیتر حساب کنید.

ثالثاً اگر رسوب حاصل در آزمایش دوم را حرارت داده و بر آن تیتره وزن

عبور دهند، اسید حاصل چند گرم تیتره کسید باریم به فرمول:



۱۱- مخلوطی از کلرور سدیم و کلرور پتاسیم ۱۳/۳ گرم وزن دارد.

آن را در مقداری آب حل کرده و حجم را به یک لیتر رسانده‌ایم. بر ۱۰۰cc

آن چند قطره محلول کرومات پتاسیم افزوده و تا تولید رنگ قرمز آجری محلول

نیترات نقره نرمال افزوده‌ایم. حجم نیترات مصرف شده ۲۰cc شده است.

نسبت دو نمک را در مخلوط پیدا کنید.



جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۵۷	لاتانوم	La	۱۳۹	۸۱	تالیوم	Tl	۲۰۴
۵۸	سریوم	Ce	۱۴۰	۸۲	سرب	Pb	۲۰۷
۵۹	پراسئودیمیم	Pr	۱۴۱	۸۳	بیسموت	Bi	۲۰۹
۶۰	نئودیمیم	Nd	۱۴۴	۸۴	پولونیم	Po	۲۱۰
۶۱	پرومتیم	Pm	۱۴۷	۸۵	استاتین	At	۲۱۰*
۶۲	ساماریوم	Sm	۱۵۰/۵	۸۶	رادون	Rn	۲۲۲*
۶۳	اروپیم	Eu	۱۵۲	۸۷	فرانسیم	Fr	۲۲۳*
۶۴	گادولینیم	Gd	۱۵۷	۸۸	رادیوم	Ra	۲۲۶*
۶۵	تریم	Tb	۱۵۹	۸۹	آکتینیم	Ac	۲۲۷*
۶۶	دیسپرومیم	Dy	۱۶۲/۵	۹۰	توریم	Th	۲۳۲
۶۷	هولمیم	Ho	۱۶۵	۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۲۳۱*
۶۸	اریوم	Er	۱۶۷	۹۲	اورانیم	U	۲۳۸
۶۹	تولیم	Tm	۱۶۹	۹۳	نپتونیم	Np	۲۳۷*
۷۰	ایتریم	Yb	۱۷۳	۹۴	پلوتونیم	Pu	۲۴۲*
۷۱	لوتسیم	Lu	۱۷۵	۹۵	امریسیم	Am	۲۴۳*
۷۲	هافنیم	Hf	۱۷۸/۵	۹۶	کوریوم	Cm	۲۴۷*
۷۳	تانتال	Ta	۱۸۱	۹۷	برکلیم	Bk	۲۴۹*
۷۴	تنگستن	W	۱۸۴	۹۸	کالیفورنیم	Cf	۲۵۱*
۷۵	رنیم	Re	۱۸۶	۹۹	ایشتینیم	Es	۲۵۴*
۷۶	اسمیم	Os	۱۹۰	۱۰۰	فرمیم	Fm	۲۵۳*
۷۷	ایریدیم	Ir	۱۹۲	۱۰۱	مندلویوم	Md	۲۵۶*
۷۸	پلاتین	Pt	۱۹۵	۱۰۲	نوبلیوم	No	۲۵۴*
۷۹	طلا	Au	۱۹۷	۱۰۳	لاورانسیم	Lw	۲۵۷*
۸۰	جیوه	Hg	۲۰۰/۵	۱۰۴	کوریجانتوریم	Ku	۲۶۴*

اوزان اتمی عناصری که به علامت \* مشخص شده مربوط به فراوانترین یا پایدارترین ایزوتوپهای آن عنصر است.

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۱	هیدروژن	H	۱	۲۹	مس	Cu	۶۳/۵
۲	هلیوم	He	۴	۳۰	روی	Zn	۶۵
۳	لیتیم	Li	۷	۳۱	گالیم	Ga	۶۹/۵
۴	بریلیم	Be	۹	۳۲	ژرمانیم	Ge	۷۲/۵
۵	بور	B	۱۱	۳۳	آرسنیک	As	۷۵
۶	کربن	C	۱۲	۳۴	سلنیم	Se	۷۹
۷	نیتروژن	N	۱۴	۳۵	برم	Br	۸۰
۸	اکسیژن	O	۱۶	۳۶	کریپتون	Kr	۸۳/۵
۹	فلورین	F	۱۹	۳۷	روبیوم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرونسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم	Na	۲۳	۳۹	ایتیریم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۴۰	زیرکونیم	Zr	۹۱
۱۳	آلمینیم	Al	۲۷	۴۱	نیوبیم	Nb	۹۳
۱۴	سیلیسیم	Si	۲۸	۴۲	مولیبدن	Mo	۹۶
۱۵	فسفر	P	۳۱	۴۳	تکنسیم	Tc	۹۹*
۱۶	گوگرد	S	۳۲	۴۴	روتنیم	Ru	۱۰۱
۱۷	کلر	Cl	۳۵/۵	۴۵	رودیوم	Rh	۱۰۳
۱۸	آرگن	Ar	۴۰	۴۶	پالادیم	Pd	۱۰۶/۵
۱۹	پتاسیم	K	۳۹	۴۷	نقره	Ag	۱۰۸
۲۰	کلسیم	Ca	۴۰	۴۸	کادمیم	Cd	۱۱۲/۵
۲۱	اسکاندیم	Sc	۴۵	۴۹	اندیم	In	۱۱۴/۵
۲۲	تیتانیم	Ti	۴۷	۵۰	قلع	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۵۱	انتیموان	Sb	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۵۳	ید	I	۱۲۷
۲۶	آهن	Fe	۵۶	۵۴	گزنون	Xe	۱۳۱
۲۷	کبالت	Co	۵۹	۵۵	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۵۶	باریم	Ba	۱۳۷

## جدول قابلیت حل شدن نمکها و بازها در آب در ۱۸°C

	K	Na	Li	Mg	Ba	Sr	Ca	Zn	Pb	Ag
Cl	۲۲/۹۵	۲۵/۸۶	۷۷/۷۹	۵۵/۸۱	۳۷/۲۴	۵۱/۰۹	۷۲/۱۹	۲۰۳/۹	۱/۴۹	۱/۴X۱۰ <sup>-۴</sup>
Br	۶۵/۸۶	۸۸/۷۶	۱۶۸/۷	۱۰۲/۱	۱۰۲/۶	۹۶/۵۲	۱۴۳/۳	۴۷۸/۲	۰/۹۷	۱X۱۰ <sup>-۴</sup>
I	۱۳۷/۵	۱۷۷/۹	۱۶۱/۵	۱۴۸/۲	۲۰۱/۴	۱۶۹/۲	۲۰۰/۰	۴۱۹/۰	۰/۰۸	۳/۰X۱۰ <sup>-۷</sup>
F	۹۲/۵۶	۴/۴۴	۰/۲۷	۰/۰۰۰۷۶	۰/۱۶	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۵	۰/۰۶	۱۹۵/۴
NO <sub>۳</sub>	۲۰/۲۴	۸۳/۹۷	۷۱/۴۲	۷۳/۳۱	۸/۷۴	۶۶/۲۷	۱۲۱/۸	۱۱۷/۸	۰/۰۰۵	۲۱۲/۴
ClO <sub>۳</sub>	۶/۶	۹۷/۱۶	۲۱۲/۴	۱۲۶/۴	۲۵/۴۲	۱۷۴/۹	۱۷۹/۳	۱۸۳/۹	۱۵۰/۶	۱۲/۲۵
BrO <sub>۳</sub>	۶/۲۸	۲۶/۶۷	۱۵۲/۵	۴۲/۸۶	۰/۸	۲۰/۰	۸۵/۱۸	۵۸/۴۳	۱/۳	۰/۵۹
IO <sub>۳</sub>	۷/۶۲	۸/۳۳	۸۰/۴۲	۶/۸۷	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۸۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴
SO <sub>۴</sub>	۱۱/۱۱	۱۶/۸۳	۲۵/۶۴	۲۵/۴۲	۲/۲X۱۰ <sup>-۴</sup>	۰/۰۰۱۱	۰/۲۰	۵۲/۱۲	۰/۰۰۴۱	۰/۵۵
CrO <sub>۴</sub>	۶۳/۱	۶۱/۲۱	۱۱۱/۶	۷۳/۰	۳/۸X۱۰ <sup>-۴</sup>	۰/۱۲	۰/۴	—	۲X۱۰ <sup>-۵</sup>	۰/۰۰۲۵
C <sub>۲</sub> O <sub>۴</sub>	۳۰/۲۷	۲/۳۴	۷/۲۲	۰/۰۳	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۴۶	۵/۶X۱۰ <sup>-۴</sup>	۷/۹X۱۰ <sup>-۴</sup>	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲۵
CO <sub>۳</sub>	۱۰۸/۰	۱۹/۳۹	۱/۳	۰/۱	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱۲	—	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲
OH	۱۴۲/۹	۱۱۶/۴	۱۲/۰۴	۰/۰۰۰۱	۲/۷	۰/۷۷	۰/۱۷	۰/۰۰۰۵۵	۰/۰۱	۰/۰۰۰۲(۲)

جدول قابلیت حل شدن ، در این جدول ، بر حسب مقدار ماده خالص می آید است که در ۱۰۰ سانتیمتر مکعب آب حل می شود .

# جدول تناوبی عناصر

۱	۱.۰۰۸
K	H

فزمات سبک

- فزمات
- شبه فزمات
- غیر فزمات
- گازهای بی اثر

	IA	IIA
۲ L	۶.۹۳۹ ۳ Li	۹.۰۰۱۲ ۴ Be
۳ M	۲۲.۹۹۰ ۱۱ Na	۲۴.۳۰۴ ۱۲ Mg
۴ N	۳۹.۰۹۸ ۱۹ K	۴۰.۰۷۸ ۲۰ Ca
۵ O	۸۵.۴۷ ۳۷ Rb	۸۷.۶۲ ۳۸ Sr
۶ P	۱۳۲.۹۰۵ ۵۵ Cs	۱۳۷.۳۴ ۵۶ Ba
۷ Q	(۲۲۳) ۸۷ Fr	(۲۲۶) ۸۸ Ra

فزمات واسطه‌سین

	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	IIB
۴	۴۴.۹۵۶ ۲۱ Sc	۴۷.۹۰ ۲۲ Ti	۵۰.۹۴۲ ۲۳ V	۵۱.۹۶۶ ۲۴ Cr	۵۴.۹۳۸ ۲۵ Mn	۵۵.۸۴۷ ۲۶ Fe	۵۸.۹۳۳ ۲۷ Co	۵۸.۹۱ ۲۸ Ni
۵	۸۸.۹۰۵ ۲۹ Y	۹۱.۲۲ ۴۰ Zr	۹۲.۹۰۶ ۴۱ Nb	۹۵.۹۴ ۴۲ Mo	(۹۹) ۴۳ Tc	۱۰۱.۰۰۷ ۴۴ Ru	۱۰۲.۹۰۵ ۴۵ Rh	۱۰۶.۴ ۴۶ Pd
۶	۱۷۸.۴۹ ۷۲ Hf	۱۸۰.۹۵ ۷۳ Ta	۱۸۲.۸۵ ۷۴ W	۱۸۶.۲ ۷۵ Re	۱۹۰.۲ ۷۶ Os	۱۹۲.۲ ۷۷ Ir	۱۹۵.۰۹ ۷۸ Pt	۱۹۶.۹۶۷ ۷۹ Au
۷	۲۲۳.۰۱۸ ۸۹ Ac	۲۲۷.۰۲۰ ۹۰ Th	۲۳۱.۰۳۶ ۹۱ Pa	۲۳۸.۰۲۹ ۹۲ U	۲۴۱.۰۶۲ ۹۳ Np	۲۴۴.۰۶۳ ۹۴ Pu	۲۴۷.۰۶۵ ۹۵ Am	۲۵۰.۰۸۳ ۹۶ Cm

غیر فزمات

	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
۲	۱۰.۸۱۱ ۵ B	۱۲.۰۱۱ ۶ C	۱۴.۰۰۷ ۷ N	۱۵.۹۹۹ ۸ O	۱۸.۹۹۸ ۹ F	۲۰.۱۸۳ ۱۰ Ne
۳	۲۶.۹۸۲ ۱۳ Al	۲۸.۰۸۶ ۱۴ Si	۳۰.۹۷۴ ۱۵ P	۳۲.۰۶۲ ۱۶ S	۳۵.۴۵۲ ۱۷ Cl	۳۹.۹۴۸ ۱۸ Ar
۴	۶۹.۷۲ ۳۱ Ga	۷۲.۰۴ ۳۲ Ge	۷۴.۹۲۲ ۳۳ As	۷۸.۹۶ ۳۴ Se	۷۹.۹۰۹ ۳۵ Br	۸۳.۸۰ ۳۶ Kr
۵	۱۱۲.۴۰ ۴۹ In	۱۱۸.۶۹ ۵۰ Sn	۱۲۱.۷۵ ۵۱ Sb	۱۲۷.۶۰ ۵۲ Te	۱۲۶.۹۰۴ ۵۳ I	۱۳۱.۲۰ ۵۴ Xe
۶	۲۰۴.۳۷ ۸۱ Tl	۲۰۷.۹۳ ۸۲ Pb	۲۰۸.۹۸۰ ۸۳ Bi	(۲۱۰) ۸۴ Po	(۲۱۰) ۸۵ At	(۲۲۲) ۸۶ Rn

گازهای بی اثر

آرایش الکترونی  
عناصر انتهایی هر دوره

۱s<sup>2</sup> = ۲ الکترون

۲s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> = ۸e

۳s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> = ۸e

۴s<sup>2</sup> 4p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> = ۱۸e

۵s<sup>2</sup> 5p<sup>6</sup> 4d<sup>10</sup> = ۱۸e

۶s<sup>2</sup> 6p<sup>6</sup> 5d<sup>10</sup> 4f<sup>14</sup> = ۳۲e

با شروع دوره ششم در ساختمان الکترونی بجای \* باید ۱۸-۸-۲ منظور شود.

وزنهای اتمی داخل پرانتز اعداد جرمی پایداری کمترین ایزوتوپ عناصر را در برگیرنده است.

لانتانیدها

۱۳۸.۹۱ ۵۷ La	۱۴۰.۱۲ ۵۸ Ce	۱۴۰.۹۱ ۵۹ Pr	۱۴۴.۲۴ ۶۰ Nd	(۱۴۷) ۶۱ Pm	۱۵۰.۳۵ ۶۲ Sm	۱۵۱.۹۶ ۶۳ Eu	۱۵۷.۲۵ ۶۴ Gd	۱۵۸.۹۲ ۶۵ Tb	۱۶۲.۵۰ ۶۶ Dy	۱۶۴.۹۳ ۶۷ Ho	۱۶۷.۲۶ ۶۸ Er	۱۶۸.۹۳ ۶۹ Tm	۱۷۳.۰۴ ۷۰ Yb	۱۷۴.۹۷ ۷۱ Lu
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

آکتینیدها

(۲۲۷) ۸۹ Ac	(۲۲۷) ۹۰ Th	(۲۳۱) ۹۱ Pa	(۲۳۸) ۹۲ U	(۲۳۷) ۹۳ Np	(۲۴۴) ۹۴ Pu	(۲۴۴) ۹۵ Am	(۲۴۷) ۹۶ Cm	(۲۴۹) ۹۷ Bk	(۲۵۱) ۹۸ Cf	(۲۵۴) ۹۹ Es	(۲۵۲) ۱۰۰ Fm	(۲۵۶) ۱۰۱ Md	(۲۵۴) ۱۰۲ No	(۲۵۷?) ۱۰۳ Lw
-------------------	-------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------

وزن اتمی (بر پایه کربن-۱۲)

علامت اختصاری

عدد اتمی

ساختمان الکترونی

- گاز
- مایع
- جامد