

khosro ۱۹۵۲

8P
18
8N

11 P
12 N

Na



شیمی

برای سال چهارم طبیعی و ریاضی

توانا پوهنتون سرک وانا پوه
وزارت آموزش پرورش

توانا بود هر که دانا بود

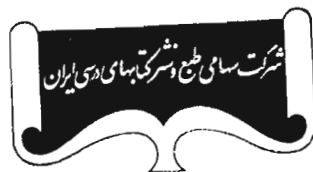
وزارت آموزش و پرورش

شیمی

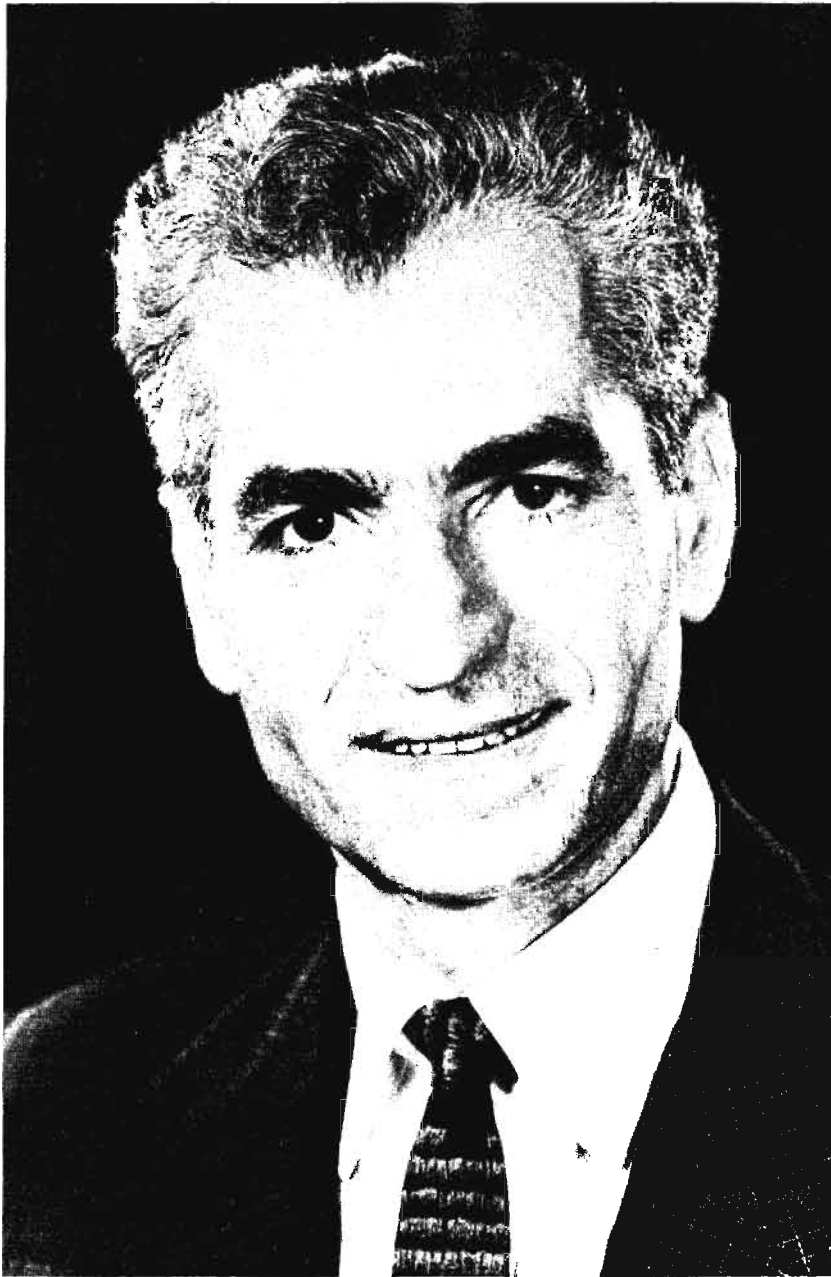
برای سال چهارم طبیعی و ریاضی

حق چاپ محفوظ

چاپ و توزیع از :



۱۳۵۰



این کتاب که به وسیله آقایان : دکتر جعفر امین ، عبدالحمید اردلان ، باروخ بروخیم ، دکتر نصرالله حاج سید جوادی ، احمد رفیع زاده ، دکتر ابراهیم صفری نگارش یافته ، بر طبق ماده ۳ قانون کتابهای درسی و اساسنامه سازمان کتابهای درسی ایران برای تدریس در دبیرستانها برگزیده شده است .

چاپ از : مطبوعات

فهرست مندرجات

صفحه

عنوان

۱	فصل اول - تاریخ مختصر تحول شیمی
۲۰	فصل دوم - ماده ، حالات مختلف ، تغییرات و ساختمان آن - ماده و حالات مختلف آن
۲۳	خواص فیزیکی و خواص شیمیایی
۲۴	تغییرات فیزیکی و تغییرات شیمیایی
۲۸	مخلوط و مرکب
۳۲	ماده ساده و ماده مرکب
۴۰	مولکول و اتم
۴۷	ساختمان اتم
۵۰	ظرفیت (والانس)
۵۸	طبقه بندی عناصر شیمیایی
۶۷	فصل سوم - ئیدروژن
۷۱	فصل چهارم - گروه هفتم (هالوژنها) - کلر
۷۹	هالوژنهای دیگر
۸۶	اسیدهای هالوژن دار - اسید کلریدریک (جوهر نمک)
۸۸	فصل پنجم - گروه ششم
۹۳	اکسیژن
۹۹	اوزون
۱۰۴	فصل ششم - اکسیداسیون و احیا
۱۰۶	فصل هفتم - قانون بقای ماده و انرژی
۱۱۳	فصل هشتم - آب
۱۱۷	پراکسید ئیدروژن
	محلولها
	فصل نهم - محلولهای نرمال
	فصل دهم - گوگرد و ترکیبات آن - گوگرد

۱۹۵۲
۱۹۵۳
۱۹۵۴
۱۹۵۵
۱۹۵۶
۱۹۵۷
۱۹۵۸
۱۹۵۹
۱۹۶۰
۱۹۶۱
۱۹۶۲
۱۹۶۳
۱۹۶۴
۱۹۶۵
۱۹۶۶
۱۹۶۷
۱۹۶۸
۱۹۶۹
۱۹۷۰
۱۹۷۱
۱۹۷۲
۱۹۷۳
۱۹۷۴
۱۹۷۵
۱۹۷۶
۱۹۷۷
۱۹۷۸
۱۹۷۹
۱۹۸۰
۱۹۸۱
۱۹۸۲
۱۹۸۳
۱۹۸۴
۱۹۸۵
۱۹۸۶
۱۹۸۷
۱۹۸۸
۱۹۸۹
۱۹۹۰
۱۹۹۱
۱۹۹۲
۱۹۹۳
۱۹۹۴
۱۹۹۵
۱۹۹۶
۱۹۹۷
۱۹۹۸
۱۹۹۹
۲۰۰۰
۲۰۰۱
۲۰۰۲
۲۰۰۳
۲۰۰۴
۲۰۰۵
۲۰۰۶
۲۰۰۷
۲۰۰۸
۲۰۰۹
۲۰۱۰
۲۰۱۱
۲۰۱۲
۲۰۱۳
۲۰۱۴
۲۰۱۵
۲۰۱۶
۲۰۱۷
۲۰۱۸
۲۰۱۹
۲۰۲۰
۲۰۲۱
۲۰۲۲
۲۰۲۳
۲۰۲۴
۲۰۲۵
۲۰۲۶
۲۰۲۷
۲۰۲۸
۲۰۲۹
۲۰۳۰

صفحه	عنوان
۱۲۷	سولفوریدروژن
۱۳۰	سولفورها
۱۳۴	ترکیبات اکسیژن دار گوگرد - ۱ - انیدرید سولفور
۱۳۸	۲ - سولفیتها
۱۴۱	۳ - انیدرید سولفوریک
۱۴۱	۴ - اسید سولفوریک یا جوهر گوگرد
۱۴۵	۵ - سولفاتها
۱۴۹	فصل یازدهم - گروه پنجم
۱۴۹	نیتروژن یا ازت
۱۵۲	هوا
۱۵۶	امونیاك
۱۶۳	ترکیبات اکسیژن دار نیتروژن
۱۷۳	فسفر
۱۷۷	اسیدهای فسفر
۱۷۹	کودهای شیمیایی
	فصل دوازدهم - تعیین ترکیب صدقسمتی ، تعیین فرمول
۱۸۳	ساده مواد مرکب و چند قانون شیمی
۱۸۹	فصل سیزدهم - گروه چهارم
۱۸۹	کربن
۱۹۲	زغالها
۱۹۹	انیدرید کربنیک
۲۰۳	اکسید کربن
۲۰۸	سیلیسیم
۲۰۹	سیلیس (انیدرید سیلیسیك)
۲۱۰	شیشه

۱-۴ - F oolady - M ansoor

فصل اول

تاریخ مختصر تحول شیمی

شیمی یکی از علومی است که همواره در زندگی بشر دخالت کامل داشته و دارد . هرچه تمدن کنونی پیشتر می‌رود دخالت شیمی در شئون مختلف زندگی ما بیشتر می‌شود .

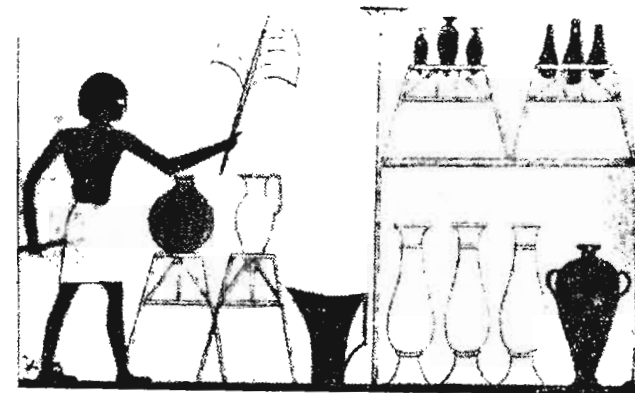
بدون شك نخستین قدم در پیشرفت شیمی با كشف آتش و استفاده از آن آغاز شده است . انسان ضمن استفاده از آتش ، مثلاً برای گرم کردن خود یا برای پختن غذا و احیاناً پس از آتش سوزیهایی که بر اثر صاعقه یا عوامل دیگر در جنگلها روی می‌داد ، به وجود بعضی از فلزها که از پاره‌ای سنگها بدست می‌آمد پی برده و به چگونگی تهیه آجر و شیشه دست یافته است .

از آثاری که از مصریان قدیم و آشوریان و نیز ایران باستان و چین قدیم بدست آمده معلوم می‌شود که اطلاعات آنان نسبت به اشیا به مرور زمان ، در طی سالیان دراز و ضمن تجربیات طولانی حاصل شده است .

تجزیه شیمیایی يك مجسمه مسی، که در بین‌النهرین بدست آمده نشان می‌دهد که در حدود شش هزار سال قبل از این، اشیایی از این قبیل

را از مس می‌ساخته‌اند. اشیای مفرغی، مربوط به چهار هزار سال قبل، بدست آمده که می‌رساند از آن زمان قلع را نیز می‌شناخته‌اند و بطور تجربی توجه داشته‌اند که مفرغ، آلیاژ این دو فلز، بهتر و مفیدتر از هر يك از آنهاست.

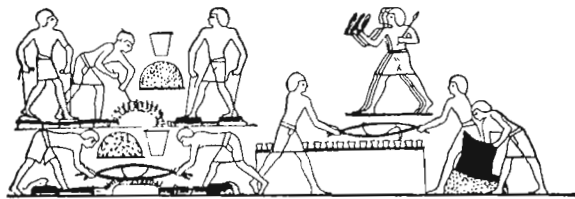
طلا نیز چون فلزی است که در طبیعت به حالت خالص وجود دارد، در آن اعصار آن را می‌شناخته‌اند. یکی از صنایع بسیار قدیمی صنعت دباغی است. مردم فینیقیه در حدود سه هزار سال پیش از میلاد از چرم، سپر و مشک آب و چادر می‌ساختند. برای صنعت کوزه‌گری نیز نمی‌توان مبدأ معینی پیدا کرد. این هنر مانند لعاب دادن روی ظرف، صنعتی بسیار قدیمی است. همین صنعت است که ظاهراً به ساختن شیشه منجر شده است.



شکل ۱- کوزه‌های سفالی را باد می‌زدند تا آب آنها تبخیر شود
(از آثار مصری)

آثاری که از مصر علیا در هزار و چهارصد سال قبل از میلاد بدست آمده پیشرفت این صنعت را بخوبی نشان می‌دهد (شکل ۱).

نقاشیهایی که روی تابوت مومیاییها در شهر 'قب' مصر رسم شده و اشیایی که از آن دوره باقی مانده است این نکته را محرز می‌سازد که کارگران و هنرمندان آن عصر قادر بوده‌اند شیشه رنگی بسازند و آن را به اشکال مختلف جواهرهای قیمتی بتراشند. چشمهای مصنوعی که روی تابوت مومیاییها نصب شده از نقره میناکاری است. از این رو معلوم می‌شود که از فلزکاری نیز اطلاع داشته‌اند. صنعت رنگرزی پارچه‌ها با رنگهای گیاهی و معدنی، تهیه و استفاده از گچ در مصر قدیم به میزان قابل توجهی پیشرفت داشته است.



شکل ۲- صنعت فلزکاری و ذوب آهن در مصر قدیم

عناصر اربعه - فلاسفه و دانشمندان یونانی همواره در پی آن بودند که به رموز و اسرار طبیعت دست یافته حقیقت ماده و خلقت را دریابند. بعضی عقیده داشتند که تمام اجسام موجود در دنیا از يك ماده اولیه، **ماده الموات (Materia Prima)** تشکیل شده است. مثلاً **طالس** اصل اشیا را آب، **هراکلیتوس** آتش، و بالاخره **آناکسیمانوس** آن را هوا می‌پنداشت. در قرن پنجم قبل از میلاد **امپدوکلیس** سه نظر فلاسفه قبل از خود را ترکیب و به آنها «خاک» را نیز اضافه کرد. یعنی او مواد اصلی سازنده جهان را آب، هوا، آتش و خاک می‌دانست. نظر

تئوری عناصر اربعه تا قرن هجدهم ایستادگی کرد ولی بعد باطل بودن آن روشن شد .

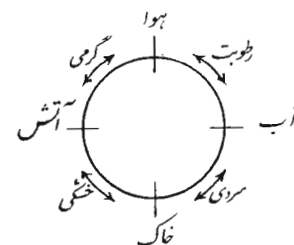
کیمیاگری - هنر مقدس - نام « شیمی » اولین بار در حکم امپراطور دیوکلستین در ۲۹۶ بعد از میلاد آورده شده است. در حکم مزبور امر شده بود که « کتابهای مصری (اسکندریه) که در باره Chémia بوده و مربوط به ساختن (تقلیب) طلا و نقره است سوزانده شود » این کلمه در آثار نویسندگان یونانی ظاهر می شود ولی اصل این کلمه یونانی نیست . هنر کیمیاگری که مصریان قدیم آن را به نام هنر مقدس می خواندند منحصرأ در اختیار کاهنان و روحانیان مصر بود . این دسته با سوگندهای مرموز و وحشتناک متعهد می شدند که رموز این هنر را همواره پنهان نگاه دارند و جز به صورت معما سخنی از آن به میان نیاورند . کاهنان مصری هنگام کار از خدایان خود به صورت سحر و جادو و اوراد یاری می طلبیدند . ظاهراً این علم از اسکندریه که مرکز علمی آن زمان بود به اعراب و از آنجا به ایران و اروپای غربی سرایت کرده است . در این باره مدارکی از قرن سوم باقی مانده است که تا اندازه ای مقدمات کار کیمیاگران را روشن می سازد .

کیمیاگران به وجود جسم مرموزی به نام **اکسیر** یا **سنگ فیلسوفان** معتقد بودند و گمان می کردند که با کشف این **اکسیر اعظم** می توانند مس را به طلا و سرب را به نقره تبدیل کنند . ولی هرگز در این راه موفق نیافتند . یکی از عملیات فریبنده کیمیاگران این بود که در بوته ای سفالی مقداری سرب نقره دار را در مجاورت هوا مدتی حرارت می دادند ، سرب در هوا به اکسید سرب تبدیل و جذب بوته می شد

این فیلسوف مبنای تئوری عناصر اربعه بود که تا دو هزار سال به اشکال گوناگون بر نظریات علمی حکمروایی داشت. در همین عصر **دموکریتوس** فیلسوف دیگر یونانی نظر تازه و پرارزشی در مورد ساختمان ماده مطرح کرد . بنا بر نظر دموکریتوس تمام اجسام در طبیعت از ذرات صلب غیر قابل نفوذ و غیر قابل تجزیه ای ساخته شده اند که شکلهای گوناگون دارند ولی ماده اصلی آنها یکی است . این ذرات دیده نمی شوند و دارای حرکت جاوید می باشند . انقباض ، انبساط ، انحلال و دیگر پدیده های طبیعت همه مربوط به این ذرات است که او آنها را اتم می نامید .

اما نظر دموکریتوس بعدها مورد قبول واقع نشد و نظر دیگری که تمام پدیده های طبیعت را مربوط به خواص مجرد مواد می دانست توسعه یافت . پایه گذار این فکر **ارسطو** بود (۳۲۲ - ۲۸۴ ق . م .) . ارسطو چهار خاصیت سردی ، گرمی ، خشکی و رطوبت را خواص اصلی ماده اولیه و چهار عنصر امپدوکلیس یعنی آب ، هوا ، آتش و خاک را بنا بر نمودار زیر ترکیبی از این چهار خاصیت می دانست .

بنا بر نظر ارسطو این خواص بطور غیر قابل انفکاک با ماده اولیه مربوط نیستند ، زیرا وقتی که مثلاً آب را گرم می کنیم سردی را از آن می گیریم و گرمی به آن می دهیم و



به همین دلیل است که به هوا تبدیل می شود . بالاخره او به این نتیجه می رسید که عناصر به یکدیگر تبدیل می شوند .

تهیه اسید سولفوریک ، اسید نیتریک ، تیزاب سلطانی ، کربنات سرب و جوهر سرکه را به او نسبت می‌دهند .

پاره‌ای از کیمیاگران متوجه گیاهان شدند و از راه تقطیر و تصفیه توانستند مواد و عصاره‌های مختلفی از آنها بدست آورند که تدریجاً داروهای گیاهی از آنها ساخته شد . در ضمن این کوششها کیمیاگران در صدد یافتن اکسیری بودند که درمان تمام دردها و بیماریها باشد و به انسان حیات جاودانی بخشد . تلاش آنها در این راه اگر چه بی‌ثمر بود ولی منجر به کشف و تهیه بسیاری از ادویه مفید گردید .

مقایسه افزار و ادوات ساده‌ای که در اختیار آنان بوده است با وسایل کامل و مجهزی که امروز در اختیار شیمیدانهای معاصر می‌باشد آدمی را به تعجب وامی‌دارد که چگونه کیمیاگران توانسته‌اند با وجود آن وسایل ابتدایی به چنان پیشرفتهایی نایل شوند .

در اواخر قرون وسطی بعضی از کیمیاگران به خیال آنکه باید اکسیر را در همه جا و همه چیز جستجو کرد تا مگر این راز طبیعت بچنگ آید ، دامنه آزمایشهای خود را به اجزای مختلف بدن حیوانات بزرگ و کوچک و پیر و جوان کشانیدند و در همین زمان بود که **براند**^۱ کیمیاگر هامبورگی از تقطیر ادرار، فسفر بدست آورد و با مشاهده خواص نور افشانی و آتشگیر بودن این ماده یقین کرد که به کشف اکسیر موفق شده است .

در تمام طول قرون وسطی که می‌توان آن را از قرن چهارم تا قرن هجدهم بعد از میلاد دانست ، پیشرفت قابل توجهی در شیمی حاصل

و کمی نقره در ته بوتنه باقی می‌ماند (عمل قالگذاری امروز) و اینطور وانمود می‌کردند که سرب به نقره تبدیل شده است ، یا برای فریب دادن متمولان ، امرا و حکام قبلاً کمی طلا با موادی که برای کیمیاگری بکار می‌بردند مخلوط می‌کردند . نظیر همین عملیات برای تبدیل مس به طلا نیز انجام می‌گرفت .

طرز تفکر ارسطو در تشویق کیمیاگران بی‌اثر نبوده است و تلاش آنان برای تبدیل فلزهای ارزان به فلزهای قیمتی تا اندازه‌ای متکی به نظر ارسطو در باره تبدیل عناصر بوده است . کیمیاگران برای این منظور هر گونه مخلوطهای مختلف را با اصطلاح سحق و صلایه و تقطیر می‌کردند . بدیهی است که آنان هرگز در این کار توفیق نیافتند لیکن در خلال همین کارها و آزمایشها موفق به کسب اطلاعاتی در باره تهیه بعضی مواد و خواص آنها شدند . پاره‌ای از مواد که امروزه مورد استفاده ماست و همچنین روشهای کاری که در آزمایشگاههای شیمی معمول است از آن دوره باقی است . مثلاً **محمد بن زکریای رازی** (۲۵۱ - ۳۳۱ هجری) طبیب و کیمیاگر ایرانی در ضمن همین عملیات الکحل را بدست آورد . الکحل از نام عربی « الکحل » گرفته شده که به معنی سرمه چشم است و اینکه چگونه کلمه الکحل که نام گردی است نرم برای يك مایع گذاشته شده اقوال مختلفی است که علت را روشن نمی‌کند .

یکی دیگر از کیمیاگران معروف **جابر بن حیان طرطوسی** است که در حدود ۸۵۰ م . در کوفه می‌زیسته است و کتابی به نام «الرحمة» در کیمیا نوشته و در آن فصلی است از چگونگی تبدیل فلزها به طلا. طرز

برقرار است. لیکن در قرن هجدهم یکباره وضع کیمیاگران دگرگون شد و به فاصله کوتاهی معلومات و اطلاعات آنان به صورت علم شیمی درآمد. علت این امر در مرتبه اول پیشرفت فلسفه و فیزیک و ریاضیات و در مرحله دوم این بود که علمای قرن شانزدهم و هفدهم کم و بیش به عقاید قدیمی پشت پا زدند و روش استدلال علمی را بر بخشهای نظری و عقلی که متکی بر واقعیت نبود و همچنین بر روشهای تجربی محض کیمیاگران ترجیح دادند.

اولین کسی که دلیرانه با عقاید قدما درباره وجود عناصر چهارگانه مخالفت نمود **رابرت بویل**^۱ انگلیسی بود (۱۶۲۷ - ۱۶۹۱). بویل عنصر را بطور روشن تعریف کرد و بطور تجربی نشان داد که عناصر چهارگانه ارسطو را بهیچ وجه نمی توان عنصر نامید. به عقیده بویل عنصر ماده ای است تجزیه ناپذیر و از ترکیب عناصر است که مواد مختلف بوجود می آیند. این تعریف علمی صحیحی بود که بویل در باره عناصر بیان کرد. بویل روش تجربی را مبنای مطالعه اعمال شیمیایی قرار داد و معتقد بود که شیمی نه به خاطر کیمیاگری بلکه از نظر خود این علم قابل مطالعه است.

بالاخره **لاووازیه**^۲ فرانسوی (۱۷۴۳ - ۱۷۹۴) که پایه گذار شیمی جدید محسوب می شود تجربه و سنجش توأم با نتیجه گیری صحیح از آنها را اساس این علم قرار داد. لاووازیه گفت: « ما ناگزیریم همواره استدلال خود را بر پایه آزمایش قرار دهیم و جز به واقعیت و عمل به چیزی اعتماد نداشته باشیم ».

۱- Robert Boyle

۲- Lavoisier

نگردید زیرا از طرفی نظریه ارسطو نمی توانست محققان را در راه صحیح پیشرفت علمی هدایت کند و از طرف دیگر کیمیاگران معلومات و اطلاعات خود را از دیگران پنهان داشته و از آشکار شدن آن مصراً خودداری می کردند.

تاریخ معاصر

این اوضاع تا اواخر قرن هفدهم باقی بود و هنوز نظریه ارسطو درباره عناصر اربعه طرف توجه حکما قرار داشت و آن را در مدارس تدریس می کردند. هنوز کیمیاگران معتقد به تبدیل فلزها بودند و در این راه تلاش می کردند. هنوز نظریه علمی دیگری که متکی به تجربه های متعدد باشد پیدا نشده بود تا مطالب و معلومات پراکنده شیمی را به یکدیگر مربوط نماید. تا این تاریخ هنوز هم علم شیمی جزو علوم اسرارآمیز بشمار می آمد و کارهای عجیب و غریب کیمیاگران هم بر این ابهام می افزود. مطابق رسم قدیم مصر و بابل، کیمیاگران اثر سعد و نحس کواکب و میل و رضای خدایان را در عملیات خویش دخیل و مؤثر می دانستند و مانند منجمان برای فلزها علایمی نظیر کواکب می گذاشتند (شکل ۳)، زیرا معتقد بودند که بین فلزها و کواکب روابطی اسرارآمیز

○ طلا Au	☾ نقره Ag	♄ سرب Pb	♁ قلع Sn	♀ جیوه Hg	♂ آهن Fe	♀ مس Cu
----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	---------------

شکل ۳ - رموز و علایم اختصاری قدیم برای نمایش فلزها



شکل ۴ - لاووازیه

یا نوراست بایک ماده اصلی درعمل
احتراق، ماده سوختنی ماده اصلی
را بشدت جذب می کند و ماده
حرارت را رها می کند و همان است
که به صورت شعله و حرارت و نور
نمایان می شود. بدین ترتیب او
برخلاف دانشمندان قبل از خود
فلوژیستیک یا ماده آتش را در نهاد
اکسیژن می دانست.

لاووازیه به وسیله تجربه ثابت کرد که این ماده آتش بی وزن است.
در همان اوان که این اعمال به وسیله لاووازیه انجام می شد،
دوی^۱ (۱۷۷۸ - ۱۸۲۹) موفق به کشف فلزات قلیایی گردید و ووئر^۲
آلمانی به کمک پتاسیم توانست آلومینیم را بدست آورد و بدین ترتیب
عناصر یکی پس از دیگری پیدا شدند.

در قرن نوزدهم با اختراع کوره های بلند و استفاده از آنها در
استخراج آهن، کار صنایع شیمیایی و به موازات آن تحقیقات شیمیایی
بالا گرفت. در قرن هجدهم اسید فسفریک و منیزی و بسیاری از نمکها
را شناختند و پاره ای از فلزهای جدید مانند نیکل و منگنز نیز در اوایل
این قرن کشف شد. در اواخر قرن هجدهم کاوندیش^۳ دانشمند ثروتمند

لاووازیه در زمره نخستین کسانی بود که ترازو را برای سنجش و
تحقیق در واکنشهای شیمیایی بکار برد و در نتیجه متوجه شد که در
هر عمل شیمیایی، مقدار ماده موجود در قبل و بعد از عمل مساوی است
و تغییر نمی کند و آن را به عنوان اصلی، مبنای کارهای تجربی خود قرار
داد. قانون بقای جرم که امروزه ما برای موازنه واکنشهای شیمیایی از
آن استفاده می کنیم بیان همین مطلب است.

او ثابت کرد که عمل سوختن، واکنش ماده با هوای خالص
(اکسیژن) است.

قبل از لاووازیه سوختن را اینطور تعبیر می کردند که: « هر جسم
سوختنی دارای ماده ای است به نام فلوژیستیک. چون جسم مشتعل شود
این ماده از آن خارج می گردد. هر چه جسم بیشتر قابل اشتعال باشد
بیشتر از آن ماده دارد و آتش همان فلوژیستیک است که از جسم متصاعد
می گردد. مثلاً وقتی فلز روی در حرارت قرمز می سوزد فلوژیستیک آن
آزاد می شود و گرد سفیدی باقی می ماند که چنانچه آن را با زغال که
دارای مقدار زیادی فلوژیستیک است حرارت دهیم بار دیگر فلوژیستیک
می گیرد و روی حاصل می شود. »

لاووازیه با آزمایشهای متعدد ثابت کرد که وقتی ماده ای در هوا
می سوزد اکسیژن می گیرد و وزنش اضافه می شود و در موقع تجزیه به
همان مقدار اکسیژن از دست می دهد. او نظریه فلوژیستیک را به این
ترتیب اصلاح کرد که: هوای خالص (اکسیژن) ترکیبی از ماده آتش

انگلیسی خواص ئیدروژن را معلوم و مشخص کرد .

در همین قرن ^۱پریستلی^۱ انگلیسی اکسیژن را کشف کرد و ^۲شئل^۲ سوئدی کلر را کشف و مطالعه نمود . ^۳برتوله^۳ فرانسوی ترکیب اسید سیانیدریک و همچنین امونیاک را معلوم نمود و در مورد اثر رنگ زدایی کلر و کلراتها و هیپوکلریتها تحقیقاتی بعمل آورد .

در ۱۷۹۷ ^۴پروست^۴ فرانسوی قانون نسبتهای ثابت را بدین ترتیب بیان کرد که تجزیه و ترکیب اجزای یک ماده معلوم همیشه به نسبتهای ثابتی صورت می گیرد، پس می توان برای هر عمل شیمیایی یک فرمول معین نوشت .

در اوایل قرن نوزدهم ^۵آووگادرو^۵ فیزیکدان ایتالیایی فرض مولکولی و اتمی بودن گازها



شکل ۵ - کاوندیش



شکل ۶ - پریستلی

۱- Priestly ۲- Scheele ۳- Berthollet
۴- Proust ۵- Avogadro

را بیان کرد و ثابت نمود که حجمهای مساوی از تمام گازها در شرایط یکسان دارای تعداد مولکولهای مساوی می باشند .

برزیلیوس^۱ شیمیدان سوئدی به جای علامت و رموز کیمیاگران یک یا دو حرف اول نام لاتین هر عنصر را علامت آن عنصر قرارداد و اعدادی را که امروز ما جرم اتمی می خوانیم برای بیشتر عناصر حساب کرد . او برای اولین بار با وجود وسایل ناقص آن زمان موفق شد با تجربه های دقیق جدولی از اوزان اتمی عناصری را که تا آن وقت می شناختند تهیه نماید ، (در حدود پنجاه عنصر) و فرمول مواد مرکب را نیز به صورتی که امروز معمول است بنویسد . هم او بود که عدده اتمهای یک عنصر را در مواد مرکب به صورت یک عدد کنار آن عنصر نمایش داد .

برزیلیوس همچنین بعضی عناصر را کشف کرد و در مبحث الکترولیتها مطالعه نمود .

در اواخر قرن نوزدهم ^۲مندلیف^۲ شیمیدان روسی ضمن طبقه بندی عناصر جدول معروف خود را تنظیم کرد و وجود عدده زیادی از عناصر را پیش بینی کرد و با کشف آنها شیمی در ردیف علوم جدید و درجه اول قرار گرفت .

الکترو شیمی - با کشف اولین پیل توسط ^۳ولتا^۳ در سال ۱۸۰۰ ، دوره تازه ای در علم شیمی آغاز شد . برزیلیوس و دیگران از جریان برق پیل ولتا استفاده کرده و بسیاری از نمکها را تجزیه کردند . **دوی** از تجزیه الکتریکی پتاس مذاب ، پتاسیم و سپس از سود گداخته ، سدیم را

۱- Berzelius ۲- Mendeleiev ۳- Volta

بدست آورد. دوی اولین کسی است که تفاوت‌های بین انیدریدها و اکسیدها را پیدا کرد در صورتی که لاووازیه آنها را یکی می‌دانست. دوی با تجزیه الکتریکی ثابت کرد که برخلاف عقیده لاووازیه تمام اسیدها اکسیژن ندارند. وی جوهر نمک را که فقط کلر و



تیدروژن دارد تجزیه کرد. آزمایشهای او بالاخره منجر به بیان فرضیه یونها شد.

آرنیوس^۱ دانشمند سوئدی در سن

۲۹ سالگی تئوری یونیزاسیون را بیان

کرد و از این رو به تئوری آرنیوس موسوم

گردید. امروزه می‌دانیم که شیمی و

شکل ۷ - آرنیوس سوئدی

صنعت فلزکاری تا چه اندازه مدیون این تئوری است.

پیدایش نظریه اتمی - در

حدود قرن پنجم قبل از میلاد پاره‌ای

از علمای یونان معتقد بودند که

هر چیز از ذرات بسیار ریز و محکم

و تقسیم ناپذیر بوجود آمده است.

این ذرات را اتم نام نهادند. این

نظریه طرفداران زیادی پیدا نکرد

و تا قرن نوزدهم در بوته فراموشی

افتاد.



شکل ۸ - دالتن انگلیسی

دالتن^۲ دانشمند انگلیسی

۱- Arrhenius

۲- Dalton

(۱۷۶۶ - ۱۸۴۴) دوباره ماده را متشکل از ذرات بسیار ریزی فرض کرد که تقسیم ناپذیر و دارای وزن هستند و بر این ذرات کوچک که حد تقسیم ماده محسوب می‌شود اتم نام نهاد. نظریه اتمی دالتن چنانکه در متن کتاب خواهد آمد دارای نواقص جزئی است، لیکن نظریه اتمی جدید و پیشرفتهایی که اخیراً در قوانین مربوط به آن بعمل آمده تا میزان قابل توجهی مدیون نظریه دالتن است.

پیشرفت شیمی آلی - تا حدود ۱۸۲۵ یعنی اوایل قرن نوزدهم

توجه دانشمندان فقط به مواد معدنی معطوف بود، لیکن دامنه پیشرفت

شیمی به مواد آلی نیز کشیده شد و علمای شیمی توانستند عقیده اثر

نیروی حیاتی در تهیه مواد آلی را که تا آن زمان وجود داشت از بین

ببرند.

وولر با تهیه اوره و برتلو^۱ فرانسوی با تهیه مصنوعی الکل و

استیلن و متان و اسید فرمیک ضربه قاطعی به این عقیده وارد آوردند.

از آن پس مواد آلی یکی پس از دیگری مصنوعاً تهیه شد بطوری که

تا امروز بیش از سیصد هزار ماده آلی ساخته شده و مورد استفاده قرار

گرفته است.

پاستور^۲ دانشمند فرانسوی (۱۸۲۲ - ۱۸۹۵) ضمن تحقیق اثر نور

پلاریزه بر یکی از مواد آلی (تارتراها) به وجود میکروبها و باکتریها

پی برد و دامنه شیمی را از این جهت به تهیه داروهای ضد عفونی به

میزان قابل توجهی توسعه داد.

۱- Berthelot

۲- Pasteur



شکل ۹ - پاستور فرانسوی

نیوتن در فیزیک، لاولوایزیه در شیمی و پاستور در میکروب شناسی و پزشکی سه قیافه فنا ناپذیر هستند که تحول بزرگ علمی امروز را بوجود آورده اند.

ساختمان اتم و انرژی هسته ای -
بالاخره بزرگترین و تازه ترین پیشرفت علم شیمی امروز آگاهی بیشتری به ساختمان ماده و دست یافتن به انرژی اتمی است.

هانری بکرل^۱ دانشمند فرانسوی روزی در کوشش میز خود قطعه ای از سنگ معدن اورانیم قرار داده بود. در همان کوشش مقدار کمی هم کاغذ حساس عکاسی با لافافه سیاه وجود داشت. او پس از چاپ کردن کاغذها و ظاهر کردن آنها لکه های سیاهی بر روی کاغذ مشاهده کرد که علامت نوردیدگی بود. توجه دانشمند مذکور بالاخره به این موضوع جلب شد که سنگ معدن اورانیم سبب این امر شده است، یعنی نوری نامرئی از آن خارج گردیده و کاغذ را با وجود لافاف سیاه، سیاه کرده است.

تحقیقات بکرل را **ماری کوری^۲** دنبال کرد و پس از سالیان دراز و زحمات طاقت فرسا به کمک همسر خود **پی.یر کوری** موفق به کشف

رادیوم فلزی است که از خود اشعه نامرئی می دهد. این اشعه چیست که از اجسام کدر می گذرد و از کجا می آید؟ این سؤالی بود که پس از

کشف رادیوم فکر دانشمندان را به خود معطوف داشت.



شکل ۱۰ - ماری کوری

تحقیقات و آزمایشهای مختلف نشان داد که از شکسته شدن هسته اتم نور و انرژی پدید می آید و در مورد اورانیم و رادیوم این عمل خود بخود انجام می گیرد. یعنی اتمهای رادیوم تدریجاً شکسته شده از آن اشعه و ذراتی خارج می شود و خود نیز به عناصر سبکتر دیگری مانند سرب تبدیل می گردد. اینگونه مواد را رادیواکتیو نام نهادند.

لرد راترفورد^۱ دانشمند انگلیسی (۱۸۷۱ - ۱۹۳۷) که می توان او را پدر فیزیک اتمی نامید موفق شد جنس اشعه رادیواکتیو را بشناسد و به وسیله یکی از آنها که او آن را اشعه آلفا نامید اتمهای عناصر را بمباران کند و طرح ساختمان اتم را بریزد. او همچنین توانست یک عنصر مانند نیتروژن را به وسیله همین ذرات بمباران کرده و از آن اکسیژن بسازد و بدین ترتیب آرزوی کیمیاگران را عملی سازد. اهمیت این کشف از دو نظر جالب توجه بود: اولاً اینکه فکر دانشمندان به درون اتم یعنی درون همان ذرات بسیار ریزی که هیچ میکروسکوپی قادر به دیدن آن نیست راه یافت و در نتیجه ساختمان داخلی آن روشن

گردید . ثانیاً راه برای استفاده از انرژی اتمی هموار گردید .

آلبرت اینشتاین^۱ در ۱۹۰۵ امکان استفاده از این انرژی را با

محاسبات ریاضی پیش بینی کرده بود

و در ۱۹۴۵ که با انفجار اولین بمب

اتمی قدرت عظیم انرژی اتمی ظاهر

گردید ، پیش بینی او به حقیقت

پیوست . امروزه گروه بیشماری از

دانشمندان در آزمایشگاههای خود

شب و روز در تعقیب اسرار طبیعت

و ساختمان ماده هستند و همینکه

سر رشته ای را بدست می آورند با دقت

و پشتکار خستگی ناپذیری به دنبال



شکل ۱۱ - آلبرت اینشتاین

آن می روند تا از آن برای بهبود زندگانی بشر بهره برداری کنند .

فصل دوم

ماده، حالات مختلف، تغییرات و ساختمان آن

ماده و حالات مختلف آن

تعریف ماده - هر چیزی که حجم داشته باشد، یعنی قسمتی از فضا را بگیرد، و دارای جرم یا وزن باشد **ماده** نام دارد. کتاب، میز، آب، هوا، و آنچه در این جهان وجود دارد اجسام مادی هستند. معمولاً وجود ماده محسوس هم هست یعنی ما آن را به کمک حواسمان درمی یابیم.

حالات مختلف ماده - ماده به سه حالت مختلف، یعنی جامد و مایع و بخار وجود دارد. جامدات مانند آهن و یخ دارای حجم و شکل ثابتند. مایعات مانند آب و الکل و مانند آنها که دارای حجم ثابتند ولی شکل معینی ندارند و همیشه به شکل ظرف خود درمی آیند. گازها یا بخارات نه حجم ثابتی دارند و نه شکل ثابت و در هر ظرفی که وجود داشته باشند آن ظرف را پر می کنند.

باید دانست که هر ماده می تواند تغییر حالت دهد یعنی از حالت جامد به حالت مایع و سپس به حالت بخار درآید. مثلاً یخ در اثر حرارت به آب و بعد به بخار آب تبدیل می شود. مولکولهای گازها و مایعات لاینقطع در حال حرکت می باشند. مولکولهای يك ماده جامد نیز دارای

حرکت نوسانی است. در حالت گازی مولکولها عملاً تأثیری بر یکدیگر ندارند. در صورتی که در حالت مایع و جامد مولکولها متراکم بوده و هر مولکول تحت تأثیر نیروی جاذبه مولکولهای دیگر می باشد.

خواص فیزیکی و خواص شیمیایی

هر ماده خالص دارای خواصی است که به وسیله آنها ماده مزبور مشخص می شود. این خواص دو گونه اند: یکی خواص فیزیکی و دیگری خواص شیمیایی.

خواص فیزیکی - خواص فیزیکی ماده آن گونه خواصی است که بدون تغییر دادن ماهیت ماده آن خواص را می توان شناخت مانند: بو، طعم، رنگ، مزه، نقطه ذوب، نقطه انجماد، وزن مخصوص، سختی، و... مثلاً می گوئیم اکسیژن گازی است بی بو، بی طعم، بی مزه، کمی محلول در آب و...

خواص شیمیایی - خواص شیمیایی يك ماده عبارت است از تأثیر آن ماده بر مواد دیگر. مثلاً اثر سدیم بر آب، اکسیژن و غیره. در این مورد اثر داشتن، کم اثر داشتن، یا بی اثر بودن يك ماده را بر مواد دیگر مطالعه می کنیم.

چون خواص فیزیکی و شیمیایی يك ماده همیشه ثابت است پس برای شناختن يك ماده معین باید خواص مزبور را تحقیق کنیم.

تغییرات فیزیکی و تغییرات شیمیایی

تغییرات فیزیکی - يك قطعه یخ را حرارت می دهند آب می شود و پس از آب شدن اگر باز هم به حرارت دادن آن ادامه دهند آب به

بخار تبدیل می گردد. بخار را می توان به وسیله سرما دوباره به آب تبدیل کرد. آب را هم می توان به وسیله سرما به یخ تبدیل کرد ولی در هر صورت جنس و ترکیب شیمیایی آب عوض نشده است. اینگونه تغییرات را که موجب عوض شدن جنس و ترکیب ماده نمی شوند تغییرات فیزیکی می نامیم.

تغییرات شیمیایی - اگر کلر که گازی است سمی و سبز رنگ با سدیم که فلزی است سمی و جامد، ترکیب شود ماده ای می دهد به نام کلرور سدیم یا نمک طعام که نه تنها سمی نیست بلکه وجودش برای انسان نیز بسیار لازم است.

پس جنس و خواص مواد اولیه بکلی تغییر کرده است. در سوختن کاغذ و تجزیه آب هم تغییراتی از همین نوع مشاهده می شود. چنین تغییراتی که باعث تغییر ماهیت و عوض شدن کامل خواص و ترکیب مواد می شوند تغییرات شیمیایی نامیده می شوند. بطور کلی:

تغییرات شیمیایی تغییراتی است که در آنها جنس مواد مورد عمل تغییر می کند و مواد جدیدی با خواص تازه پدید می آید.

موضوع و تقسیم بندی علم شیمی - موضوع علم شیمی مطالعه و تحقیق در تغییرات شیمیایی مواد است. معمولاً علم شیمی به شعب مختلف تقسیم می شود:

- ۱ - شیمی معدنی که از موادی که منشأ معدنی دارند و اغلب در زمین موجود هستند بحث می کند، مانند آب و آهن و نمک و غیره.
- ۲ - شیمی آلی که از موادی بحث می کند که یاد بدن موجودات زنده وجود دارد یا با موادی که از آنها استخراج می شود شباهت دارد، و بهتر

$$\begin{array}{r} ۶ = ۱۲ \\ \hline ۱۲ - ۲۳ \\ \hline ۱۱ \end{array}$$

مطالعه قرار می دهد .

علاوه بر اینها ، درموارد مختلف دیگر نیز مانند تهیه مواد غذایی و حتی تهیه رنگها و وسایل چاپ تا موارد تحقیقات جنایی و غیره از شیمی استفاده می شود .

مخلوط و مرکب

بین مخلوط و مرکب فرقه های اساسی چندی وجود دارد که به ترتیب اهمیت از این قرارند :

۱- وقتی که دو یا چند ماده با هم مخلوط شوند هر يك از مواد خواص خود را در مخلوط نگاه می دارد ، در صورتی که اگر با هم ترکیب شوند ماده جدیدی می دهند که خواص آنها با خواص هر يك از مواد اول متفاوت است .

۲- دو یا چند ماده را می توان باختیار به نسبت های مختلف وزنی با یکدیگر مخلوط کرد ، در صورتی که در ترکیب ، مواد همواره به نسبت مشخص و معین با هم ترکیب می شوند .

مقصود این است که مثلاً باختیار می توانیم شکر و آرد را به هر نسبت وزنی با هم بیامیزیم ، یا گوگرد و براده آهن را به هر نسبت وزنی مخلوط کنیم ، لیکن اگر دو ماده اخیر را با یکدیگر ترکیب کنیم همواره به نسبت ۳۲ گرم گوگرد و ۵۶ گرم آهن ترکیب می شوند و سولفور مصنوعی آهن می دهند و این نسبت همیشه و در همه جا ثابت است .

اگر یکی از آنها از این نسبت زیاده تر باشد ، زیادی آن ترکیب

است آن را شیمی ترکیبات کربن بنامیم .

۳- آن قسمت از شیمی که از خواص عمومی مواد و روابط بین آنها و قوانین موجود در شیمی بحث می کند شیمی عمومی نام دارد .

۴- تغییرات شیمیایی همیشه با تغییرات فیزیکی ماده همراه است از این رو فیزیک با شیمی رابطه نزدیک دارد . آن قسمت از شیمی را که با فیزیک مشترک است شیمی فیزیک می نامند .

از نظر مورد استعمال علمی و صنعتی ، شیمی را به شاخه های زیر تقسیم می کنند :

الف - شیمی پزشکی ، که واکنش های داخلی بدن و علل پیدایش بیماریها و چگونگی معالجه آنها را به راههای شیمیایی ، تحقیق و توجیه کرده آنها را با فرمولهای شیمیایی بیان می کند .

ب - شیمی دارویی که چگونگی تهیه داروهای مختلف ، نگاهداری آنها و اثر شیمیایی آنها را بر بدن و میکروبهای مولد امراض بیان می کند .

ج - شیمی کشاورزی ، که طبیعت خاکها و مواد مرکب کننده گیاههای مختلف و کودهای شیمیایی و داروهای دفع آفات نباتی را مورد مطالعه و تحقیق قرار می دهد .

د - شیمی صنعتی که راههای صنعتی مواد مورد احتیاج مانند : چرم سازی ، چینی سازی و شیشه سازی ، تهیه فولاد ، آجر و سیمان و غیره را بحث می کند .

ه - شیمی صنایع نفت که تهیه مواد مختلف از قبیل سوخت ، مواد بلاستیکی و حتی اقسام کائوچوی مصنوعی و غیره را از مواد نفتی مورد

اکسید جیوه نیز نمونه دیگری از يك ماده مرکب است ، زیرا به وسیله حرارت می توان از آن جیوه و اکسیژن بدست آورد .

موادی مانند آب و اکسید جیوه را که در اثر حرارت یا جریان برق یا به وسایل شیمیایی می توان تجزیه کرد و مواد ساده تر بدست آورد مواد مرکب می نامند .

عده مواد مرکب بسیار زیاد و روز افزون است . شیمی هر روزه ترکیبات جدیدی به عالم عرضه می کند . مصنوعات شیمیایی از قبیل داروها ، ویتامینها ، و لاستیک مصنوعی ، همه ترکیبات جدیدی هستند که مسیر صنعت و اقتصاد و بطور کلی صحه زندگی را در سالهای اخیر دگرگون کرده اند .

ماده ساده یا عنصر - در بین مواد خالص موادی از قبیل ئیدروژن ، اکسیژن ، جیوه ، زغال ، طلا ، نقره و غیره یافت می شود که به طرق معمول ، خواه فیزیکی خواه شیمیایی ، نمی توان آنها را به مواد ساده تری تجزیه کرد .

اینگونه مواد را ساده^۱ یا عنصر می نامند . مثلاً کربن ماده ای است ساده زیرا با هیچیک از وسایل تجزیه نمی توان از آن چیزی جز

۱- در حقیقت ماده ساده با عنصر اختلاف دارد . يك ماده ساده هم مانند يك ماده مرکب از مولکولها تشکیل یافته است ولی اتمهای مولکول ماده ساده از يك نوع است . ماده ساده ممکن است بنابر تغییر وضع اتمها در داخل مولکول خواص مختلفی داشته باشد . مانند انواع مختلف کربن و گوگرد ولی اتمهای کربن که در ساختمان مولکولها وجود دارد همگی یکسان هستند . پس بهتر است مثلاً کربنی را که در يك ماده مرکب وجود دارد عنصر و کربنی را که به حالت آزاد است مثل الماس و گرافیت ماده ساده بنامیم .

نشده ، باقی می ماند . این موضوع اولین بار به وسیله پروست^۱ دانشمند فرانسوی اعلام شد و امروزه به نام قانون نسبتهای معین یا قانون پروست معروف است .

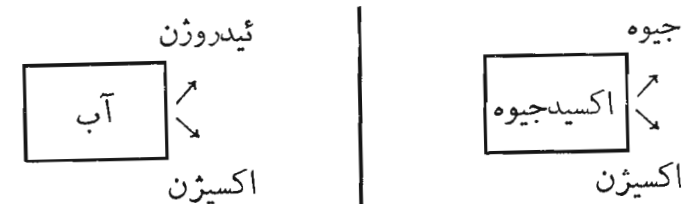
۳- مواد برای مخلوط شدن اغلب نه گرمایی می خواهند و نه گرمایی پس می دهند ، لیکن ضمن ترکیب همیشه یا حرارت می دهند یا حرارت می گیرند . مثلاً زغال در ضمن سوختن ، یعنی ترکیب شدن با اکسیژن ، حرارت می دهد ، بعکس برای ترکیب گوگرد با ئیدروژن باید به مخلوط حرارت داد تا با یکدیگر ترکیب شوند .

۴- مواد مخلوط را معمولاً می توان به طرق ساده فیزیکی از قبیل تقطیر و صاف کردن از یکدیگر جدا کرد ، لیکن يك ماده مرکب را نمی توان به وسایل ساده تجزیه کرد . تجزیه مواد مرکب فقط با جریان برق ، یا حرارت یا مواد شیمیایی میسر است .

ماده ساده و ماده مرکب

مواد خالص به دو دسته تقسیم می شوند : ساده و مرکب .

ماده مرکب - آب نمونه ای از يك ماده مرکب است ، زیرا می توان به وسیله برق آن را تجزیه کرد و از آن دو عنصر ئیدروژن و اکسیژن را بدست آورد .



ذرات کربن بدست آورد ، به عبارت دیگر می توان گفت که عناصر ، مصالح اولیه ساختمان تمام مواد مرکب بشمار می آیند .

تعداد عناصر - در طبیعت ۹۲ عنصر مختلف شناخته شده است ، ولی اخیراً ۱۲ عنصر جدید نیز بطور مصنوعی تهیه شده است ، بطوری که عدد عناصر معلوم به ۱۰۴ عنصر می رسد .

نسبت عناصر در طبیعت - مقدار عناصر در طبیعت یکسان نیست بلکه بعضی به مقدار زیاد و برخی دیگر نادرند ، بطوری که از لحاظ وزنی تقریباً ۹۸ درصد قشر زمین فقط از ۸ عنصر و دو درصد دیگر از سایر عناصر تشکیل شده است که از آنها ئیدروژن و تیتان و کلر و کربن از نظر فراوانی مهمترند .

جدول زیر نسبت هریک از این ۸ عنصر را نشان می دهد :

۱ - اکسیژن	۴۹/۵ درصد	۵ - کلسیم	۳/۳ درصد
۲ - سیلیسیم	۲۶ »	۶ - سدیم	۲/۷ »
۳ - آلومینیم	۷/۵ »	۷ - پتاسیم	۲/۵ »
۴ - آهن	۴/۵ »	۸ - منیزیم	۲/۱ »

علائیم اختصاری عناصر - کیمیاگران برای آنکه کسی از یادداشتهای آنها چیزی نفهمد اغلب آنها را به صورت رمز می نوشتند . مثلاً هریک از فلزها را به يك ستاره نسبت می دادند . طلا را به آفتاب و نقره را به ماه منسوب می ساختند و برای هریک علامتی مخصوص قائل می شدند . بعدها شیمیدانان برای آنکه خواص مواد را با فرمولهای

ساده و مختصر بیان کنند ، هریک از عناصر را با يك یا دو حرف از اسم لاتینی آنها نشان دادند . مثلاً ئیدروژن را با حرف H و اکسیژن را با حرف O و سدیم یا ناتریم را با Na نمایش دادند .

تمرین

۱- چه تفاوتهای مهمی بین يك ترکیب شیمیایی و يك مخلوط وجود دارد؟ چرا حل نمک در آب يك ترکیب شیمیایی نیست ؟
۲- چگونه از مخلوطهای زیر شن را جدا کنیم ؟ اقلایك راه برای هر مخلوط ذکر کنید :

(الف) شن نرم و نمک (ب) شن نرم و براده آهن (ج) شن نرم و گوگرد (د) شن نرم و گرد زغال .

۳- چه فرقههای مهمی بین تغییرات فیزیکی و شیمیایی می شناسید و از تغییرات زیر کدامیک فیزیکی و کدامیک شیمیایی است :

(الف) یخ بستن آب (ب) سوختن زغال (ج) حل شکر در آب (د) زنگ زدن آهن (ه) ترش شدن شیر (و) رسیدن میوهها (ز) سرخ شدن آهن در آتش (ح) کباب کردن گوشت (ط) گرم کردن سوپ (ی) هضم غذا (ك) شیرین کردن چای .

۴- کدامیک از تغییرات زیر فیزیکی و کدامیک شیمیایی است :

(الف) آب نمک را حرارت می دهیم تا نمک باقی بماند .

(ب) سدیم را در آب می اندازیم تا ناپدید شود .

(ج) گوگرد را در لوله آزمایش حرارت می دهیم مایع و سپس بخار

می شود . این بخار پس از سرد شدن دوباره مایع و جامد می شود .

۵- چگونه می توانید مخلوطهای زیر را از هم جدا کنید :

ماسه و شکر - خاکه زغال و نمک - نمک و براده آهن .

۶- ۱۰ عنصر و ۱۰ ماده مرکب و ۱۰ مخلوط معمولی را نام ببرید .

۷- جامد و مایع و بخار باهم چه تفاوتهایی دارند ؟

۸- چند ماده شیمیایی را به هر سه حالت فیزیکی دیده اید ؟

۹- چند خاصیت فیزیکی از نمک طعام و دو خاصیت شیمیایی از ئیدروژن

ذکر کنید .

مولکولهای مواد مختلف، مختلفند ولی مولکولهای يك ماده همه با هم مشابهند و هیچ فرقی از جهت حجم و جرم و خواص ندارند. مولکولهای موجود در يك ماده خالص منحصر به يك نوع است ولی در يك مخلوط برابر با عدد اجزای مخلوط شونده، مولکولهای متفاوت وجود دارد.

تئوری اتمی دالتون - از دوهزار سال پیش دانشمندان یونان قدیم معتقد بودند که کلیه مواد عالم از ذراتی بسیار ریز و تجزیه ناپذیر به نام اتم تشکیل شده‌اند. به عبارت دیگر می‌گفتند که قابلیت تقسیم ماده محدود است و حد آن جزء تجزیه ناپذیری به نام اتم است. به همین دلیل فلاسفه اسلامی اتم را جزء لایتجزی می‌خواندند.

در اوایل قرن نوزدهم دالتون فرضیه جدید اتمی را به شرح زیر بیان کرد:

- ۱- تمام مواد از اجزای کوچکی به نام اتم تشکیل یافته‌اند.
 - ۲- تمام اتمهای يك عنصر یکسان هستند و جرمهای معین و مساوی دارند. ولی اتمهای عناصر مختلف یکسان نیستند و جرمشان با هم متفاوت است.
 - ۳- يك ترکیب شیمیایی از به هم پیوستن تعداد معینی از اتمها به یکدیگر بدست می‌آید.
 - ۴- در اثر واکنشهای معمولی شیمیایی اتمهای عناصر شکسته نمی‌شوند و تنها وضع قرار گرفتن خود را تغییر می‌دهند.
- اتم -** می‌دانیم که اگر آب را به کمک جریان الکتریک تجزیه کنیم دو ماده یعنی اکسیژن و هیدروژن بدست می‌آید. پس نتیجه می‌گیریم

مولکول و اتم

مقدمه - قابلیت تقسیم ماده - چند جسم مادی (يك قطعه آهن یا يك لیتر آب یا يك مترمکعب گاز) را در نظر بگیرید. هريك از آنها وزن و حجم معینی دارد. اکنون یکی از آنها مثلاً قطعه آهن را به دو یا چند قسمت تقسیم کنید، تنها حجم و وزن آن جسم تغییر می‌کند، اما جنس جسم همان است. اگر خواص مختلف دو قسمت را مقایسه کنیم تفاوتی میان آنها وجود ندارد. پس به این نتیجه می‌رسیم که می‌توان هر جسم را بدون تغییر دادن خواص فیزیکی و شیمیایی آن تقسیم کرد، یعنی هر جسم مادی تقسیم پذیر است.

ماده اتصالی نیست - کمیتها بر دو نوعند: بعضی مانند طول يك جسم اتصالی است یعنی مثلاً هر طولی از پارچه که در نظر بگیریم معتول و ممکن است، ولی بعضی دیگر از مقادیر انفصالی هستند. مثلاً اگر يك کیسه گندم یا يك صندوق تخم مرغ را در نظر بگیریم، ملاحظه می‌کنیم که عدد دانه‌های گندم یا تخم مرغها عدد صحیح است، زیرا کیسه گندم از دانه‌های گندم و صندوق تخم مرغ از دانه‌های تخم مرغ تشکیل یافته است.

مولکول - باید دانست که ساختمان ماده هم انفصالی است، یعنی هر ماده از دانه‌های خود آن ماده بوجود آمده است. کوچکترین جزء ماده خالص (ساده یا مرکب) که می‌تواند وجود داشته باشد دارای خواص همان ماده باشد مولکول نامیده می‌شود. وجود مولکولها و ابعاد و جرم آنها به راههای مختلف تعیین شده و همه راهها به يك نتیجه رسیده است.

که مولکول آب خود از دو عنصر اکسیژن و هیدروژن تشکیل یافته است. کوچکترین قسمت ممکن از يك عنصر^۱ را که می تواند در يك واکنش شیمیایی شرکت کند اتم می نامند.

بطور کلی مولکولهای هر ماده شیمیایی (ساده و مرکب) از اجتماع عدۀ معین اتم پدید آمده است. مولکول بعضی مواد مانند گازهای بی اثر يك اتمی است.

جرم اتمی و اتم گرم - چون اتم که کوچکترین جزء عنصر است جسمی است مادی، پس دارای جرم است. واضح است که جرم اتمهای عنصرهای مختلف باهم فرق دارند. مثلاً جرم اتم اکسیژن تقریباً ۱۶ برابر جرم اتم هیدروژن است و جرم اتم گوگرد تقریباً دو برابر جرم اتم اکسیژن و بنابراین تقریباً ۳۲ برابر جرم اتم هیدروژن است.

جرم يك اتم بسیار كوچك و ناچیز است و باهیچ ترازویی نمی توان جرم يك اتم را اندازه گرفت. مثلاً جرم يك اتم اکسیژن 2.63×10^{-23} گرم است. این است که در محاسبات و آزمایشهای شیمیایی مورد استفاده قرار نمی گیرد و شیمیدانها معمولاً از جرم نسبی اتمها استفاده می کنند، بدین معنی که $\frac{1}{16}$ جرم سبکترین ایزوتوپ (صفحه ۳۸) اکسیژن را واحد اختیار کرده و جرم اتمهای دیگر را نسبت به آن می سنجند و عدد حاصل را جرم اتمی می نامند. بدین ترتیب واحد جرم^۲ اتمی 1.66×10^{-24} گرم است که تقریباً برابر جرم اتم هیدروژن می باشد. نسبت جرم اتم

۱- با در نظر گرفتن اختلاف ماده ساده و عنصر تعریف فوق معنی دقیق تری پیدا می کند.

۲- تا سال ۱۹۶۱ واحد جرم اتمی $\frac{1}{16}$ سبکترین نوع اکسیژن بود ولی از آن به بعد $\frac{1}{12}$ جرم کربن ۱۲ به عنوان این واحد انتخاب شد.

اکسیژن به این واحد ۱۶ می شود که آن را جرم اتمی اکسیژن می نامیم. پس جرم اتمی عناصر نسبت جرم اتم آنها به واحد جرم اتمی یا جرم نسبی اتمها بر مبنای اکسیژن ۱۶ می باشد.

اکنون اگر از اتمهای اکسیژن آنقدر برداریم که ۱۶ گرم اکسیژن بدست آید، گوئیم يك اتم گرم اکسیژن داریم و آن را به حرف O (علامت اکسیژن) نمایش می دهیم. بنابراین علامت O نه تنها عنصر اکسیژن را نمایش می دهد، بلکه علامت ۱۶ گرم اکسیژن هم هست. اگر از اتمهای هیدروژن هم آنقدر برداریم که جرم آنها تقریباً يك گرم ($H=1/1008$) بشود، يك اتم گرم هیدروژن خواهیم داشت. به این ترتیب برای هر عنصری عددی به نام اتم گرم آن عنصر بدست می آید. مثلاً اتم گرم گوگرد ۳۲ گرم ($S=32$) و اتم گرم مس ۶۴ گرم ($Cu=64$) است. عددی که جرم اتمی عنصری را نشان می دهد همان عددی است که اتم گرم آن را نمایش می دهد، منتهی در جرم اتمی این عدد نسبت میان دو جرم است بنابراین مقدارش بر حسب گرم نیست (مثلاً برای اکسیژن ۱۶) و حال آنکه اتم گرم جرم عدۀ معینی از اتمها بر حسب گرم است (مثلاً برای اکسیژن ۱۶ گرم است).

جرم مولکولی و مولکول گرم - مجموع جرمهای اتمی کلیۀ اتمهای موجود در مولکول يك ماده را جرم مولکولی آن ماده می نامند. مولکول گرم يك ماده مجموع اتم گرمهای موجود در مولکول آن است.

عدد آووگادرو - بنا بر قانون آووگادرو، حجمهای مساوی از تمام گازها در شرایط مساوی (درجه حرارت و فشار) شامل تعداد مولکولهای مساوی می باشند. و چون حجم يك مولکول گرم از تمام گازها باهم برابر

است پس تعداد مولکولهای موجود در يك مولکول گرم تمام مواد باهم برابر می باشند. این تعداد به طرق گوناگون اندازه گیری شده و به نام عدد آووگادرو موسوم گردیده است.

$$۱۰^{۲۳} \times ۶۰۲ = \text{عدد آووگادرو}$$

ساختمان اتم

در ۵۰ سال اخیر بعضی مشاهدات علمی نشان داد که اتمهای عناصر اجزای تقسیم ناپذیری نیستند بلکه از متلاشی شدن آنها ذراتی حاصل می شود که بعضی از آنها بار الکتریکی دارند.

مثلاً از متلاشی شدن خود بخود اتمهای اورانیم و رادیم که آنها را عناصر رادیواکتیو می نامند ذراتی به صورت اشعه نامرئی بیرون می تابد که دارای بار الکتریکی هستند، و آثار فیزیکی و شیمیایی مهمی دارند. در فیزیک سال سوم با آزمایشهای مربوط به الکتریسیته ساکن و جاری متوجه وجود الکتریسیته در اجسام شده اید.

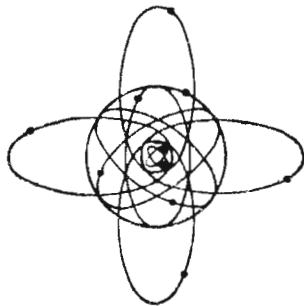
دانشمندان فیزیک و شیمی پس از تحقیقات و آزمایشهای زیاد چنین نتیجه گرفتند که اتم، یعنی همان جزء بسیار ریز که با قویترین میکروسکوپها دیده نمی شود، خود از اجزای بسیار ریزی تشکیل شده است که مهمترین آنها پروتونها و نوترونها و الکترونها هستند. پروتونها و نوترونها در مرکز اتم تشکیل قسمتی به نام هسته را می دهند و الکترونها به دور هسته با سرعت زیاد می چرخند. جرم اتم در هسته مرکزی جمع است و جرم الکترون در مقابل آن بسیار کم و ناچیز است.

الکترون - الکترون ذره باردار الکتریکی است که به اندازه

۱۸۳۷ جرم سبکترین اتمها، یعنی اتم ئیدروژن معمولی، جرم دارد. بار الکتریکی الکترون منفی است. الکترون چندان کوچک است که باید چهارصد بلیون (میلیارد) از آنها را پهلوی هم قرار داد تا خطی به طول يك میلیمتر تشکیل شود.

پروتون - پروتون جزئی از هسته اتم است که جرمش تقریباً به اندازه جرم اتم ئیدروژن یعنی تقریباً برابر يك واحد جرم اتمی است. پروتون با آنکه خیلی از الکترون سنگین تر است حجمی کمتر از حجم الکترون دارد. پروتون دارای بار الکتریکی مثبت است و مقدار آن از حیث قدر مطلق برابر است با بار الکتریکی منفی الکترون.

نوترون - نوترون نیز جزئی از هسته اتم است که جرمش اندکی بیش از جرم پروتون و حجمش کمتر از حجم آن است، ولی از لحاظ الکتریکی خنثی است یعنی بار الکتریسیته ندارد. برخلاف پروتون که با ثبات است، نوترون در خارج هسته پس از چند دقیقه به پروتون و الکترون تجزید می شود.



اتم نئون

شکل ۱۲

بدیهی است که پروتونها و نوترونها و الکترونهای تمام عناصر همه يك نوع و کاملاً نظیر هم هستند. الکترونها در خارج هسته اتم واقعند و همیشه عدده پروتونهای هسته هراتم با عدده الکترونهای آن اتم برابر است، بطوری که اتم از لحاظ الکتریکی خنثی است.

الکترونها دور هسته بر مدارهای معینی می چرخند. برای اولین بار راترفورد حرکت الکترونها را به دور هسته به گردش سیارات منظومه شمسی به دور خورشید تشبیه کرد (شکل ۱۲).

فاصله بین هسته و الکترونها نسبت به ابعاد اتم بسیار زیاد است.

چنانچه گفته شد، هسته در مرکز اتم قرار دارد و حجم بسیار کمی نسبت به حجم اتم دارد. در اتم ئیدروژن قطر هسته $\frac{1}{100000}$ قطر اتم است. اگر اتم اکسیژن را آنقدر بزرگ فرض کنیم که قطر هسته آن یک متر شود، قطر مدار الکترونهای خارجیش ده کیلومتر خواهد شد، به عبارت دیگر فضای خالی بسیار عظیمی بین هسته و الکترونها وجود دارد.

عدد اتمی - عدد پروتونهای هسته اتم هر عنصر را عدد اتمی آن عنصر می خوانند و آن را با حرف Z نشان می دهند.

مثلاً وقتی که می گویند عدد اتمی ئیدروژن ۱ و عدد اتمی اکسیژن ۸ و عدد اتمی کربن ۶ است یعنی هسته اتم آنها بترتیب ۱، ۸، و ۶ پروتون دارد.

در هسته عناصر سبک وزن، عدد نوترونها تقریباً برابر عدد پروتونهاست، ولی در هسته عناصر سنگین عدد نوترونها بیش از عدد پروتونهاست.

عدد جرمی - عدد جرمی هر اتم عدد صحیحی است که مساوی مجموع عدد پروتونها و نوترونهای آن اتم است و آن را معمولاً با حرف A نشان می دهند.

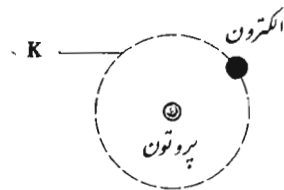
عدد نوترونها - عدد نوترونهای هر هسته برابر تفاضل عدد جرمی و عدد اتمی است. یعنی اگر عدد نوترونها را به n و عدد پروتونها را به

۱ - قطر تقریبی اتم در حدود 10^{-8} و قطر تقریبی هسته اتم در حدود 10^{-12} سانتیمتر است.

Z و عدد جرمی را به A نمایش دهیم، خواهیم داشت: $n = A - Z$

برای نشان دادن ساختمان هسته یک اتم، عدد جرمی و عدد اتمی آن را در طرف چپ علامت اختصاری عنصر می نویسیم. مثلاً ئیدروژن را به ${}^1_1\text{H}$ و اکسیژن ۱۶ به ${}^{16}_8\text{O}$ و کربن را به ${}^{12}_6\text{C}$ نشان می دهیم.

اتم ئیدروژن - اتم ئیدروژن ساده ترین اتمهاست. هسته اتم

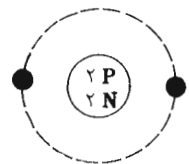


شکل ۱۳ - اتم ئیدروژن

ئیدروژن معمولی تنها از یک پروتون تشکیل یافته است. این اتم دارای یک الکترون است که به دور هسته گردش می کند. این الکترون در لایه ای حرکت می کند

که به حرف K نامگذاری شده است (شکل ۱۳).

اتم هلیوم - پس از ئیدروژن ساده ترین اتمها هلیوم (${}^4_2\text{He}$) است



که هسته آن ۲ پروتون و ۲ نوترون دارد. برگرد

هسته اتم هلیوم ۲ الکترون در لایه K حرکت

می کنند (شکل ۱۴).

شکل ۱۴ - اتم هلیوم

اتم لیتیم - هسته اتم لیتیم (${}^7_3\text{Li}$) ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد

و عدد الکترونهای آن برابر عدد پروتونها یعنی ۳ خواهد بود که دو تای آنها در لایه K و سومی در لایه L (که دورتر از لایه اول قرار دارد) گردش می کنند. پس لایه K با دو الکترون پرمی شود و الکترون سوم در لایه ای دیگر به نام L قرار دارد (شکل ۱۵).

اتمهای دیگر - پس از لیتیم، اتمهای دیگری که الکترونهایشان

فقط در لایه‌های K و L می‌باشند عبارتند از: بریلیم (${}^4_2\text{Be}$)، بر (${}^{11}_3\text{B}$)،

کربن (${}^{12}_6\text{C}$)، نیتروژن یا ازت

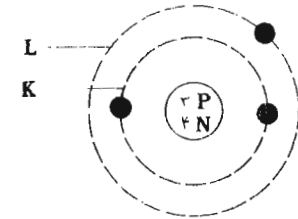
(${}^{14}_7\text{N}$)، اکسیژن (${}^{16}_8\text{O}$)، فلوئور

(${}^{19}_9\text{F}$)، نئون (${}^{20}_{10}\text{Ne}$) (شکل ۱۶)،

که عدد الکترونها لایه L آنها

بترتیب ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ است.

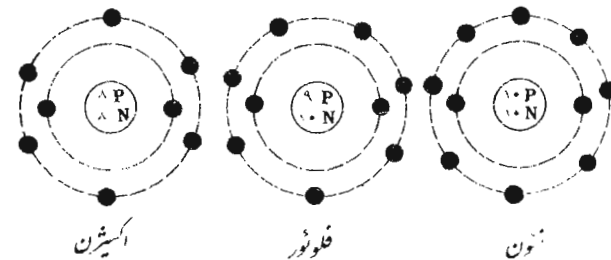
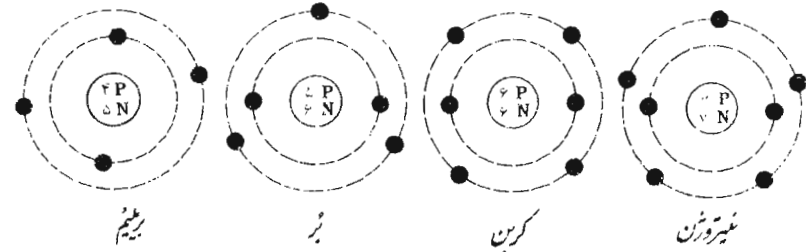
همانطور که لایه K با ۲ الکترون



شکل ۱۵ - اتم لیتیم

کامل می‌شد، لایه L نیز با ۸ الکترون پر می‌شود، و الکترونها عناصر

بعد از نئون در لایه‌های دیگری قرار می‌گیرند.

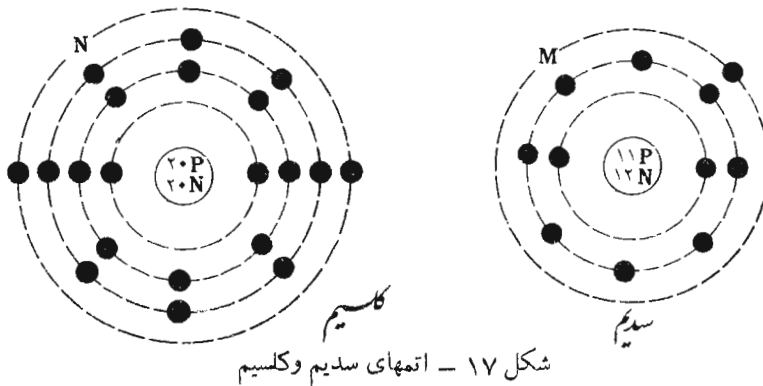


شکل ۱۶

پس از لایه‌های K و L، برای اتمهایی که عدد اتمی آنها از ۱۰

بیشتر و بنابراین جرم اتمی آنها از ۲۰ بیشتر است، لایه‌های دیگری

به نام M و N و O و P و Q یکی پس از دیگری قرار دارد. مثلاً برای



سدیم (${}^{23}_{11}\text{Na}$) لایه M يك الکترون بیشتر ندارد، ولی برای کلسیم

(${}^{40}_{20}\text{Ca}$) این لایه با ۸ الکترون پر می‌شود و ۲ الکترون باقیمانده در لایه

جدید N قرار می‌گیرند (شکل ۱۷). در کریپتون که عدد اتمی آن ۳۶

است لایه N، ۸ الکترون دارد.

معمولاً برای اختصار و آسانی به نمایش الکترونها لایه خارجی

هر عنصر در اطراف علامت اختصاری آن قناعت می‌شود. مثلاً نیتروژن

را به H و هلیم را به He و کربن را به C و نیتروژن را به N و اکسیژن

را به O و فلوئور و کلر را به F و Cl و سدیم و کلسیم را به Na و Ca

نشان می‌دهند. برای توضیح بیشتر وضع قرار گرفتن الکترونها عناصر،

تعداد الکترونها لایه‌ها را بترتیب به دنبال هم می‌نویسند. مثلاً

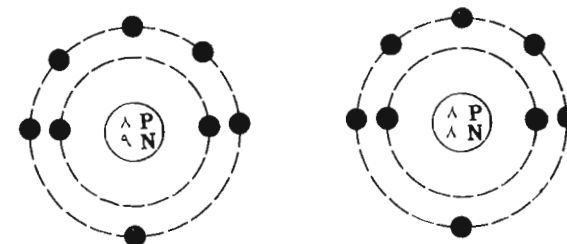
الکترونها اتم کلر را به صورت (۲-۸-۷) نشان می‌دهند. در جدول

آخر کتاب الکترونها لایه‌های مختلف برای هر عنصر به همین طریق

نشان داده شده است .

ایزوتوپها - اتمهای مختلف يك عنصر را كه عدد اتمیشان یکی است ، یعنی تعداد پروتونها و در نتیجه تعداد الكترونهای آنها با هم برابر می باشد ولی عدد جرمی آنها با هم متفاوت است ایزوتوپهای آن عنصر می گویند . پس اختلاف ایزوتوپهای يك عنصر معین در تعداد نوترونها می باشد .

امروزه ثابت شده است كه در اكسیژن معمولی ، دو نوع اكسیژن $^{16}_8\text{O}$ ، $^{17}_8\text{O}$ و حتی کمی اكسیژن $^{18}_8\text{O}$ وجود دارد ، بنابراین اكسیژن معمولی مخلوطی از سه نوع اكسیژن است كه در خواص شیمیایی تقریباً يكسانند ولیكن جرمهای اتمی آنها متفاوت است . این انواع اكسیژن را ایزوتوپهای اكسیژن می نامند (شكل ۱۸) .



شكل ۱۸ - ایزوتوپهای اكسیژن

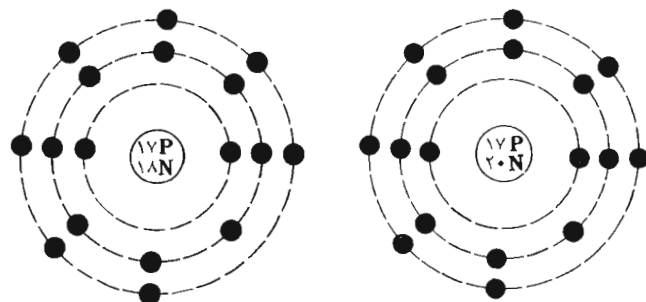
بناباه شرح فوق ایزوتوپهای مختلف يك عنصر تنها در جرم اتمی و عدد نوترونها تفاوت دارند و در نتیجه تفاوت خواص آنها بسیار جزئی است .
 ئیدروژن نیز سه ایزوتوپ دارد . ئیدروژن (^1_1H) كه يك پروتون و يك الكترون دارد . ئیدروژن (^2_1H یا D) كه هسته آن دارای يك

پروتون و يك نوترون است و به نام ئیدروژن سنگین یا دوتریم^۱ موسوم است (شكل ۱۹) . آب سنگین كه در راکتورهای اتمی مورد استفاده قرار می گیرد ترکیبی است از این ئیدروژن با اكسیژن به فرمول D_2O و جرم مولكولی آن ۲۰ است . ایزوتوپ دیگری برای ئیدروژن بطور مصنوعی ساخته اند كه جرم اتمی آن ۳ است و آن را تریتم^۲ می نامند و به (^3_1H یا T) نشان می دهند .



شكل ۱۹ - ایزوتوپهای ئیدروژن

كلر نیز دارای دو ایزوتوپ است ، یکی كلر ۳۵ و دیگری كلر ۳۷ .
 كلر معمولی مخلوطی است از آن دو به نسبت ۷۵ درصد از اولی و ۲۵



شكل ۲۰ - ایزوتوپهای كلر

۱-Deuterium ۲-Tritium

درصد از دومی (شکل ۲۰). این است که جرم اتمی کالر معمولی را ۳۵/۵ می گیرند .

$$Cl = 0.75 \times 35 + 0.25 \times 37 = 26.25 + 9.25 = 35.5$$

بنابراین علت اینکه بعضی از جرمهای اتمی اعداد کسری هستند

این است که هر عنصر مخلوطی از دو یا چند ایزوتوپ است .

ظرفیت (والانس)

در فرمولهای زیر دقت کنید :

HCl	NaCl
H ₂ O	CaCl ₂
NH ₃	AlCl ₃
CH ₄	SnCl ₄

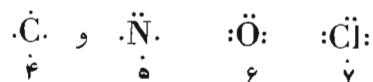
عده اتمهای ئیدروژن و کالر که با يك اتم از عناصر مختلف ترکیب شده اند یکسان نیست، یعنی يك اتم کالر با يك اتم ئیدروژن یا با يك اتم سدیم ترکیب می شود ، ولی يك اتم اکسیژن با دو اتم ئیدروژن و يك اتم کلسیم با دو اتم کالر ترکیب می شود. همینطور نیتروژن با سه اتم ئیدروژن و Al با سه اتم کالر و کربن با چهار اتم ئیدروژن یا چهار اتم کالر ترکیب می شود . بنا به تعریف تعداد H یا دو برابر تعداد اکسیژنی را که با يك اتم عنصری ترکیب می شود والانس یا ظرفیت آن عنصر گویند .

والانس و ساختمان اتمی - اگر در ساختمان اتمی عناصر نامبرده

دقت شود می بینیم که عده الکترونهاى لایه خارجى فلزهای سدیم ، کلسیم ، آلومینیم و قلع بترتیب :

Al Ca Na و Sn. است . و عده الکترونهاى لایه خارجى

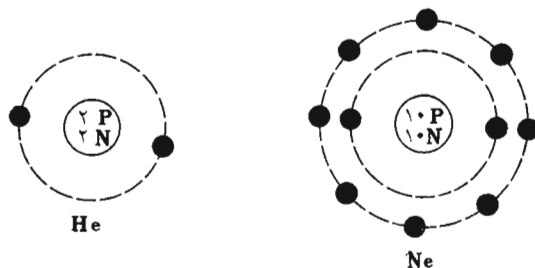
غير فلزها مثلاً کالر و اکسیژن و نیتروژن و کربن به شرح زیر است :



این الکترونهاى لایه خارجى را **الکترونهاى ظرفیت** می نامیم

زیرا این الکترونها هستند که در پیوند شیمیایی اتم يك عنصر با اتم عنصر دیگر دخالت دارند .

عناصری که لایه خارجى آنها دارای هشت الکترون (در لایه K دو الکترون) است بی اثر بوده با عناصر دیگر ترکیب نمی شوند بنابراین ظرفیت ترکیب ندارند . مثل He و Ne .



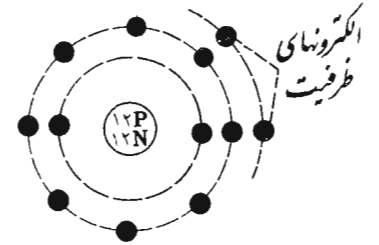
شکل ۲۱

عناصری که تعداد الکترونهاى آخرین لایه آنها از ۸ الکترون کمتر است همیشه میل دارند بطریقی آخرین لایه خود را کامل کنند و این عمل به دو طریق انجام می شود که یکی را الکترووالانس و دیگری را کووالانس می نامند .

پیوند به طریق الکترووالانس - در پیوند شیمیایی فلزها و

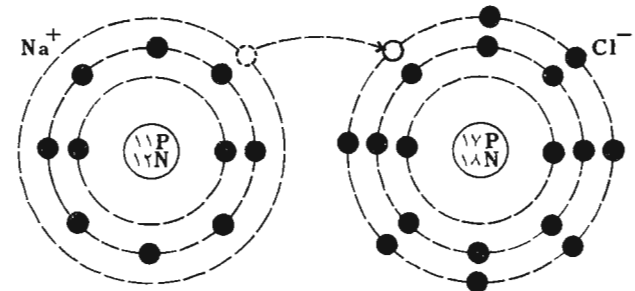
غير فلزها ، الکترونهاى ظرفیت از لایه خارجى اتم فلزها (که معمولاً ۱

تا ۳ الکترون است) به لایه خارجی اتم غیر فلزها منتقل می شوند و به این ترتیب اتم فلز از لحاظ الکتریکی مثبت و اتم غیر فلز منفی می شود، یعنی اتمها به صورت یونهای درمی آیند که لایه خارجی آنها پر است (ذرات دارای بار الکتریکی را یون می نامند). مثلاً وقتی که سدیم با کلر ترکیب می شود و کلر و سدیم می دهد



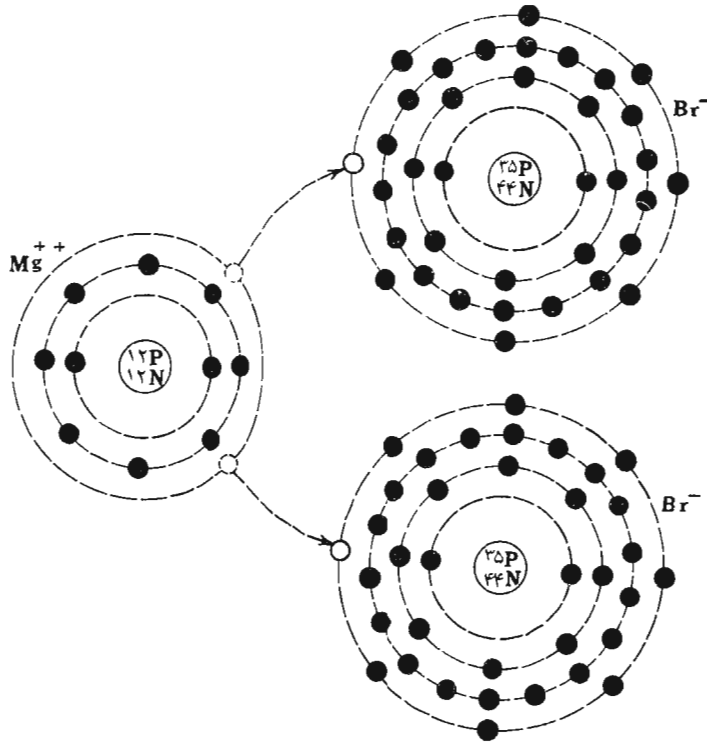
شکل ۲۲

الکترونی که در لایه خارجی اتم سدیم قرار دارد به لایه خارجی اتم کلر منتقل می شود و آن را کامل می کند. بنابراین یک الکترون لایه خارجی اتم سدیم از بین می رود و سدیم به صورت یون مثبت سدیم و کلر به صورت یون منفی کلر درمی آید (شکل ۲۳).



شکل ۲۳ - ترکیب کلر با سدیم

همینطور وقتی که برم با منیزیم ترکیب می شود، لایه خارجی برم که دارای ۷ الکترون است تنها یک الکترون لازم دارد تا کامل شود. بنابراین یک اتم منیزیم به دو اتم برم الکترون می دهد و عدده الکترونیهای لایه خارجی آنها را به ۸ می رساند و برمور منیزیم ($MgBr_2$) می دهد (شکل ۲۴).



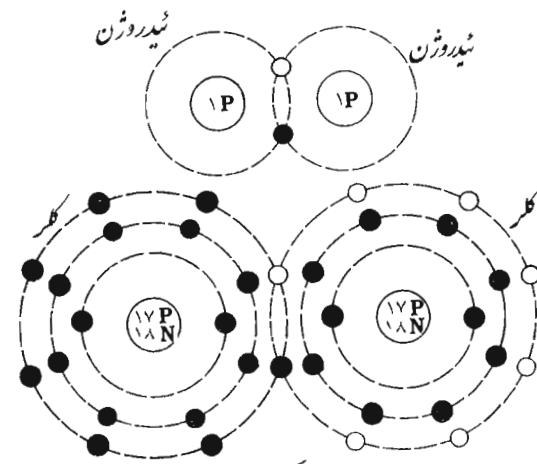
شکل ۲۴ - ترکیب برم با منیزیم

این نوع پیوند را الکترووالانسی یا یونی می نامند.

در این حالت ظرفیت یک عنصر عبارت از عدده الکترونیهای است که اتم آن عنصر از دست می دهد یا بدست می آورد. مثلاً در ترکیب کلر و سدیم (شکل ۲۳) ظرفیت کلر یک و ظرفیت سدیم نیز یک است و در ($MgBr_2$) ظرفیت Mg دو و ظرفیت Br یک است.

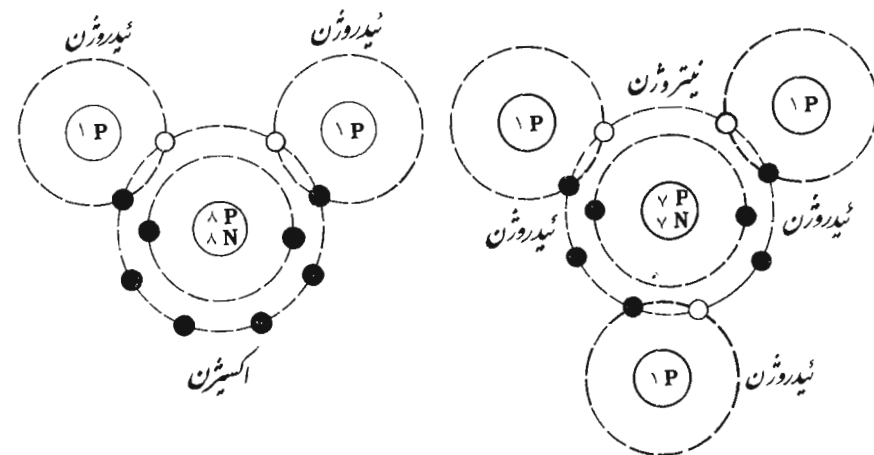
پیوند به طریقه کووالانس - در بعضی واکنشهای دیگر پیوند اتمها بدین صورت انجام می گیرد که الکترون از یک اتم به اتم دیگر منتقل نمی شود، بلکه دو اتم در چند الکترون باهم شرکت می کنند و این

- ۴۴ -



شکل ۲۵

الکترونیهای مشترک باعث کامل شدن هر دو لایه ناقص آنها می شوند .
 يك مولکول دو اتمی مثل Cl_2 و H_2 به همین طریق تشکیل می شود .
 یعنی در مولکول تیدروژن لایه K دارای دو الکترون و کامل است . به
 همین جهت H از H_2 میل ترکیبی بیشتری دارد . همچنین در مولکول
 کلر ، الکترونیهای لایه خارجی هر اتم کامل و برابر ۸ است (شکل ۲۵)،



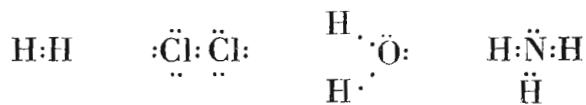
شکل ۲۶

- ۴۵ -

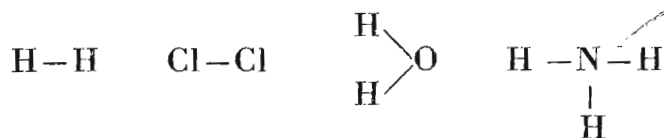
و نیز در مولکول آب و مولکول آمونیاک (شکل ۲۶) که به همین طریق تشکیل می شوند الکترونهاى لایه خارجى اتمهاى نیتروژن به دو واز آن اکسیژن یا نیتروژن به ۸ می رسد. این نوع پیوند را کووالانسی می گویند.

در این حالت ظرفیت يك عنصر عبارت از عدد الکترونهاى اتم آن عنصر است که در تشکیل جفت الکترونی شرکت می کنند. در مثال فوق اکسیژن ۲ و نیتروژن ۳ و هیدروژن يك ظرفیت دارند .

حال اگر هراکترون ظرفیت را بانقطه‌ای نشان دهیم، مولکولهای
 ئیدروژن (H_2) ، کلر (Cl_2) ، آب (H_2O) و امونیاک (NH_3) را
 می‌توان چنین نمایش داد :



اگر هر جفت الکترون مشترک بین دو اتم را بایک خط نمایش دهیم، در آن صورت شکل حاصل را فرمول ساختمانی می نامیم. مثلاً فرمولهای ساختمانی مواد بالا چنین است:

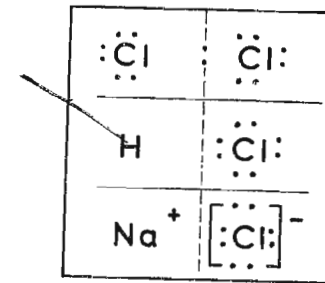


پیوندهای قطبی و غیر قطبی - در مولکولهای مواد ساده مانند H_2 و Cl_2 ، جفت الکترون که دو اتم را به یکدیگر پیوند می دهد، به هر دو اتم بطور یکسان تعلق دارد. این نوع پیوند کووالانسی را که معمولاً بین اتمهای یک عنصر غیر فلزی صورت می گیرد، غیر قطبی می نامند.

-۴۶-

اما جفت الکترون که دو اتم متفاوت را به یکدیگر پیوند می دهد، بطور یکسان به هر دو اتم تعلق ندارد و یکی از اتمها الکترونها را بیشتر به سوی خود می کشد. این نوع پیوند کووالانسی را قطبی می نامند. در مولکولهای مواد مرکب مانند H_2O ، HF ، HCl پیوند بین اتمها کووالانسی قطبی است.

در تشکیل پیوند قطبی جفت الکترون به سوی یکی از اتمها بیشتر کشیده می شود، در صورتی که در تشکیل پیوند یونی الکترونها بطور کامل از یک اتم به اتم دیگر انتقال می یابند. شکل ۲۷ تبدیل پیوند غیر قطبی را به قطبی و یونی نشان می دهد.



شکل ۲۷

تمرین

- ۱- در کدامیک اتمهای بیشتر وجود دارد: در یک گرم سدیم یا در یک گرم پتاسیم؟
- ۲- جرم مولکولی آب ۱۸ است. مولکول گرم آب و جرم یک مولکول آب را معین کنید.
- ۳- هسته اتم یکی از عناصر نوترون ندارد. این عنصر کدام است؟
- ۴- نسبت درصد ایزوتوپهای نئون ۲۰ و ۲۲ را در نئون طبیعی پیدا کنید، در صورتی که بدانیم جرم اتمی شیمیایی (متوسط) نئون ۲۰/۲ است.
- ۵- جرم مولکولی همه انواع مولکولهای آب را که از ترکیب ایزوتوپهای تیدروژن (۱ و ۲) و ایزوتوپهای اکسیژن (۱۶ و ۱۷ و ۱۸) تولید می شوند، بنویسید.

-۴۷-

- ۶- بار الکتریکی اتم مثبت است یا منفی یا خنثی؟ چرا؟
- ۷- الکترون و پروتون و نوترون هر یک در چه قسمت از اتم قرار دارد؟
- ۸- بین جرم اتمی و عدد پروتونها و نوترونها و الکترونهای یک اتم چه رابطه ای برقرار است؟
- ۹- عدد اتمی یعنی چه و با دانستن آن چه قسمت از اتم مشخص می شود؟
- ۱۰- برای معرفی کامل اتم یک عنصر چه اعدادی از مشخصات اتم را باید بدانید؟
- ۱۱- ساختمان الکترونی اتم عناصر $^{31}_{15}P$ و $^{27}_{13}Al$ و $^{32}_{16}S$ و $^{28}_{14}Si$ را رسم کنید.
- ۱۲- عدد نوترونهای هسته یک عنصر از کجا معلوم می شود و در چه حدود است؟

- ۱۳- هر یک از لایه های K و L و M با چند الکترون کامل می شود؟
- ۱۴- سه عنصر را که لایه خارجی آنها کامل است نام ببرید.
- ۱۵- کلر و پتاسیم هر دو جزء عناصر یک ظرفیتی هستند درحالی که لایه خارجی کلر ۷ الکترون ($:Cl:$) و لایه خارجی پتاسیم (K) یک الکترون دارد. پس این ظرفیتها چه تفاوتی دارند؟
- ۱۶- فرمول ساختمانی مولکولهای F_2 ، O_2 ، N_2 ، HF ، H_2S ، CH_4 ، CO_2 را نمایش دهید.

طبقه بندی عناصر شیمیایی

هر علم با شناسایی واقعیتها آغاز می شود. واقعیتها هر چه بیشتر جمع شوند، لزوم طبقه بندی آنها بیشتر احساس می شود. نخستین طبقه بندی معمولاً کامل نیست. مثلاً در نخستین طبقه بندی عناصر شیمیایی، آنها را به دو دسته تقسیم می کردند: فلز و غیر فلز.

از نظر فیزیکی فلزها به حالت آزاد جلای فلزی دارند، جریان

برق و گرما را بخوبی هدایت می‌کنند. غیرفلزها جریان برق و گرما را بخوبی از خود عبور نمی‌دهند و معمولاً جلالی فلزی ندارند. از نظر شیمیایی اکسید فلز با آب تولید باز می‌کند، در صورتی که اکسید غیرفلز با آب اسید می‌دهد. فلزها با ئیدروژن ترکیبات قرار نمی‌دهند ولی غیرفلزها با ئیدروژن ترکیبات قرار تولید می‌کنند.

با وجود این بین فلزها و غیر فلزها مرزی روشن وجود ندارد. مثلاً انتیموان جلالی فلزی دارد و سیلیسیم جریان برق را نسبتاً خوب عبور می‌دهد. عناصری نیز وجود دارند که ئیدروکسید آنها هم خواص بازی و هم خواص اسیدی دارد.

امروزه برای طبقه بندی عناصر، آنها را که شباهت بسیار با یکدیگر دارند، باهم مطالعه می‌کنند. مثلاً گروه گازهای بی اثر شامل عناصر هلیوم He ، نئون Ne ، آرگون Ar ، کریپتون Kr ، گزنون Xe و رادون Rn است و يك خانواده از عناصر شیمیایی را تشکیل می‌دهند. این عناصر در پیوند با ئیدروژن و فلزها شرکت نمی‌کنند، یعنی ظرفیت آنها صفر است. مولکولهای گازهای بی اثر يك اتمی است.

لیتیم Li ، سدیم Na ، پتاسیم K ، روبیدیم Rb ، سزیم Cs و فرانسیم Fr يك ظرفیتی هستند، يك الكترون ظرفیت دارند، فعالترین فلزاتند، شدت بر آب اثر می‌کنند و ئیدروژن آزاد می‌کنند. ئیدروکسید آنها در آب خاصیت قلیایی شدید دارد. این فلزها نیز يك خانواده شیمیایی را تشکیل می‌دهند و به فلزهای قلیایی موسومند.

فلوئور F ، کلر Cl ، برم Br ، ید I و استاتین At نیز يك خانواده شیمیایی به نام هالوژنها را تشکیل می‌دهند. این عناصر ۷ الكترون

ظرفیت دارند و در پیوند با ئیدروژن و فلزها يك ظرفیتی هستند. هالوژنورهای ئیدروژن قرارند و در آب خاصیت اسیدی دارند. هالوژنورهای فلزها نمک هستند و از همینجاست که به این گروه عناصر نام هالوژن داده‌اند (هالوژن یعنی نمکساز).

گروههای عناصر را در جدول آخر کتاب می‌بینید. این جدول به جدول تناوبی عناصر موسوم است و بر اساس عدد اتمی عناصر تنظیم شده است. هر عنصر در خانه‌ای از جدول جا دارد که با شماره اتمی آن مطابقت می‌کند. جدول تناوبی عناصر دارای ۷ دوره تناوب است که با هفت لایه الكترونی (K, L, M, N, O, P, Q) مطابقت دارد. دوره اول شامل ئیدروژن و هلیوم است. هر دوره دیگر از يك فلز قلیایی شروع می‌شود و به يك گاز بی اثر ختم می‌شود.

گروههای عناصر در ستونهای عمودی جدول قرار دارند. فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی در گروههای اول و دوم، غیرفلزها در گروههای چهارم، پنجم، ششم و هفتم جا دارند.

ئیدروژن از نظر ساختمان الكترونی شبیه غیر فلزهاست زیرا در تنها لایه الكترونی خود (K) يك الكترون دارد و این لایه با دو الكترون پر می‌شود. بنابراین ئیدروژن در پیوند با فلزها مانند هالوژنها، گیرنده الكترون است و جزء غیرفلزها بحساب می‌آید.

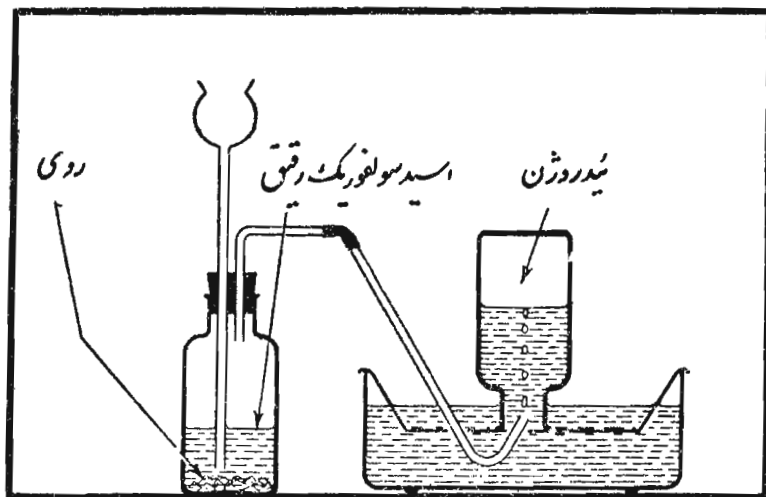
در برنامه سال چهارم از غیرفلزها و قبل از همه از ئیدروژن و سپس بترتیب از غیرفلزهای گروههای هفتم، ششم، پنجم و چهارم بحث می‌کنیم.

فصل سوم

۴۹ صفه دیکلر + جدولی نرک

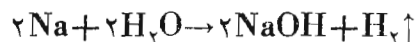
هیدروژن H

فرمول مولکولی هیدروژن به حالت آزاد
 H_2 و فرمول ساختمانی آن $H-H$ است.

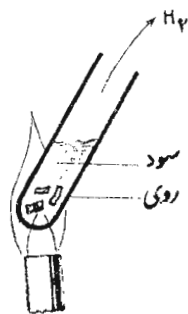


شکل ۲۸ - دستگاه تهیه هیدروژن

۲ - فلزهای فعال از قبیل سدیم و پتاسیم آب را بشدت تجزیه می کنند و هیدروژن می دهند.



سدیم را در یک کیسه سیمی قرار داده در آب فرو می برند (شکل ۲۹)



شکل ۳۰



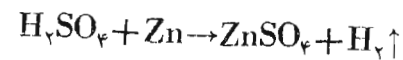
شکل ۲۹

۳ - از اثر محلول سود بر آلومینیم یا روی نیز هیدروژن بدست می آید (شکل ۳۰).



حالت طبیعی - هیدروژن به حالت آزاد در طبیعت بسیار کمیاب ولی به حالت ترکیب بسیار فراوان است، مثلاً $\frac{1}{4}$ وزن آب هیدروژن است. در نفتها و بافتهای حیوانی و گیاهی نیز این عنصر به مقدار زیاد یافت می شود. کیمیاگران این گاز را از اثر جوهر گوگرد بر آهن بدست می آوردند و آن را هوای سوزا می نامیدند. ولی خواص آن به وسیله کانوندیش مورد مطالعه قرار گرفت و **لاووازیه** آن را هیدروژن یعنی «آبزا» نامید.

طرز تهیه: الف در آزمایشگاه: ۱ - اثر اسید بر فلز - از اثر اسید سولفوریک رقیق بر قطعات روی گاز هیدروژن بدست می آید (شکل ۲۸).



ممکن است به جای جوهر گوگرد جوهر نمک و به جای روی براده

آهن بکار برد.

جوهر نمک بر آلومینیم نیز بشدت اثر کرده هیدروژن می دهد.

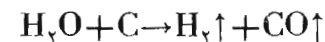
ب- در صنعت: ۱- تجزیه الکتریکی آب - آب را به وسیله

سود سوزآور هادی الکتریسته کرده و در اثر جریان مستقیم (یک طرفه) تجزیه می کنند. در این عمل فقط آب مصرف می شود و مقدار سود ثابت می ماند. عمل را می توان با فرمول زیر خلاصه کرد:



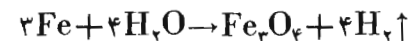
در آزمایشگاه همین عمل در دستگاهی به نام ولتا متر انجام می گیرد.

۲- قسمت اعظم ئیدروژنی را که در صنعت مصرف می شود از تأثیر بخار آب بر زغال سرخ شده بدست می آورند.



مخلوط حاصل قابل سوختن است و آن را گاز آب می نامند. اگر این مخلوط را مجدداً با بخار آب در مجاورت کاتالیزور عمل کنند گاز اکسید کربن به ایندريد کربنیک تبدیل می شود که با شست و شو آن را از مخلوط جدا می کنند.

۳- از اثر آهن سرخ شده بر بخار آب نیز ئیدروژن تولید می شود. این طریقه امروز متداول نیست.



خواص فیزیکی - ئیدروژن سبکترین گازهاست و تقریباً ۱۵

مرتبه از هوا سبکتر است. به همین علت دانشمندان معتقدند که در اطراف خورشید و سایر کرات سنگین تر از زمین ئیدروژن به مقدار زیاد وجود دارد.

گازی است بیرنگ و بی بو و بی طعم، در آب به مقدار کم حل می شود و بسختی به مایع تبدیل می گردد. قابلیت نفوذ ئیدروژن در اجسام

از همه گازها بیشتر است.

آزمایش ۱- اگر دستگاهی مانند شکل ۳۱ سوار کنیم و دهانه قیف را با یک قطعه کاغذ صافی ببندیم و در زیر سرپوش ئیدروژن وارد کنیم این گاز به علت قابلیت نفوذ زیادش از کاغذ صافی عبور می کند و به صورت حبابهایی از آب خارج می شود.

آزمایش ۲-

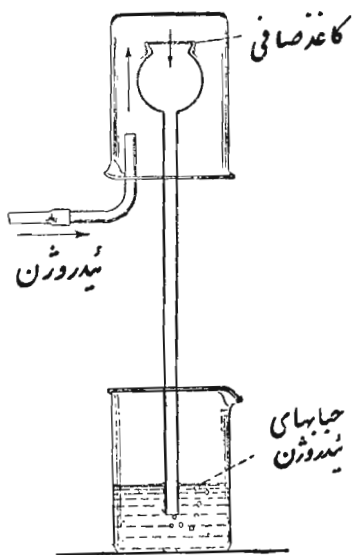
برای نشان دادن سبکی ئیدروژن یک بالن

نازک لاستیکی را از ئیدروژن پر شکل ۳۱ - قابلیت نفوذ ئیدروژن کرده و در آن را می بندیم. اگر بالن را رها کنیم به هوا می رود، یا اگر سرلوله ئیدروژن را در کف صابون فرو بریم حبابهای کف صابون تشکیل شده بالا می روند (شکل ۳۲).

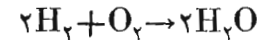
خواص شیمیایی - مهمترین خاصیت شیمیایی ئیدروژن میل ترکیبی آن با اکسیژن است.

سوختن ئیدروژن - آزمایش -

پس از آنکه چند ظرف ئیدروژن برای آزمایشهای خواص فیزیکی آن برداشتید و مطمئن شدید که در دستگاه ئیدروژن گیری دیگر هوا وجود ندارد، کبریت افروخته ای به دهانه لوله ئیدروژن گیری نزدیک کنید. می بینید که ئیدروژن با شعله کم-

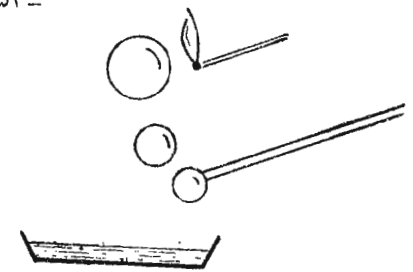


رنگ و پرحرارتی می‌سوزد و آب تولید می‌کند بطوری که اگر ظرف سردی بالای شعله بگیرید، دیواره ظرف مرطوب می‌شود (شکل ۳۳)



مخلوط ئیدروژن و اکسیژن

به کمک جرقه یا شعله بشدت ترکیب شده منفجر می‌شود. ترکیب این دو گاز در حرارت معمولی بدون وجود شعله یا جرقه میسر نیست. از حرارت سوختن ئیدروژن در اکسیژن خالص در گذشته برای جوشکاری و بریدن قطعات فلزی استفاده می‌کردند ولی امروزه از برق یا استیلن استفاده می‌کنند.



شکل ۳۲

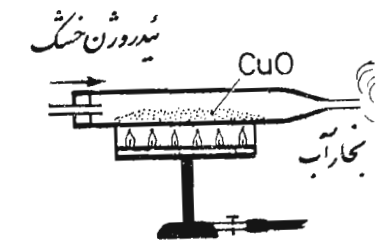


شکل ۳۳

خاصیت احیا کنندگی ئیدروژن - آزمایش - جریانی از ئیدروژن

را از لوله محتوی کلرور کلسیم بگذرانید تا رطوبت آن گرفته شود و سپس آن را از روی اکسید سیاه مس گرم عبور دهید. می‌بینید که رنگ سرخ

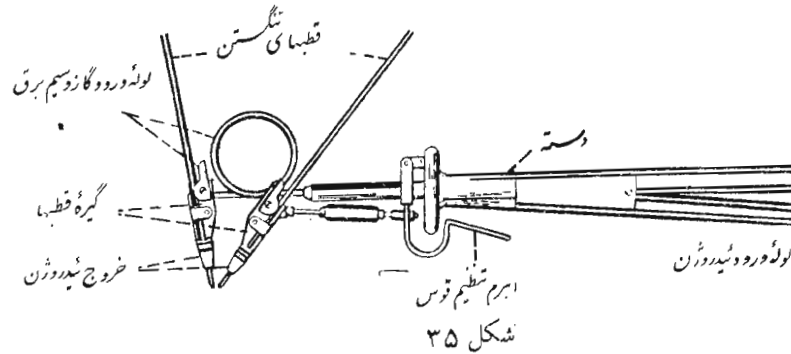
مس آشکار می‌شود. در این عمل ئیدروژن اکسیژن اکسید مس را گرفته مس را آزاد کرده است. به همین مناسبت گویند که اکسید مس احیا شده است (شکل ۳۴).



شکل ۳۴

گاز ئیدروژن را که موجب این عمل شده است احیا کننده می‌نامند. باید دانست که ئیدروژن نمی‌تواند تمام اکسیدها را احیا کند، مثلاً اکسید کلسیم به وسیله ئیدروژن احیا نمی‌شود.

ئیدروژن اتمی و مولکولی - ئیدروژن معمولی همیشه به صورت مولکولی است. اگرین دو قطب تنگستن قوس الکتریکی ایجاد کرده ئیدروژن معمولی را از میان آن عبور دهند، در اثر حرارت فوق العاده



شکل ۳۵

قوس، ئیدروژن به صورت اتمی درمی‌آید (شکل ۳۵) و برای این کار مقداری انرژی جذب می‌کند.

اتمهای ئیدروژن پس از عبور از میان قوس بار دیگر به هم پیوسته ئیدروژن مولکولی بوجود می‌آورند $H_2 \rightleftharpoons H + H$. هنگامی که ئیدروژن اتمی مجدداً به صورت مولکولی در می‌آید آن مقدار انرژی را که قبلاً جذب کرده بود آزاد می‌کند. در نتیجه دمایی بین ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰°C تولید می‌شود که در صنعت برای جوشکاری و بریدن فلزات بکار می‌رود. **طرز شناختن -** هر گاز خالصی که با اکسیژن بسوزد و از سوختن

آن منحصرآب تولید شود ئیدروژن است .

ئیدروژن سنگین - $D=2$ ئیدروژن سنگین یا دوتریم گازی

است که به نسبت $2/0$ درصد در ئیدروژن معمولی وجود دارد . از سوختن این گاز آب سنگین به فرمول D_2O بدست می آید .

تمرین و مسئله

۱ - چرا قبل از خارج شدن تمام هوای درون دستگاه ئیدروژن گیری نباید

شعله را نزدیک دستگاه برد ؟

۲ - ۳ گرم آب را به یکی از طرق زیر تجزیه می کنیم :

الف - به صورت بخار که از روی آهن سرخ عبور می دهیم ،

ب - بر سدیم وارد می کنیم ،

ج - تحت تأثیر روان برق قرار می دهیم .

در کدام طریق مقدار ئیدروژن حاصل کمتر است ؟

۳ - برای تهیه یک گرم ئیدروژن از تأثیر جوهر نمک بر فلز ، کدامیک

از فلزات سدیم ، منیزیم یا آلومینیم کمتر بکار می رود ؟

۴ - کدامیک از خولص فیزیکی ئیدروژن مهمتر و جالبتر است ؟

۵ - وقتی که ئیدروژن را از روی اکسید مس عبور می دهیم چه عنصری

احیا و چه عنصری اکسید می شود ؟

۶ - اگر يك آتش افروخته را :

الف - در شیشه اکسیژن ،

ب - در شیشه ئیدروژن ،

ج - در شیشه مخلوط آن دو وارد کنیم چه می شود ؟

۷ - غیر از آب چه مواد معمولی دیگر دارای ئیدروژن هستند ؟

۸ - چگونه می توانیم ئیدروژن را چند ساعت در يك شیشه نگاه داریم ؟

۹ - از تأثیر $6/5$ گرم روی بر محلول اسید کلریدریك چند لیتر ئیدروژن

در شرایط متعارفی بدست می آید ؟ اگر همین مقدار ئیدروژن را بخوایم از حل

آهن در محلول اسید کلریدریك بدست آوریم ، چه مقدار آهن برای این عمل لازم است ؟ (ج : اول $2/24$ لیتر ، دوم $5/6$ گرم)

۱۰ - از تأثیر $2/8$ گرم آهن بر اسید سولفوریک رقیق چند گرم ئیدروژن

می توان بدست آورد ؟ برای تهیه همین مقدار ئیدروژن چند گرم آب را باید تجزیه الکتریکی کرد و در این صورت حجم اکسیژن حاصل چقدر است ؟

(ج : اول $0/1$ گرم ، دوم $0/9$ گرم ، سوم $0/56$ لیتر)

۱۱ - از تأثیر $2/7$ گرم آلومینیم بر محلول سود چند لیتر ئیدروژن

می توان تهیه کرد ؟ اگر به جای محلول سود جوهر نمک بکار رود در این حالت حجم ئیدروژن حاصل چقدر خواهد بود ؟

(ج : اول $3/36$ لیتر ، دوم $3/36$ لیتر)

۱۲ - $2/24$ لیتر ئیدروژن خشك را در لوله ای که در آن اکسید مس

CuO ریخته ایم و حرارت داده ایم عبور می دهیم . تعیین کنید که چند گرم مس آزاد می شود و چند گرم آب بدست می آید .

(ج : اول $6/4$ گرم ، دوم $1/8$ گرم)

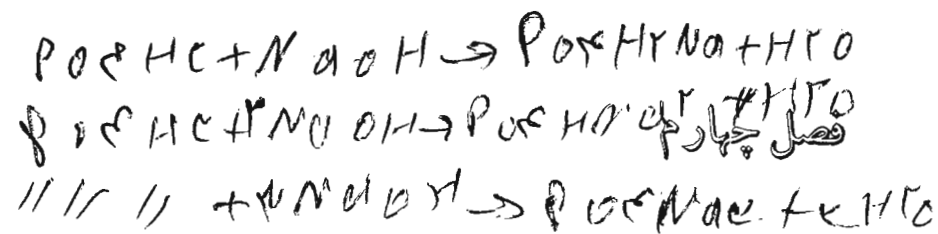
۱۳ - گرد روی معمولی آزمایشگاه معمولاً کمی اکسید روی همراه دارد ؛

اگر 2 گرم از این مخلوط در اثر اسید سولفوریک $672^{\circ}C$ ئیدروژن (در شرایط متعارفی) بدهد ، حساب کنید :

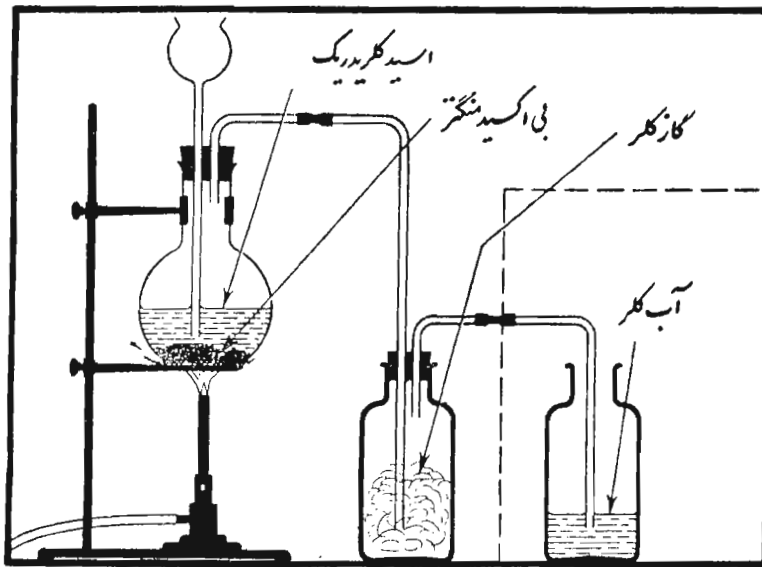
الف - نسبت در صد روی و اکسید روی را در مخلوط .

ب - وزن سولفات روی متبلور $(ZnSO_4 \cdot 7H_2O)$ حاصل را .

(ج : $97/5$ درصد روی ، $2/5$ درصد اکسید روی ، $8/79$ گرم)

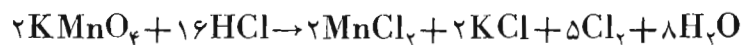


طرز تهیه: الف - در آزمایشگاه - ۱- طریقه شتل - بی اکسید منگنز را در بالونی مطابق شکل ۳۶ می ریزند و جوهر نمک افزوده حرارت می دهند. چون کلر از هوا سنگین تر است هوای شیشه را خارج می کند و جای آن را می گیرد.



شکل ۳۶ - طرز تهیه کلر در آزمایشگاه

۲- برای تهیه کلر بهتر است که در دستگاه ئیدروژن گیری بر منگنات پتاسیم خشک ریخته بر آن قطره قطره جوهر نمک بیفزاییم.



ب - طریقه صنعتی - در صنعت برای تهیه کلر محلول غلیظ نمک طعام را تجزیه الکتریکی می کنند. در این عمل کلر از قطب مثبت

گروه هفتم (هالوژنها)

کلر (۷-۸-۹) $^{35}_{17}Cl$

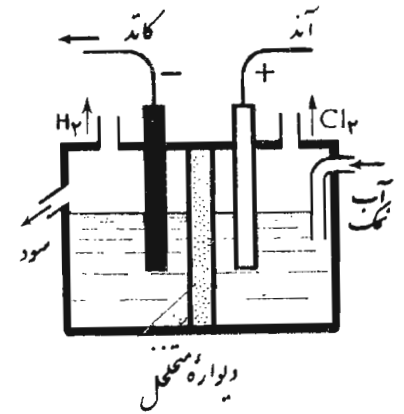
فرمول مولکولی کلر به حالت آزاد Cl_2 و فرمول

ساختمانی آن $Cl-Cl$ است.

در سال ۱۷۷۴ شتل شیمیدان سوئدی این گاز را از اثر جوهر نمک بر بی اکسید منگنز بدست آورد و آن را ترکیبی از اکسیژن و جوهر نمک پنداشت. حتی لاوازیه هم مدت ها به همین عقیده بود. در سال ۱۸۱۰ دوی، که هر چه کوشید نتوانست آن را تجزیه کند، عنصر بودن آن را معلوم داشت.

حالت طبیعی - کلر به مناسبت میل ترکیبی زیاد به حالت آزاد یافت نمی شود ولی به حالت ترکیب به صورت کلرور، مخصوصاً کلرور سدیم موجود است. دو درصد قشر جامد زمین از کلر است و نیز در آب دریاها به نسبت دو درصد به صورت کلرورهای محلول وجود دارد.

و ئیدروژن از قطب منفی متصاعد می شود. ضمناً محلول سود نیز بدست می آید. در عمل مطابق شکل ۳۷ محلول نمک طعام را در ظرف الکترولیزی که قطب مثبت آن از زغال قرع و قطب منفی آن از آهن می باشد می ریزند و جریان مستقیم از آن عبور می دهند. دو



شکل ۳۷ - تهیه صنعتی کلر

قسمت ظرف را به وسیله یک تیغه چینی بی لعاب از یکدیگر مجزا می کنند تا محلول کلر و سود حاصل از تجزیه، بر یکدیگر اثر نکنند.

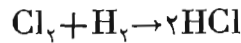
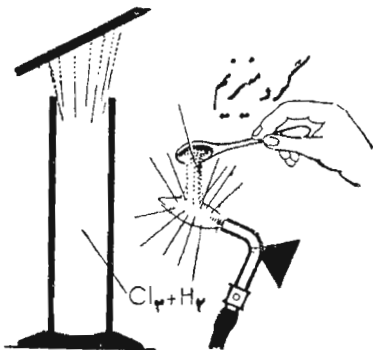
خواص فیزیکی - کلر گازی است زرد مایل به سبز، با بویی تند و محرك و چون سمی است تنفس آن خطرناک است (اولین گاز سمی که در جنگ مصرف شد). کلر تقریباً $\frac{2}{5}$ بار از هوا سنگین تر است ($D = \frac{71}{35.5} = 2.0$). یک لیتر آب در ۸ درجه حرارت تقریباً ۳ لیتر از این گاز را در خود حل می کند و آب کلر می دهد. کلر با آسانی مایع می شود. کلر مایع را در ظرفهای فولادی بفروش می رسانند.

خواص شیمیایی - میل ترکیبی کلر بسیار زیاد است، یعنی مستقیماً به کمک حرارت با بیشتر غیر فلزها و همه فلزها ترکیب می شود. **ترکیب با ئیدروژن - آزمایش -** در یک اتاق نیم روشن ئیدروژن و کلر را به حجمهای مساوی در یک استوانه بلوری وارد کنید و دهانه

استوانه را با کف دست پوشانده آن را واژگون نمایید تا هر دو گاز کاملاً مخلوط شوند، سپس استوانه را برگردانید و روی دهانه آن یک صفحه کوچک مقوایی قرار دهید:

۱- اگر مخلوط در تاریکی بماند هیچ واکنشی انجام نمی گیرد.
۲- اگر مخلوط در روشنائی روز (سایه) قرار گیرد رنگ کلر کم کم از بین می رود.

۳- اگر مخلوط را در مقابل نور آفتاب قرار دهیم، یا یک نوار منیزیم را در مقابل استوانه روشن کنیم، ترکیب کلر و ئیدروژن بشدت و با انفجار انجام می گیرد و صفحه مقوای را به خارج پرتاب می کند (شکل ۳۸).



در آزمایشگاه می توانید مطابق شکل ۳۹ آزمایش کنید، یعنی سر لوله دستگاه ئیدروژن گیری را شعله ور ساخته در شیشه گاز کلر فرو ببرید و

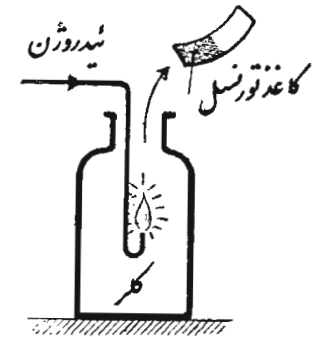
ببینید که ئیدروژن در کلر هم می سوزد. شکل ۳۸ - ترکیب ئیدروژن با کلر می توانید تشکیل گاز HCl را با کاغذ تورنسل آبی نمودار ثابت کنید.

۱- این واکنش با تجزیه مولکول کلر بر اثر انرژی نوری شروع می شود: $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}$. اتم کلر با مولکول ئیدروژن برخورد می کند: $\text{Cl} + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{H}$. اتم ئیدروژن نیز با مولکول کلر در واکنش شرکت می کند: $\text{H} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{Cl}$ چنین واکنشهایی را واکنشهای زنجیری می نامند.

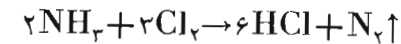
-۶۲-

نظر به همین میل ترکیبی زیاد، کلر
ئیدروژن بعضی مواد ئیدروژن دار
را می گیرد .

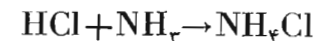
اثر بر امونیاك - در لوله
بلندی (تقریباً به طول يك متر)
تا نهم آب کلر غلیظ بریزید و
بقیه لوله را با محلول غلیظ امونیاك
پر کنید .



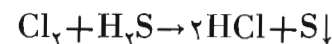
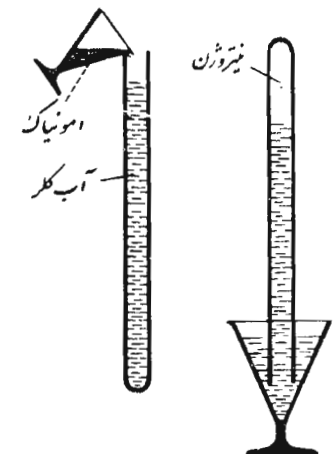
شکل ۳۹ - سوختن ئیدروژن در کلر
لوله را مطابق شکل ۴۰ برگردانید ، گاز نیتروژن در بالای لوله
جمع می شود .



البته اسید کلریدريك حاصل با بقیه امونیاك نوشادر تولید می کند .



اثر بر سولفور ئیدروژن - سولفور ئیدروژن گازی است که
بخوبی در آب حل می شود . چند
قطره از محلول این گاز در آب را
در شیشه کلر بریزید و تکان دهید.
می بینید که رنگ کلر از بین می رود
و رسوب شیری گوگرد پیدامی شود .

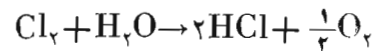


اثر بر آب - محلول کلر
در آب ، آب کلر نامیده می شود
و دارای همه خواص کلر است .

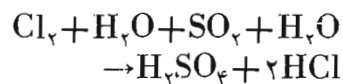
شکل ۴۰ - اثر کلر بر امونیاك

-۶۳-

آب کلر اگر در مقابل روشنائی قرار گیرد رنگ خود را از دست می دهد
و حبابهای اکسیژن از آن متصاعد می شود (شکل ۴۱) .



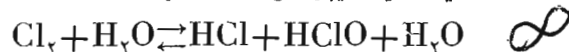
آب کلر اکسید کننده است . مثلاً
اسید سولفور را به اسید سولفوريك
تبدیل می کند .



خاصیت رنگبری - در محلول

آب کلر کمی تورنسل اضافه کنید.
می بینید که محلول بیرنگ می شود
همین آزمایش را با نیل یا جوهر

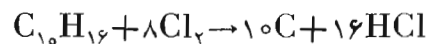
تکرار کنید باز هم بیرنگ می شود . عمل رنگبری کلر مرطوب یا آب
کلر به علت تشکیل اسید هیپوکلرو در محلول است .



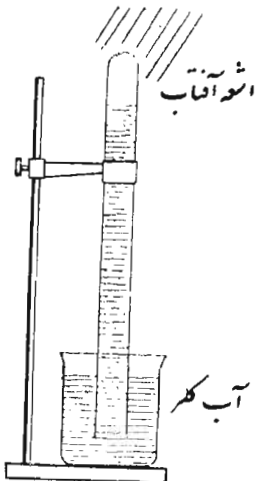
اسید هیپوکلرو از خود کلر اکسید کننده تر است .

اثر بر مواد آلی - يك برگ کاغذ صافی

بردارید و کمی جوهر سقر (اسانس ترانتین)
روی آن بریزید و آن را در شیشه کلر خشك
وارد کنید . مشاهده می کنید که کاغذ شعله ور
می شود و دود سیاه متصاعد می گردد (شکل ۴۲) .



همه مواد آلی ئیدروژن دارند و کلر در



شکل ۴۱



شکل ۴۲ - تجزیه مواد آلی
به وسیله کلر

-۶۴-

شرایط مناسب ئیدروژن بعضی از آنها را می گیرد .

اثر بر غیر فلزها - کلر با همه غیر فلزها، بجز با اکسیژن و نیتروژن و کربن ، مستقیماً و با سانی ترکیب می شود .

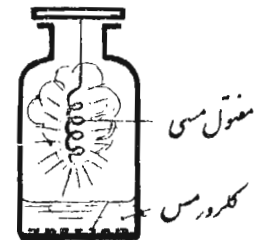
۱- گوگرد گداخته در شیشه کلر دود کلرور گوگرد S_2Cl_2 می دهد که مایع زرد رنگی است و با کلر زیاد ، دی کلرور گوگرد SCl_2 می دهد .

۲- فسفر بدون کمک حرارت در کلر آتش می گیرد و نخست تریکلرور فسفر PCl_3 و چنانچه مقدار کلر زیاد باشد پنتاکلرور فسفر PCl_5 می دهد .

اثر بر فلزها - کلر با همه فلزها ، مخصوصاً به کمک حرارت ، کلرور می دهد .

سدیم و پتاسیم گداخته در کلر با شعله رنگین می سوزند و $NaCl$ و KCl می دهند .

مقتول سرخ شاه آهن در کلر می سوزد و دود قهوه ای کلرور فریک $FeCl_3$ می دهد .
با مقتول مسی گرم $CuCl_2$ (کلرور کوئپوریک) بدست می آید (شکل ۴۳) .



اگر چند قطره جیوه در شیشه کلر بریزیم و آن را تکان بدهیم جیوه به صورت ورقه نازکی در کلر

جدار شیشه را می پوشاند و آن را آینه می سازد . حال اگر چند لحظه تأمل کنیم مشاهده می شود که ورقه مزبور به علت ترکیب با کلر و تشکیل کلرور-مرکوریك $HgCl_2$ کم کم از بین می رود (شکل ۴۴) .

-۶۵-

برای ترکیب طلا با کلر کافی است که يك برگ نازك زر را در آب کلر قرار داده بشدت تکان دهیم . محلول زرد رنگ کلرور طلا $AuCl_3$ بدست می آید .



اثر بر بازها - محلول سرد و رقیق قلیاها بیشتر از آب گاز کلر را جذب می کند و مخلوطی از کلرورها و هیپوکلریتها بدست می آید که آنها را **کلرورهای رنگبر** می نامند .

شکل ۴۴ - ترکیب کلر با جیوه

با محلول سود فرمول عمل از این قرار است :



این مخلوط را **آب ژاول** می نامند .

آب ژاول مانند آب کلر اکسید کننده ، گندزدا و بیرنگ کننده است ولی اثر آن از آب کلر ضعیف تر است و به همین مناسبت خطرش هم کمتر است و به جای آب کلر مصرف می شود . باید دانست که هنگام مصرف محلول آب ژاول باید همیشه کمی اسید مثلاً سرکه به آن افزود .

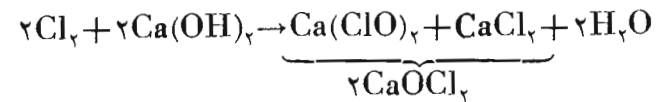
از اثر کلر بر محلول گرم و غلیظ پتاس مخلوطی از کلرات و کلرور پتاسیم بدست می آورند .



معمولاً آب ژاول را از تجزیه الکتریکی محلول سرد و رقیق نمک طعام و کلرات پتاسیم را از تجزیه الکتریکی محلول گرم و غلیظ کلرور پتاسیم بدست می آورند .

Handwritten notes and signatures at the bottom left of the page.

از اثر کلر بر آب آهک یا خمیر آهک مخلوطی از هیپوکلریت و کلرور کلسیم به نام کلرودشو بدست می آید .



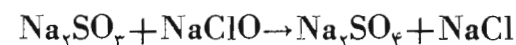
از اثر کلرودشو بر محلول کربنات سدیم می توان آب ژاول بدست آورد .



خواص کلرورهای رنگبر - چنانچه گفتیم کلرورهای رنگبر خاصیت رنگ زدایی دارند . مثلاً محلول آب ژاول را علاوه بر آنکه برای گندزدایی آب آشامیدنی و آب انبارها مصرف می کنند ، برای سفید کردن پارچه ها و لباس های سفید نخنی نیز بکار می برند .

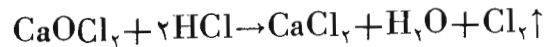
کلرودشو نیز برای سفید کردن پارچه های نخنی بکار می رود و مزیت آن بر آب ژاول آن است که هم بادوامتر است رهم حمل و نقل آن آسانتر است .

این مواد نیز مانند آب کلر اکسیده کننده اند . اگر در محلول سولفیت سدیم کمی محلول آب ژاول بریزید ، سولفات سدیم تشکیل می شود که می توان وجود آن را با کلرور باریم تشخیص داد (تشکیل رسوب نامحلول در اسید) . فرمول عمل چنین است :



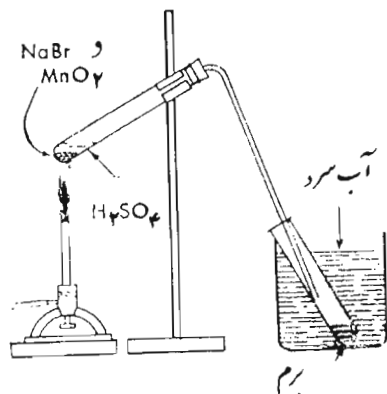
کلرورهای رنگبر با محلول اسیدها کلر می دهند . اگر بر روی

کلرودشو کمی محلول جوهر نمک یا سرکه بریزید فوراً کلر متصاعد می شود .



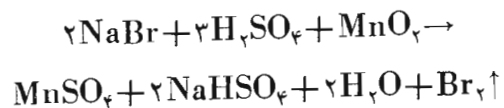
هالوژنهای دیگر

فلوئور (F=۱۹) - فلوئور که سر دسته هالوژنهاست در طبیعت به صورت فلوئورور کلسیم وجود دارد . گازی است به رنگ زرد کم رنگ و میل ترکیبی آن از تمام غیرفلزها بیشتر است . تهیه فلوئور و آزمایش با آن بسیار مشکل و خطرناک است . فلوئور بر شیشه اثر می کند . این گاز را از تجزیه الکتریکی KHF_2 مذاب بدست می آورند .



شکل ۴۵ - تهیه برم

برم (Br=۸۰) - برم در آب دریا به صورت برمورپتاسیم محلول است؛ آب دریا بطور متوسط شامل ۰/۰۶۵ درصد برم است . برای تهیه برم مخلوطی از برمور سدیم و جوهر گوگرد را با بی اکسید منگنز حرارت می دهند (شکل ۴۵) .



برم مایعی است سرخ مایل به قهوه‌ای و سنگین ($d=3$)، در آب حل می‌شود (۳۶ گرم در لیتر در ۲۰ درجه حرارت) و محلول سرخ رنگی به نام آب برم می‌دهد. برم در درجه حرارت معمولی بخارهای رنگین متصاعد می‌کند که تنفس آن خطرناک است و اگر احیاناً تنفس شود باید کمی امونیاک بویید. خواص شیمیایی برم شبیه خواص شیمیایی کلر است.

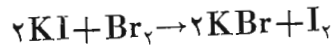
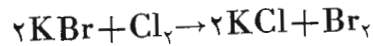
ید ($I=127$) - ید در آب دریا به صورت یدورهای سدیم یا پتاسیم یافت می‌شود (۲/۲ گرم در متر مکعب). تهیه ید مانند تهیه برم است یعنی یدور پتاسیم را با اسید سولفوریک و بی اکسید منگنز حرارت می‌دهند (شکل ۴۵).

ید ماده‌ای است جامد و بلورین به صورت پولکهای براق به رنگ خاکستری مایل به سیاه به وزن مخصوص ۴/۹۳، در آب کم محلول است (۲/۵ گرم در لیتر) ولی در الکل و محلول یدور پتاسیم بیشتر حل می‌شود. ید در درجه حرارت معمولی کم کم تصعید می‌شود و بر اثر حرارت بخارهای بنفش رنگ از آن متصاعد می‌شود. بر کاغذ اثری قهوه‌ای می‌گذارد. مصرف ید در پزشکی برای تهیه یدور پتاسیم و یدوفرم و تنتورید است. ید در بدن انسان نیز عمل مهمی دارد و کمبود آن سبب ناراحتیایی می‌گردد.

ید بر نشاسته اثر مخصوص دارد یعنی با کمترین مقدار آن رنگ آبی می‌دهد. بدین ترتیب ید و نشاسته معرف یکدیگرند.

نکته مهم - میل ترکیبی هالوژنها با جرم اتمی آنها نسبت عکس دارد بقسمی که فلوئور از کلر و کلر از برم و برم از ید فعالتر است یعنی

هر کدام بر نمکهای عناصر بعد از خود اثر می‌کند و آنها را آزاد می‌سازد.



تمرین و مسئله

۱ - هالوژنها در کدامیک از موارد زیر باهم شباهت دارند:

الف - الکترونها لایه خارجی. **ب** - اثر آب و قابلیت حل شدن در آن. **ج** - تهیه به کمک جریان برق. **د** - خاصیت سمی بودن. **ه** - تهیه به کمک بی اکسید منگنز و اسید سولفوریک. **و** - اثر بر فلزها. **ز** - خاصیت رنگبری.

۲ - چگونه گاز کلر را در شیشه جمع می‌کنید و چرا مثل یدروژن روی آب نمی‌گیرید؟

۳ - اثر گاز کلر و آب تازه و آب کلر کهنه بر کاغذ تورنسل چه تفاوتی دارند؟

۴ - آب کلر برگذامیک از محلولهای زیر اثر نمی‌کند:

کلرور پتاسیم - فلوئورور سدیم - یدور پتاسیم - برمور سدیم.

۵ - چرا کلر را قبل از پرکردن بالونهای فولادی با آن، بدقت خشک می‌کنند؟

۶ - برای تهیه ۱۱/۲ لیتر گاز کلر در شرایط متعارفی چند گرم گاز

HCl (به صورت محلول) و چند گرم بی اکسید منگنز لازم است؟ این حجم

گاز کلر چند گرم وزن دارد و چند مرتبه از هوای هم حجم خود سنگین تر

است. از ترکیب کلر مزبور با یدروژن چند گرم گاز HCl تولید می‌شود؟

(وزن هر لیتر هوا ۱/۲۹۳ گرم می‌باشد) (ج: اول ۷۳ گرم، دوم ۴۳/۵

گرم، سوم ۳۵/۵ گرم، چهارم ۲/۴، پنجم ۳۶/۵ گرم.)

۷ - ۱/۵۸ گرم پرمنگنات پتاسیم خالص را در محلول اسید کلریدریک

رقیق می‌ریزیم، جرم کلر تولید شده را حساب کنید. همین مقدار کلر را با مس

ترکیب می‌کنیم (حدافل مس ممکن برای ترکیب با تمام کلر مزبور). جرم مس بکار رفته را تعیین کنید.
(ج: اول ۱/۷۷ گرم، دوم ۱/۶ گرم)
۸- محلول آب کلر را با محلول گاز سولفور و مخلوط کرده‌ایم. پس از انجام واکنشهای ممکن بر آن کلرور باریم ریخته‌ایم. جرم رسوب حاصل ۲۳۳/۵ گرم شده است. جرم کلر موجود در محلول و حجم SO_4 بکار رفته را محاسبه نمایید.

(ج: ۰/۵۷۱ گرم و ۲۲/۴ سانتیمتر مکعب)
۹- گاز کلرو گاز H_2S را مخلوط می‌کنیم. فرمول واکنش را بنویسید. اگر نتیجه عمل را در محلول رقیق سود وارد کنیم ۲ گرم سود خنثی می‌شود. جرم ماده جامد حاصل از این واکنش را تعیین کنید. همچنین اگر در این واکنش حجم کلر دو برابر مقدار لازم بوده باشد، حجم دو گاز را که منجر به تولید ماده جامد بالا شده است حساب کنید.

(ج: اول ۰/۸ گرم، دوم حجم کلر ۱/۱۲ لیتر و حجم گاز H_2S ۰/۵۶ لیتر)

۱۰- یک گرم بی‌اکسید منگنز ناخالص را با جوهر نمک حرارت داده‌ایم و گازها را در محلول گاز سولفور و کلرور باریم وارد کرده‌ایم. ۲/۳۳ گرم رسوب سفید تولید شده است. تعیین کنید که بی‌اکسید مزبور چند درصد خالص است.

۱۱- برای تهیه کلر، مخلوط مناسبی از نمک طعام و منگسینا (بی‌اکسید منگنز) و جوهر گوگرد را حرارت می‌دهیم. فرمول عمل را بنویسید و حساب کنید برای تهیه ۱۱/۲ لیتر گاز کلر چند گرم از هر یک از مواد نامبرده لازم است.

(ج: ۱۴۷، ۵۸/۵، ۴۳/۵ گرم)
۱۲- برای تهیه یک کیلوگرم کلرودشوی تجارتی چقدر کربنات کلسیم خالص را باید تکلیس کنیم و چقدر نمک طعام را باید تجزیه الکتریکی نمود تا آهک و کلر حاصل برای تهیه کلرودشوی مزبور کافی باشد، در صورتی که می‌دانیم کلرودشوی تجارتی ۵۰ درصد آهک دارد.

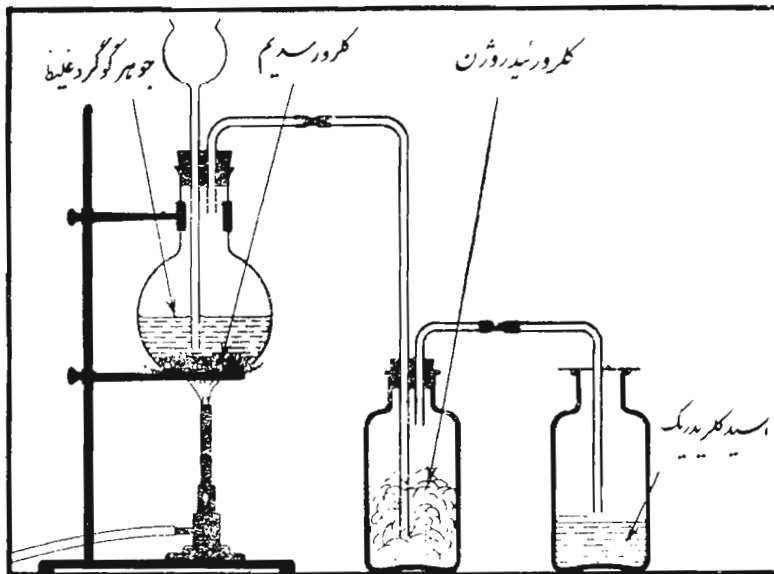
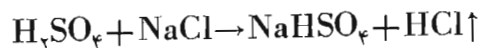
(ج: تقریباً ۴۶۰ گرم، تقریباً ۱۲۸۶ گرم)

اسیدهای هالوژن‌دار

اسید کلریدریک (جوهر نمک)

حالت طبیعی - این اسید در طبیعت نایاب است ولی در شیرۀ معده موجود است و اثر مهمی در عمل گوارش دارد.

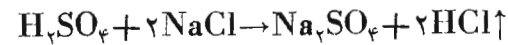
طرز تهیه - الف - در آزمایشگاه - کلرور سدیم نیم‌کوب را با اسید سولفوریک در دستگاهی مطابق شکل ۴۶ حرارت می‌دهند. گاز کلروریدروژن متصاعد شده در آب حل می‌شود و محلول اسید کلریدریک تولید می‌کند. لوله خروج گاز باید با سطح آب کمی فاصله داشته باشد.



شکل ۴۶ - طرز تهیه اسید کلریدریک در آزمایشگاه

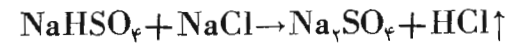
ب - در صنعت - ۱ - در صنعت همین عمل در درجه حرارت بیشتر

انجام می‌شود (در حدود ۵۰۰ درجه) و فرمول عمل چنین است :



در حقیقت ابتدا در درجه حرارت کم $NaHSO_4$ تولید می‌شود و

این ماده دوباره در درجه حرارت بالاتر بر $NaCl$ اثر می‌کند :

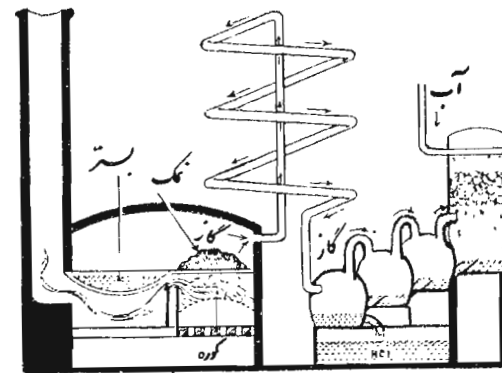
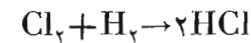


کلرورئیدروژن پس از عبور از لوله‌های چدنی سرد می‌شود و

سپس در آب حل می‌شود (شکل ۴۷) .

۲- چنانکه در خواص کلر دیدیم ، می‌توان کلرورئیدروژن را از

ترکیب کلر با ئیدروژن بدست آورد و امروزه این طریقه بیشتر در صنعت معمول است .



شکل ۴۷ - طرز تهیه صنعتی اسید کلریدریک

گاز حاصل را در آب حل می‌کنند و محلول اسید کلریدریک بدست

می‌آورند .

خواص فیزیکی - کلرورئیدروژن گازی است بیرنگ و سمی با

بوی تند و زننده ، تنفس آن اگر چه به اندازه کلر خطرناک نیست ولی خفه‌کننده است. این گاز از هوا سنگین‌تر است . چگالی آن نسبت به هوا مساوی $d = \frac{36.5}{39} = 1/25$ است. این گاز به مقدار زیاد در آب حل می‌شود. یک لیتر آب سرد می‌تواند ۵۰۰ لیتر از این گاز را در خود حل کند .

محلول غلیظ اسید کلریدریک تجارتي تا حدود ۴۰ درصد HCl

دارد. آزمایش زیر تمایل انحلال کلرورئیدروژن در آب را نشان می‌دهد.

آزمایش - یک ظرف شیشه‌ای را از کلرورئیدروژن خشک پر

کنید و لوله‌ای را به وسیله چوب پنبه سوراخدار به دهانه آن وصل نمایید و سر لوله را در طشتک آب قرار دهید. آب بتدريج در لوله بالا می‌رود و بعد بشدت در ظرف فوران می‌کند (شکل ۴۸) .

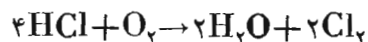
خواص شیمیایی ۱- ثبات -

چنانکه گفته شد ، ترکیب کلر با ئیدروژن با تولید گرما و انفجار همراه است. از این رو گاز کلرورئیدروژن ماده‌ای است با ثبات و برای تجزیه آن حرارت زیاد لازم است .

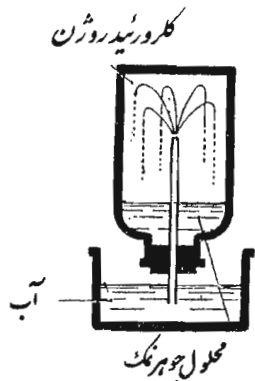
۲- اثر اکسیژن - اکسیژن

در درجه حرارت 450° در مقابل

کاتالیزور نمک مس بر کلرورئیدروژن اثر می‌کند :



این عمل با اکسیدکننده‌ها از قبیل بی‌اکسید منگنز یا پرمنگنات -



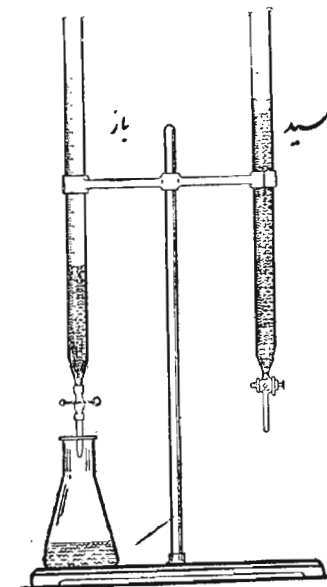
شکل ۴۸

پتاسیم آسانتر انجام می گیرد (طریقه شغل برای تهیه کلر).

- ۳- خاصیت اسیدی - محلول کلرور یدروژن در آب (جوهر نمک یا اسید کلریدریک) اسیدی است قوی، یعنی:
- الف - رنگ معرفها را بشدت تغییر می دهد.
- ب - برقلیها اثر می کند (واکنش خنثی شدن).



در این مثال، اگر غلظت محلول سود معلوم باشد، از روی حجم محلول سود مصرف شده می توان مقدار اسید را اندازه گرفت. در آزمایشگاه عمل اندازه گیری مطابق شکل ۴۹ به وسیله بورت انجام می گیرد.

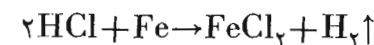
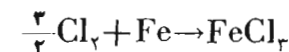


شکل ۴۹

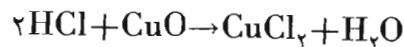
ج - جریان الکتریسیته را بخوبی هدایت می کند.

د - بر اغلب فلزها (جز طلا و طلای سفید و نقره و مس و جیوه)

اثر می کند و گاز یدروژن می دهد. در کلرور حاصل، فلز کمترین ظرفیت خود را دارد، در صورتی که در کلروری که از اثر کلر بر فلزها بدست می آید، فلز بزرگترین ظرفیت خود را دارد.



ه - اثر بر اکسیدها - اغلب اکسیدها در جوهر نمک حل می شوند و نمک و آب می دهند.



از این خاصیت برای زدودن زنگ فلزها استفاده می شود.

طرز شناختن محلول اسید کلریدریک - اول به کمک معرفهای

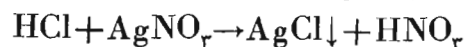
رنگین مخصوص اسیدها تشخیص می دهیم که محلول مورد آزمایش اسید است. سپس شیشه محتوی محلول اسید را کنار شیشه محتوی محلول امونیاک قرار می دهیم و در آنها را برمی داریم. اگر دود سفیدی تشکیل شود ممکن است که اسید کلریدریک باشد (شکل ۵۰).



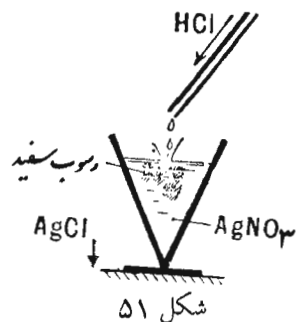
شکل ۵۰ - طرز شناختن جوهر نمک



برای اطمینان کامل مقداری از محلول را در کمی محلول نیترات نقره می ریزیم. تشکیل رسوب سفید کلرور نقره وجود اسید کلریدریک را اثبات می کند (شکل ۵۱).



کلرورها - کلرورها نمکهای جوهر نمک هستند و غالباً جامد و در آب محلولند. کلرور نقره (AgCl) و کلرور سرب (PbCl_2)



۲- فلوئورورها، کلورورها، برمورها ویدورهای محلول را چگونه ازهم تمیز می‌دهند؟

۳- چرا اسید کلریدریک غلیظ در هوا « دود می‌کند »؟

۴- به چه طریق از مواد زیر کلرور تهیه می‌کنند:

کربنات کلسیم - اکسید کلسیم - نترات کلسیم.

۵- ۱۰۰ cc از محلول اسید کلریدریک با يك گرم کربنات کلسیم خنثی شده است. اولاً غلظت اسید را تعیین کنید. ثانیاً حجم گاز بدست آمده را حساب کنید. ثالثاً حجم گاز HCl را که در هر حجم مایع محلول است حساب کنید.

(ج: اولاً ۷/۳ گرم در لیتر، ثانیاً ۰/۲۲۴ لیتر، ثالثاً ۴/۴۸ حجم)
۶- بر روی ۱۰۰ cc از محلول اسید کلریدریک آب ریخته‌ایم تا حجمش به ۱۰۰۰ cc رسیده است. ۱۰۰ cc از محلول رقیق شده ۱۰۰ cc از محلول سود به غلظت ۴ گرم در لیتر را خنثی می‌کند. غلظت محلول اسید اولیه را حساب کنید.

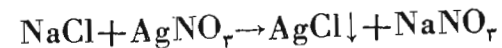
(ج: ۳۶/۵ گرم در لیتر)
۷- از تأثیر ۱۰۰ cc محلول اسید کلریدریک بر فلز روی ۲۲۴ cc گاز تولید شده است. غلظت اسید را تعیین کنید. جرم روی بکار رفته چقدر است و گاز مزبور در چند لیتر هوا می‌سوزد؟

(ج: اول ۷۳ گرم در لیتر، دوم ۰/۶۵ گرم، سوم ۵۶۰ cm^۳)
۸- محلولی از اسید کلریدریک به غلظت يك مولکول گرم در لیتر موجود است. ۲۰۰ cc آن را بر روی و ۲۰۰ cc دیگر را بر آهن و ۲۰۰ cc دیگر را بر آلومینیم اثر می‌دهیم. جرمهای فلزهای بکار رفته چه نسبتی باهم دارند و گازهای حاصل در سه عمل نیز چه نسبتی از جهت حجم باهم تشکیل می‌دهند؟

(ج: حجم گاز در سه حالت یکی است،
 $m_{Zn} : m_{Fe} : m_{Al} = ۳۲/۵ : ۲۸ : ۹$)

۹- ۱۰۰ cc محلول اسید کلریدریک با محلول نترات نقره ۰/۲۸۷ گرم رسوب سفید تولید کرده است، غلظت اسید را تعیین کنید. ۱۰۰ cc از محلول

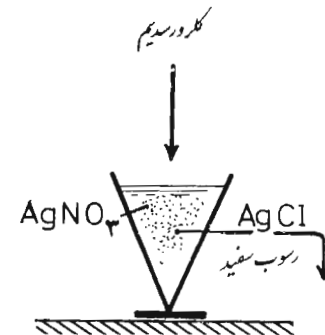
و کلرور مرکورو (Hg_2Cl_2) و کلرور کوئیورو ($CuCl$) در آب حل نمی‌شوند (کلرور سرب در آب جوش حل می‌شود). کلرورهای محلول با محلول نترات نقره رسوب سفید کلرور نقره می‌دهند که این رسوب در مقابل نور سیاه شده و در محلول آمونیاک حل می‌شود.



از این واکنش برای تشخیص کلرورها استفاده می‌کنند.

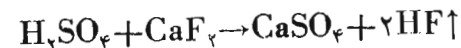
سایر اسیدهای هالوژن دار - دیگر هالوژن‌ها نیز اسیدهایی نظیر

اسید کلریدریک دارند، مثلاً از فلوئور، اسید فلوئوریدریک، و از برم، اسید برمیدریک، و بالاخره از ید، اسید یدیدریک نتیجه می‌شود. طرز تهیه این اسیدها نظیر طرز تهیه اسید کلریدریک است. مثلاً برای بدست آوردن اسید فلوئوریدریک (که شیشه را در خود حل می‌کند)



شکل ۵۲

اسید سولفوریک را بر فلوئورور کلسیم اثر می‌دهند و فلوئورور یدوروژن بدست آمده را در آب حل می‌کنند.



تمرین و مسئله

۱- يك قطعه سیم نازك آهنی را در گاز کلر بسوزانید و يك قطعه دیگر را

در جوهر نمك حل کنید. کلرورهای حاصل چه تفاوتی باهم دارند و چگونه از هم تمیز داده می‌شوند؟

اسید مزبور چند cc از محلول ۵/۶ گرم در لیتر پتاس را خنثی می‌کند ؟

(ج : اول ۷/۳ گرم در لیتر ، دوم ۲۰۰ cc)

۵۰-۱۰ سانتیمتر مکعب از يك محلول اسید کلریدریك در اثر ۴۰

سانتیمتر مکعب از محلول پتاس ۵۶ گرم در لیتر خنثی می‌شود. حساب کنید ۵۰

سانتیمتر مکعب از محلول اسید مزبور بر چه مقدار براده آلومینیم اثر می‌کند و

چه حجم ئیدروژن می‌دهد .

(ج : اول ۰/۳۶ گرم ، دوم ۰/۴۴۸ لیتر)

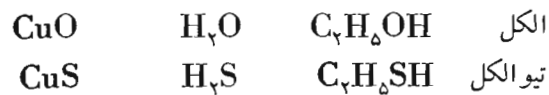
Hg ۰

۷۰
۷۰
۷۰

فصل پنجم

گروه ششم

مقدمه - این گروه شامل اکسیژن ، گوگرد ، سلنیم و تلور است .
فعالیت شیمیایی عناصر این گروه از اکسیژن به تلور کاهش می یابد .
اکسیژن و گوگرد در خواص شیمیایی با هم شباهت بسیار دارند ،
چنانکه نظیر ترکیباتی از اکسیژن ترکیباتی از گوگرد می شناسیم .



اکسیژن $(2-6)\text{O}^{16}_8$

۱-۱

فرمول مولکولی اکسیژن به حالت آزاد O_2
و فرمول ساختمانی آن $\text{O}=\text{O}$ است .

حالت طبیعی - اکسیژن با آنکه فراوانترین عنصر کره زمین است و بیش از ۵۰ درصد وزن کره زمین را تشکیل می دهد ، تا اواخر قرن هجدهم بطور خالص شناخته نشده بود ، زیرا هوا را که مخلوطی از اکسیژن و نیتروژن است يك عنصر می دانستند . اولین بار شئل اکسیژن را در سال ۱۷۷۲ بدست آورد و سپس پرستلی در سال ۱۷۷۴ مستقل از او اکسیژن را از حرارت دادن اکسید جیوه به وسیله اشعه آفتاب و ذره بین

پراکسید سدیم وارد کرد .

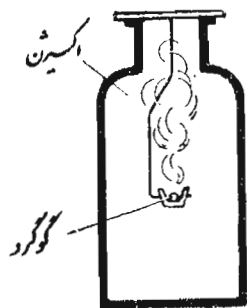
ب- در صنعت - در صنعت اکسیژن را از تقطیر هوای مایع بدست می آورند ، بدین ترتیب که هوا را در اثر فشار زیاد و سرما (۲۵۰° -) به مایع تبدیل می کنند و بعد می گذارند کمی گرم شود . در این صورت نیتروژن آن تبخیر می شود و اکسیژن باقی می ماند ، زیرا نیتروژن در ۱۹۳° - بخار می شود .

از تجزیه آب نیز می توان به مقدار زیاد و به قیمت ارزان اکسیژن تهیه کرد .

خواص فیزیکی - اکسیژن گازی است بیرنگ ، بی بو و بی مزه . چگالی آن نسبت به هوا $\frac{۳۲}{۲۹}$ است . اکسیژن کمی در آب حل می شود و از همین مقدار اکسیژن است که ماهیها در آب تنفس می کنند . این گاز خیلی دیر به مایع تبدیل می شود . نقطه جوش اکسیژن مایع ۱۸۳° - است .

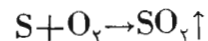
خواص شیمیایی - میل ترکیبی اکسیژن بسیار زیاد است و مخصوصاً به کمک حرارت با اکثر عناصر ترکیب شده اکسید می دهد .

الف - ترکیب با غیر فلزها - ۱ - گوگرد گداخته در هوا بملایمت



و در اکسیژن شدت با شعله آبی

رنگ می سوزد (شکل ۵۴)



۲- اگر کمی فسفر را در یک

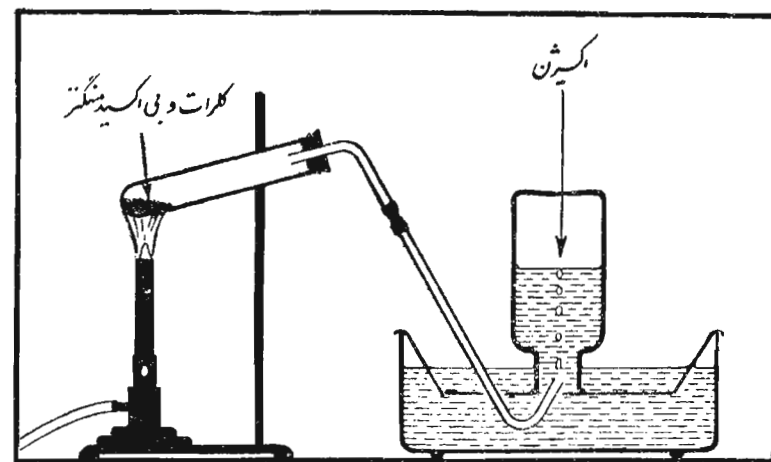
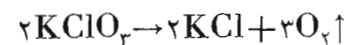
کپسول چینی یا سفالی قرار دهیم

و آن را گرم کنیم ، یا نوك میله فلزی

شکل ۵۴ - گوگرد در اکسیژن می سوزد

بدست آورد و این عمل با آزمایش معروف لاورازیه تکمیل شد .

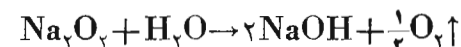
طرز تهیه : الف - در آزمایشگاه - ۱ - برای تهیه اکسیژن کلرات پتاسیم را با بی اکسید منگنز در یک قرع بلوری یا یک لوله آزمایش بزرگ حرارت می دهند . کلرات پتاسیم به اکسیژن و کلرور پتاسیم تجزیه می شود (شکل ۵۳) .



شکل ۵۳ - طرز تهیه اکسیژن در آزمایشگاه

اگر با کلرات خالص عمل کنیم واکنش تجزیه بکندی صورت می گیرد ولی با افزودن بی اکسید منگنز به کلرات پتاسیم سرعت واکنش افزایش می یابد . این قبیل مواد ، که سرعت واکنش را زیاد می کنند اما خود مصرف نمی شوند ، کاتالیزور نامیده می شوند .

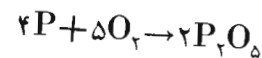
۲- از اثر آب بر پراکسید سدیم (Na_2O_2) اکسیژن بدست می آید .



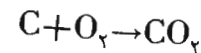
این عمل احتیاجی به حرارت ندارد ، فقط باید آب را کم کم بر

-۸۲-

داغ را به آن بچسبانیم، فسفر شعله‌ور می‌شود و چنانچه کپسول را در شیشه اکسیژن وارد کنیم با نوری خیره‌کننده و بشدت می‌سوزد و دود سفید غلیظ انیدرید فسفریک می‌دهد.
(شکل ۵۵)

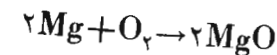


۳- يك قطعه كوچك زغال چوب را در شعله بگيريد تا سرخ شود، سپس آن را در ظرف اكسيژن فروبريد. زغال با نور خيره كننده‌ای بشدت می‌سوزد و انیدرید کربنیک می‌دهد (شکل ۵۶).

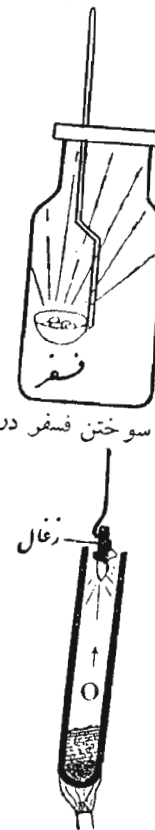
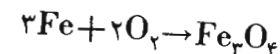


ب- ترکیب با فلزها -

۱- يك نوار منيزيم را با انبر آهنی بگيريد و انتهای آن را به شعله نزديك كنيد و سپس در ظرف اكسيژن فروبريد. ملاحظه می‌کنید که با نور شدیدتری می‌سوزد و گرد سفید اکسید منیزیم می‌دهد (شکل ۵۷)



۲- يك مفتول نازك آهنی را سرخ کرده در ظرف اكسيژن فروبريد آن هم با نور شدید می‌سوزد و جرقه‌هایی پرتاب می‌کند (شکل ۵۸).



-۸۳-

سایر فلزها هم بر اثر حرارت با اكسيژن ترکیب می‌شوند و اكسید می‌دهند، ولی نقره و طلا و سفید مستقیماً با اكسيژن ترکیب نمی‌شوند.

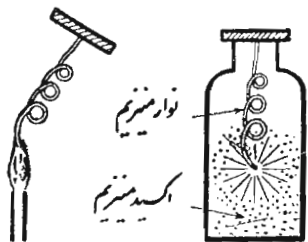
احتراق - واكنش مواد

را با اكسيژن احتراق یا سوختن گویند. دیدیم که گوگرد و فسفر و کربن و منیزیم و آهن در اكسيژن بشدت می‌سوزند و حرارت زیاد تولید می‌کنند. این واكنشها را احتراق تند می‌نامند



ممکن است حرارت حاصل از احتراق بکندی تولید شود و در نتیجه چندان محسوس نباشد، مانند زنگ زدن آهن در هوای مرطوب. در این صورت احتراق را کند گویند. تنفس نمونه‌ای از احتراق کند است.

درجه حرارت اشتعال - اگر يك کبریت روشن را در مقداری نفت سرد بیندازید کبریت خاموش می‌شود و نفت را آتش نمی‌زند. لیکن اگر همان نفت را در لوله‌ای ریخته و روی شعله گرم کنید، موقعی می‌رسد که نفت خودبخود شعله‌ور می‌گردد. پس معلوم می‌شود که هر ماده تا به درجه حرارت معینی نرسد آتش نمی‌گیرد. این درجه حرارت را درجه حرارت اشتعال ماده گویند.



شکل ۵۷



شکل ۵۸

می‌کنیم شمع که از پارافین و اسید استئاریک ساخته شده، در اثر گرمای سرفتیله ذوب می‌شود. این مواد که دارای ئیدروژن و کربن هستند، پس از ذوب از فتیله بالا رفته تدریجاً تبخیر می‌شوند. ناحیه تاریک دور فتیله از همین بخارات تشکیل شده که هنوز به درجه حرارت اشتعال نرسیده‌اند. ضمناً اکسیژن هوا بزحمت به این ناحیه می‌رسد (ناحیه a).

در غلاف روشن بعدی (ناحیه b) هنوز اکسیژن کافی برای احتراق کامل بخارات نمی‌رسد، به این سبب در این ناحیه قسمتی از ذرات کربن نسوخته در شعله وجود دارد و همین ذرات کربن است که به حالت التهاب در آمده شعله را پر نور و روشن می‌کنند.

اگر یک ظرف سرد در این ناحیه نگاه دارید، روی آن قشری از دوده می‌نشیند که همان ذرات کربن است.

در غلاف کم نور (ناحیه c)، گازها با اکسیژن کافی می‌سوزند و دوده تولید نمی‌کنند. در نتیجه در این ناحیه شعله بیرنگ و از دیگر قسمتهای شعله گرمتر است. اگر یک مفتول فلزی در نوک شعله نگاه دارید روی آن دود نمی‌زند. شعله چراغ الکلی که کم نور است به علت این است که عمل احتراق کامل است یعنی تمام ذرات کربن موجود در الکل کاملاً می‌سوزد و دوده ندارد و در نتیجه شعله هم بیرنگ است. در چراغهای زنبوری ذراتی که توری آن را تشکیل می‌دهند به حالت التهاب در آمده شعله را بشدت نورانی می‌کنند.

می‌توان به وسیله یک لوله شیشه‌ای یا یک آبدزدک یا یک قطره-چکان گازهای ناحیه a را به خارج برد و مشتعل نمود یا خود شمع را در لوله آزمایش گرم کرد و بخارات حاصل را مشتعل نمود تا معلوم شود

انفجار - هرگاه حجم کمی از یک ماده یا یک مخلوط به علت تولید گرمای ناگهانی یا تجزیه در مدتی بسیار کوتاه به حجم زیادی تبدیل شود، چون به جدار ظرف یا هوای مجاور ضربه‌ای شدید می‌زند، صدای شدیدی تولید می‌کند و می‌گویند ماده مزبور منفجر شده است.

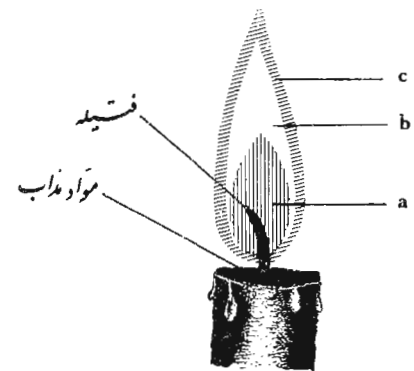
آتش سوزی خود بخود - باره‌ای از مواد مانند پارچه‌های آغشته به روغن بزرک، خاک اره، کاه یا پشته‌های علوفه حیوانات گاهی خود بخود آتش گرفته ایجاد حریق می‌کنند. علت آن است که این مواد تدریجاً بر اثر واکنش با اکسیژن هوا مختصر حرارتی ایجاد می‌کنند و اگر در فضای مسدودی قرار گیرند درجه حرارت رفته رفته بالا می‌رود و مواد سوختنی را به درجه حرارت اشتعال می‌رساند و حریق ایجاد می‌کند. برای خاموش کردن حریق، به وسایل مختلف، اطراف محل آتش سوزی را سرد می‌کنند تا درجه حرارت آن از درجه حرارت اشتعال پایین تر بیاید. ضمناً از رسیدن اکسیژن به شعله جلوگیری می‌کنند.

شعله - شعله معمولاً نتیجه

واکنش یک ماده شیمیایی فرار با اکسیژن هواست.

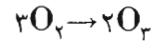
بنابراین: سوختن هنگامی با شعله همراه است که ماده سوختنی به صورت گاز درآید و بسوزد.

برای روشن کردن مطلب، شعله شمع را مطالعه کنیم (شکل ۵۹). وقتی که فتیله را روشن



شکل ۵۹ - شعله

این عمل اکسیژن از صورت مولکول دو اتمی O_2 به صورت مولکول سه اتمی O_3 در می آید



باید دانست که اکسیژن تحت تأثیر اشعه ماورای بنفش کمی به اوزون تبدیل می شود (یکی از علل ضد عفونی کننده بودن نور همین خاصیت است) .

خواص - اوزون گازی است با بوی نافذ (بویی که بعد از رعد و برق در کوهستان استشمام می شود) . چون در اطراف ماشینهای الکتریکی نیز تولید می شود ، همین بود در نزدیکی آنها نیز به مشام می رسد . به مقدار کم ، بیرنگ و زیادش ، آبی آسمانی است . تنفس آن به مقدار زیاد و مداوم خطرناک است و سبب تورم جهاز تنفس می شود .

خاصیت اکسیدکنندگی اوزون خیلی بیشتر از اکسیژن است بطوری که نقره و جیوه را بدون کمک حرارت اکسید می کند . اوزون را برای گندزدایی آب آشامیدنی بکار می برند ؛ یعنی از آب ، گاز اوزون را عبور می دهند تا آب ضد عفونی شود .

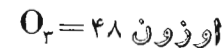
که شعله از سوختن بخارات قابل اشتعال حاصل می گردد . باد تند که شعله را خاموش می کند به این علت است که گازهای آماده سوختن را پراکنده و سرد می کند و درجه حرارت آن را از درجه حرارت اشتعال پایین تر می آورد .

موارد استعمال اکسیژن - اهمیت اکسیژن در تنفس موجودات زنده محتاج به تذکر نیست . اکسیژن از راه ششها وارد خون شده و همراه آن به سلولهای بدن می رسد و جذب آنها می شود . سلولها از اکسیژن برای اکسیداسیون مواد غذایی استفاده می کنند . اکسیژن در تنفس مصنوعی و مداوای مسمومیت از گاز اکسید کربن بکار می رود .

در ارتفاعات زیاد نیز که هوا رقیق می شود خلبانها از ماسکهای اکسیژن استفاده می کنند .

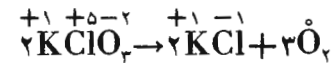
اکسیژن برای ایجاد حرارتهای زیاد در مشعلهای ئیدروژن و استیلن مورد استفاده قرار می گیرد .

در تصفیه آب نیز اکسیژن برای از بین بردن میکروبهای موجود در آب لازم است . چراغهای فلاش عکاسی دارای اکسیژن و نوارهای نازک آلومینیم یا منیزیم است . بمحض ایجاد جرقه در داخل چراغ ، نوارها مشتعل شده نور خیره کننده ای می دهند . در استخراج آهن در کوره های بلند و تهیه فولاد اکسیژن هوا به مقدار زیاد مصرف می شود .



طرز تهیه - ساده ترین راه تهیه این ماده آن است که در ظرف پر از اکسیژن بین دو قطب پلاتین جرقه های الکتریکی تولید کنیم . در

در این عمل درجه اکسیداسیون مس از ۲+ به صفر می‌رسد یعنی احیا می‌شود و H از صفر به ۱+ ترقی می‌کند و اکسید می‌گردد. همین‌طور در فرمول تجزیه کلرات پتاسیم :



درجه اکسیداسیون کمر از ۵+ به ۱- تنزل می‌کند و احیا می‌شود. اکسیژن از ۲- به صفر می‌رسد یعنی اکسید می‌شود.

تعیین درجه اکسیداسیون غیر فلز در نمکهای اکسیژن‌دار-

برای تعیین درجه اکسیداسیون غیر فلز در بنیان نمکهای اکسیژن‌دار (یا فلزی که عمل غیر فلز را انجام می‌دهد) شماره اتمهای اکسیژن را در ۲+ ضرب می‌کنیم و ظرفیت اتمهای فلز را از آن می‌کاهیم.

مثال ۱- درجه اکسیداسیون گوگرد در H_2SO_4

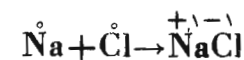
$$+6 = 2 - 2 \times (+2) \text{ است.}$$

مثال ۲- درجه اکسیداسیون نیتروژن در KNO_3

$$+5 = 1 - 3 \times (+2) \text{ است.}$$

توضیح اکسیداسیون و احیا مطابق تئوری الکترونی ظرفیت-

وقتی که کمر با سدیم ترکیب می‌شود، درجه اکسیداسیون آنها بترتیب از صفر به (۱-) و (۱+) می‌رسد.



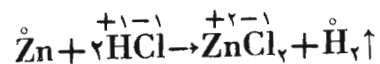
پس می‌گوییم که سدیم احیا کننده بوده و اکسید شده است و کمر اکسید کننده بوده و احیا گردیده است. از طرف دیگر، بنا به تئوری

ساختمان اتم، در واکنش فوق سدیم يك الكترون از دست داده و كلريك الكترون گرفته است. بنابراین تعریف تازه‌ای برای اکسیداسیون و احیا بدست می‌آید :

هر عنصر که الكترون بدهد اکسید می‌شود و درجه اکسیداسیون آن زیاد می‌گردد، و هر عنصر که الكترون بگیرد احیا می‌شود و درجه اکسیداسیون آن کم می‌شود.

برای توضیح بیشتر در مثال زیر دقت کنید :

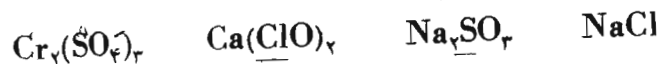
وقتی که روی بر اسیدها اثر می‌کند و ئیدروژن می‌دهد



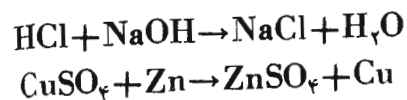
اتم روی ۲ الكترون به دو H^+ می‌دهد و آنها را احیا می‌کند، یعنی آنها را از (۱+) به صفر می‌رساند و خودش اکسید می‌شود یعنی از صفر به (۲+) می‌رسد.

تمرین :

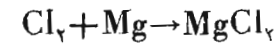
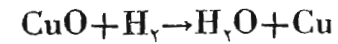
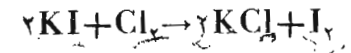
۱- در فرمولهای زیر درجه اکسیداسیون اتمهایی را که زیر آنها خط کشیده شده است تعیین کنید :



۲- کدامیک از واکنشهای زیر يك واکنش اکسیداسیون و احیا محسوب می‌شود؟ چرا؟



۳- در هر یک از واکنشهای زیر :



الف - کدام عنصر احیا شده و کدام عنصر اکسید شده است ؟

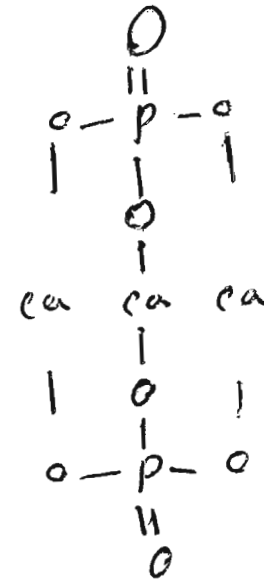
ب - چه عنصری احیا کننده و چه عنصری اکسید کننده است ؟

ج - آیا تغییر درجه اکسیداسیون عنصری که اکسید شده با عدد اتمهای عنصری

که احیا شده و یا بالعکس تغییر درجه اکسیداسیون عنصری که احیا شده با عدد اتمهای

عنصری که اکسید شده است، ارتباطی دارند ؟ چرا ؟

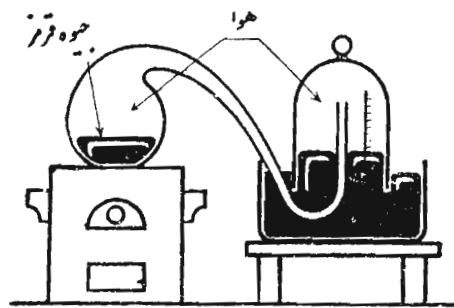
فرمول سرده غففت سرکلیک



فصل هفتم

قانون بقای ماده و انرژی

قانون لاووازیه - پیش از لاووازیه خیال می کردند که در اثر سوختن مواد ، قسمتی از آنها نابود می شود. لاووازیه دانشمند معروف فرانسوی ، برای تحقیق این موضوع مقداری جیوه را در بالونی که مطابق شکل ۶۰ سوار کرده بود حرارت داد و از آغاز روز دوم مشاهده کرد که روی سطح جیوه دانه های سرخ رنگی تشکیل می شود و حجم هوای زیر



سرپوش نیز بتدریج نقصان می یابد و در نتیجه سطح جیوه در زیر سرپوش از سطح جیوه طشتک بالاتر می رود. لاووازیه احتیاطاً حرارت

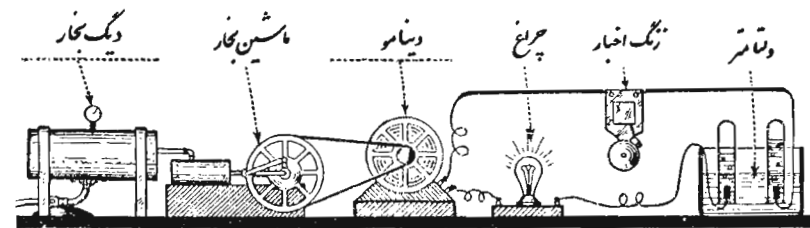
شکل ۶۰ - آزمایش لاووازیه

دادن را تا ۱۲ روز ادامه

داد ، ولی مشاهده کرد که از روز سوم به بعد تغییری حاصل نمی شود (زیرا اکسیژن هوا که تقریباً $\frac{1}{5}$ حجم هوای دستگاه را شامل می شود، با جیوه ترکیب و تمام شده بود). لاووازیه پس از آنکه دانه های سرخ رنگ را از سطح جیوه بالون جمع کرد و حرارت داد ، مشاهده کرد که این دانه ها ترکیبی از جیوه و گازی است که برای تنفس مفید می باشد. او این گاز را

اکسیژن نامید. لاووازیه همچنین به وسیله آزمایشهای متعدد متوجه شد که وزن جیوه و اکسیژنی که بدست آمده درست برابر وزن اکسید جیوه تجزیه شده است و بدین ترتیب نتیجه گرفت که در اثر تجزیه شیمیایی وزن اکسید جیوه کم یا زیاد نشده است و بوضوح اعلام کرد که وزن مواد ضمن يك واکنش شیمیایی همیشه ثابت است، یا به گفته دیگر وزن مواد بدست آمده برابر است با مجموع وزن موادی که در ترکیب وارد شده اند. پس می توان حکم کرد که در جهان هیچ چیز بوجود نمی آید و هیچ چیز از بین نمی رود.

قانون بقای انرژی - می دانیم که تمام دستگاههای مولد کار، مانند موتورها و ماشینهای برق، در حقیقت کار یا برق خلق نمی کنند بلکه نوعی از کار یا انرژی را به نوع دیگر آن تبدیل می نمایند. مثلاً دستگاه مولد برق تا موقعی برق می دهد که هسته آن به وسیله موتور یا توربین بگردد و این هسته تا هنگامی به حرکت خود ادامه می دهد که زغال در



شکل ۶۱ - تبدیل انرژیها به یکدیگر

کوره وجود داشته و بسوزد (شکل ۶۱). دیناموی دوچرخه های معمولی وقتی برق می دهد که هسته داخلی آن را بحرکت در آورند.

خلاصه اینکه بدون صرف انرژی به وسیله عضلات دست یا پا یا وسیله دیگر، هرگز دینامو برق نمی دهد. زیرا کار این اسباب، تبدیل

انرژی حرکتی یا مکانیکی به انرژی الکتریکی است.

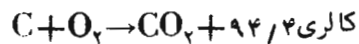
يك موتور یا يك بادبزن الکتریکی را تا به برق وصل نکنیم حرکت نخواهد کرد و نیز تا جریان برق از لامپ الکتریکی عبور نکند لامپ گرم و روشن نمی شود. پس حرارت لامپ از تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی حاصل می گردد.

از مثالهای فوق چنین نتیجه می شود که : **انرژی بوجود نمی آید و از بین هم نمی رود فقط در اعمال مختلف، نوع آن تغییر می کند.**

به عبارت دیگر می گویند : **انرژی همیشه باقی می ماند، ولی از نوعی به نوع دیگر تبدیل می شود.**

رابطه بین ماده و انرژی - از قانون لاووازیه یا قانون بقای ماده چنین نتیجه می شود که اگر دو یا چند ماده برهم اثر کنند، وزن مجموع مواد جدید درست مساوی وزن مجموع مواد اولیه است.

مثلاً اگر ۱۲ گرم کربن با ۳۲ گرم اکسیژن ترکیب شود يك مولکول گرم گاز کربنیک (به وزن ۴۴ گرم) حاصل می شود.



$$12 + 32 = 44$$

ولی می دانید که زغال هنگام سوختن مقداری حرارت ایجاد می کند که می توان آن را به انرژیهای دیگر تبدیل نمود. در لوکوموتیوها حرارت حاصل از سوختن زغال سنگ یا سایر مواد سوختنی به حرکت و کار تبدیل می گردد و به اصطلاح علمی می گوئیم که **انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی تبدیل شده است.** اکنون این سؤال پیش می آید که این

باید دانست که چون جرم از بین رفته^۱ در واکنشهای شیمیایی بسیار کم است، عملاً می توان از تغییر جرم در این واکنشها صرف نظر نمود.

تمرین و مسئله

- ۱ - سوختن، تنفس و خاصیت اکسیدکنندگی اکسیژن را شرح دهید.
- ۲ - اکسیژن و ئیدروژن را در موارد زیر با هم مقایسه کنید: فراوانی در طبیعت، طرز تهیه، سبکی، سوختن و سوزاندن، اکسید کردن و احیا کردن.
- ۳ - چرا نباید در چراغ نفتی بنزین ریخت و چرا نمی توان به جای بنزین در اتوموبیل نفت مصرف کرد؟
- ۴ - اگر اشتباهاً در شیشه بی اکسید منگنز زغال ریخته باشیم، آیا می توان از مخلوط کردن آن با کلرات، اکسیژن تهیه کرد؟
- ۵ - بایک آزمایش نشان دهید که مواد در اثر سوختن بر وزنشان افزوده می شود؟
- ۶ - يك لامپ آلومینیم مخصوص عكاسی را قبل از استعمال و پس از سوزاندن وزن کنید. از این آزمایش چه نتیجه ای می توان گرفت؟
- ۷ - برای خاموش کردن شعله پتاسیم کدایمیک از مواد زیر مناسب است: آب، گازکربنیک یا ماسه نرم؟
- ۸ - چرا کاغذ تورنسل آغشته به محلول یدورپتاسیم در مجاورت اوزون آبی می شود؟
- ۹ - می خواهیم اکسیژن تهیه کنیم. برای تهیه آن مقداری کلرات پتاسیم بکار رفته است. چه نسبتی بین جرم اکسیژن و جرم کلرات پتاسیم موجود است؟ همین نسبت را بین اکسیژن و آب، و اکسیژن و پراکسید سدیم تعیین کنید. می دانیم

- ۱ - ماده ای که برای تشکیل $۹۴/۴$ کالری حرارت از بین می رود در حدود $۲۵-۱۰$ گرم است در صورتی که ترازوهای حساس امروزی تا $۷-۱۰$ گرم را بیشتر نشان نمی دهد.

حرارت که خود يك نوع انرژی است از کجا می آید؟ اینشتاین جواب این سؤال را داد.

طبق فرمولی که به فرمول اینشتاین معروف است، پیدایش این مقدار گرما نتیجه کم شدن مقداری از جرم ماده است.

اینشتاین با استنتاج از آزمایشها و محاسبات ریاضی ثابت کرد که ماده قابل تبدیل به انرژی است و در سال ۱۹۰۵ فرمولی هم برای این تبدیل پیدا کرد که عبارت است از $E = mc^2$. در این فرمول E مقدار انرژی، m مقدار جرم ماده ای که از بین رفته و C سرعت سیر نور است. یعنی اگر m گرم ماده به انرژی تبدیل شود مقدار انرژی حاصل مساوی است با همین m گرم ضرب در مجذور سرعت نور. چهل سال بعد در ۱۹۴۵ اولین بمب اتمی در هیروشیما منفجر شد و به همه نشان داد که ماده به انرژی قابل تبدیل است. در انفجار يك بمب اتمی، اتم عنصری مثلاً اورانیم U_{235} شکسته شده موادی می دهد که مجموع جرمهای آنها از جرم اتم اورانیم کمتر است، پس مقداری جرم از دست می رود و در عوض انرژی عظیمی ظاهر می گردد. نسبت تبدیل جرم به انرژی کاملاً از فرمول ساده فوق متابعت می نماید.

از آنچه گفته شد چنین نتیجه می شود که ماده و انرژی صور مختلف چیز واحدی هستند و به هم قابل تبدیل می باشند و به اصطلاح فیزیک هسته ای، قوانین بقای جرم و بقای انرژی را در رابطه با هم باید بیان کرد. بدین ترتیب که ماده و انرژی هیچگاه ایجاد نمی شوند و یا از بین نمی روند بلکه می توانند به یکدیگر تبدیل شوند.

که کلرات به کمک گرما و آب با تجزیه الکتریکی و پراکسید سدیم به وسیله آب، اکسیژن تولید می کنند.

(ج : اول $\frac{۹۶}{۲۴۵}$ ؛ دوم $\frac{۸}{۹}$ و $\frac{۸}{۳۹}$)

۱۰ - مصرف زغال سالانه يك کارخانه کوچک ۱۰ تن است، در صورتی که ۸۰٪ زغال کربن باشد، تعیین کنید که سالانه چند تن ایندريد کربنیک به وسیله این کارخانه تولید می شود.

(ج : تقریباً $۲۹/۳$ تن)

۱۱ - فرمول سوختن سولفور کربن (CS_2) را بنویسید و تعیین کنید که از هر مولکول ماده مزبور چند مولکول گاز تولید می شود و هر گرمش به چند لیتر گاز تبدیل می گردد و هر لیتر مخلوط گاز حاصل از احتراق چند گرم وزن دارد.

(ج : اول ۳ مولکول، دوم $۵/۸۸$ لیتر، سوم $۲/۵۶$ گرم)

۱۲ - الکل دارای فرمول C_2H_6O است. فرمول سوختن آن را بنویسید. حجم هوای لازم برای سوختن هر گرم آن را تعیین کنید. $۴/۶۰$ گرم الکل را با هوای لازم برای سوختنش در ظرف بسته وارد می کنیم و مخلوط را می سوزانیم و نتیجه احتراق را سرد می کنیم. حجم موادی را که پس از احتراق موجود است حساب کنید. در هر پنج لیتر هوا يك لیتر اکسیژن موجود است و بقیه تقریباً نیتروژن است.

(ج : اول $۷/۳$ لیتر، دوم $۲۶/۸۸$ لیتر نیتروژن و $۴/۴۸$ لیتر CO_2)

۱۳ - $۶۱/۵$ گرم کلرات پتاسیم را با بی اکسید منگنز حرارت می دهیم. پس از جدا شدن $۴/۴۸$ لیتر اکسیژن (در شرایط متعارفی) حرارت را قطع می کنیم. حساب کنید چند گرم کلرات پتاسیم در قرع باقی مانده است.

(ج : $۴۵/۱۷$)

فصل هشتم

آب ۱۸ = H_2O

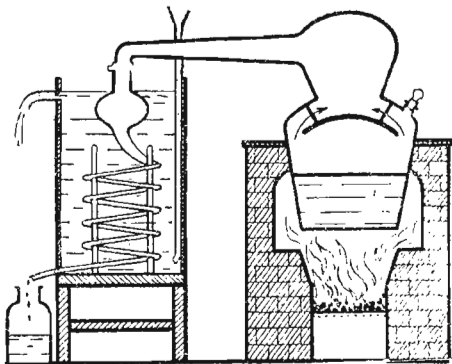
حالت طبیعی - آب به حالت‌های مایع و جامد و بخار در طبیعت وجود دارد و فراوانترین و مفیدترین ترکیبی است که به صورت مایع در طبیعت یافت می‌شود. علاوه بر آنکه آب به صورت اقیانوسها و رودخانه‌ها قسمت مهمی از سطح زمین را فرا گرفته است، در حدود ۷۰ درصد وزن بدن انسان و جزء مهم گیاهان و مواد غذایی را نیز تشکیل می‌دهد.

آب مقطر - آب‌های موجود در طبیعت خالص نیستند و مقداری مواد معدنی و نیز مقداری گاز به صورت محلول در آنها وجود دارد. برای تهیه آب خالص (آب مقطر)، آب معمولی را تقطیر می‌کنند. برای این کار آب را در يك قرع یا بالون حرارت می‌دهند و بخارهای حاصل را از يك لوله مارپیچی (انبیق) که اطراف آن آب سرد جریان

دارد عبور می‌دهند، بخار آب در داخل لوله سرد و مایع می‌شود (شکل ۶۲). در آزمایشگاه این عمل در اسبابی مطابق شکل ۶۳ انجام می‌گیرد.

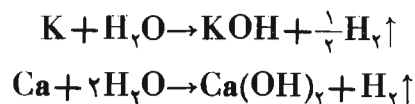
خواص فیزیکی آب -

آب خالص مایعی بیرنگ

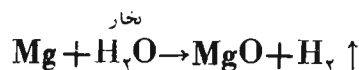


شکل ۶۲ - تقطیر آب

۲- اثر بر فلزها - آب به وسیله بعضی از فلزها که میل ترکیبی زیاد با اکسیژن دارند تجزیه می شود .
 بعضی از فلزها مانند سدیم و پتاسیم بدون حرارت آب را تجزیه می کنند .



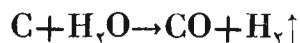
برخی دیگر مانند روی و منیزیم و آهن به کمک حرارت بر آب اثر می کنند .



۳- اثر بر غیر فلزها - کلردر مقابل نور آب را تجزیه می کند .



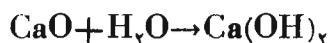
کربن در حرارت سرخ بخار آب را تجزیه می کند .



۴- اثر بر اکسیدها - آب با انیدریدها ترکیب می شود و اسید می دهد . مثلاً از ترکیب انیدرید فسفریک با آب اسید فسفریک تولید می شود .

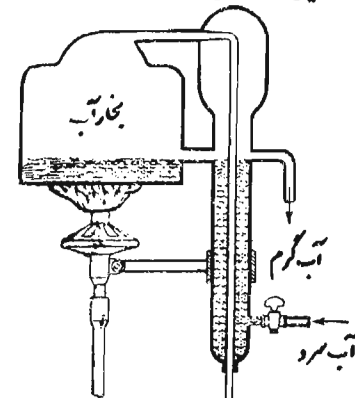


آب بر اکسیدهای بازی از قبیل اکسیدهای سدیم ، پتاسیم ، باریم و کلسیم اثر می کند و یدروکسید می دهد .



اثر کاتالیزوری آب - آب در بسیاری از واکنشهای شیمیایی اثر کاتالیزوری بسیار مهم دارد . مثلاً در ترکیب یدروژن و اکسیژن احتیاج

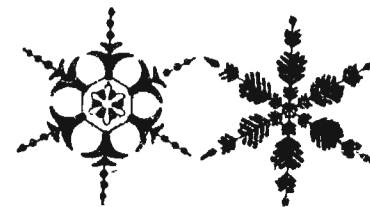
و بی بو و بی طعم است . اگر ضخامت آن زیاد باشد آبی بنظر می رسد . بنا بر قرارداد درجه انجماد آب صفر و درجه حرارت جوش آن درکنار دریا (جایی که فشار هوا مساوی فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه است) درجه صدمیزان الحرارة صدمی است . همچنین جرم مخصوص آب در $4^\circ C$ ، $1g/cm^3$ و گرمای ویژه آن يك کالری بر گرم بر درجه است .
 حجم آب هنگام انجماد افزوده می شود و همین افزایش حجم باعث شکستن لوله های آب و حوضها و ظروف آب در اثر سرمای شدید می شود؛ بعلاوه همین خاصیت در کوهستانها سبب متلاشی شدن



آب منجمد
شکل ۶۳

سنگها و در نتیجه باعث تغییر شکل ظاهری زمین می شود .

آب هنگام تبدیل به برف به اشکال مختلف هندسی متبلور می شود (شکل ۶۴) .



آب مشهورترین و بهترین

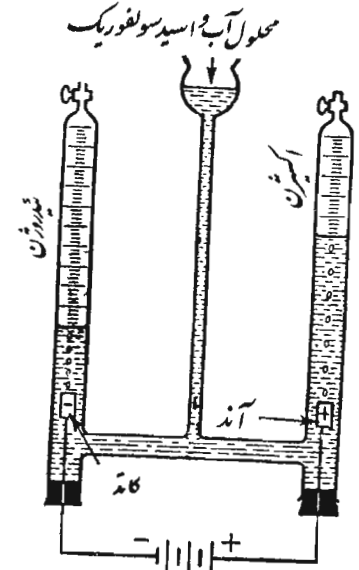
حلال است .

شکل ۶۴ - بلورهای برف

خواص شیمیایی آب - ۱- ثبات - آب ماده ای است بسیار باثبات و اگر بخار آب را تا حدود ۱۲۰۰ درجه گرم کنیم تنها چند هزارم آن به اکسیژن و یدروژن تجزیه می شود .

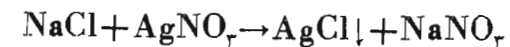
به کمی بخار آب است ، بطوری که اگر دو گاز کاملاً خشک باشند عمل بسختی انجام می گیرد . در زنگ زدن آهن هم آب عمل مهمی دارد و نیز برای انجام بعضی از واکنشهای شیمیایی آب لازم است و تا آب نباشد عمل آغاز نمی شود . مثلاً اجزای نمک میوه هنگامی بر هم اثر می کنند و گاز CO_2 می دهند که در آب ریخته شوند .

بعضی از مواد هنگامی که به صورت محلول در آب درمی آیند یونیزه می شوند ، یعنی به اجزایی تفکیک می شوند که بار الکتریکی دارند و اگر محلول یونیزه نشود الکتریسیته از آن نمی گذرد . بعضی از واکنشها هم موقعی انجام پذیر است که مواد به صورت محلول

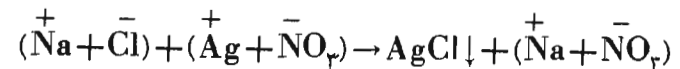


شکل ۶۵ - تجزیه آب در ولتاژ

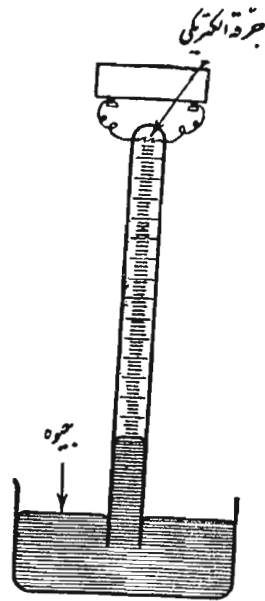
یونیزه در آیند . مثلاً نترات نقره خشک و کلرور سدیم خشک بر یکدیگر بی اثرند ولی دو محلول آنها بر هم اثر می کنند و کلرور نقره تولید می شود .



که در حقیقت به این صورت است :



تجزیه آب - در ولتاژتری مطاق شکل ۶۵ به کمک کمی اسید یا باز آب را تجزیه می کنیم . مشاهده شود که همیشه حجم ئیدروژنی که در قطب منفی جمع می شود دو برابر حجم اکسیژنی است که در قطب مثبت جمع می گردد .



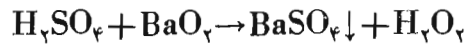
شکل ۶۶ - آب سنج

از لحاظ وزن ، از تجزیه ۱۸ گرم آب ۲ گرم ئیدروژن و ۱۶ گرم اکسیژن تولید می شود .

ترکیب حجمی آب - در اسبابی به نام آب سنج (شکل ۶۶) دو حجم ئیدروژن و یک حجم اکسیژن وارد می کنیم و جرقه الکتریک تولید می کنیم . مخلوط بشدت منفجر می شود و به آب تبدیل می گردد . پس معلوم می شود که آب از ترکیب دو حجم ئیدروژن و یک حجم اکسیژن تولید می شود .

ترکیب وزنی آب - برای تعیین ترکیب وزنی آب در دستگاهی مطابق شکل ۶۷ گاز ئیدروژن خشک را از روی اکسید مس گرم عبور می دهیم . چنانکه سابقاً دیدیم ، ئیدروژن ، اکسیژن اکسید مس را می گیرد و آب تولید می کند . بخار آب حاصل را به وسیله لوله ای که محتوی کلرور کلسیم است جذب می کنیم . واضح است که کاهش وزن لوله محتوی اکسید مس وزن اکسیژن مصرف شده را تعیین می کند و افزایش وزن

طرز تهیه - گرد پراکسید باریوم را در آب یخ می ریزند و بر آن محلول رقیق اسید سولفوریک می افزایند .



می توان برای تهیه پراکسید ئیدروژن غلیظ ، اسید سولفوریک نیمه غلیظ را تجزیه الکتریکی کرد .

خواص فیزیکی - پراکسید ئیدروژن غلیظ و شربتی شکل ۱/۴۶ بار از آب سنگین تر است . نقطه انجماد آن نزدیک به آب یعنی ۰/۹ - است ولی نقطه جوش آن ۱۵۱ است .

خواص شیمیایی - ماده ای است بی ثبات و در اثر نور و حرارت تجزیه می شود و اکسیژن می دهد . از این جهت ماده ای است اکسید کننده .

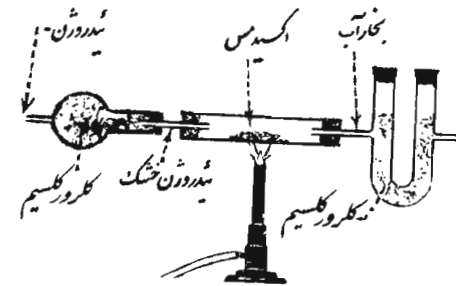


باید دانست که تجزیه پراکسید ئیدروژن به وسیله بعضی از مواد مانند ذغال و نقره و طلا و اکسیدفریک و بی اکسید منگنز تسریع می شود . معمولاً ارزش پراکسید ئیدروژن ، حجم اکسیژنی است که از یک حجم آن تولید می شود . مثلاً اگر 12cm^3 گاز اکسیژن در شرایط متعارفی از یک سانتیمتر مکعب محلول پراکسید ئیدروژن بدست آید گویند پراکسید ئیدروژن مزبور ۱۲ حجم است .

چون پراکسید ئیدروژن می تواند اکسیژن آزاد کند ، برمادی که میل ترکیبی با اکسیژن دارند اثر می کند و آنها را اکسید می کند مثلاً

۱- در تجزیه الکتریکی اسید سولفوریک غلیظ در قطب مثبت اسید پرسولفوریک $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ایجاد می شود که این اسید با آب تولید پراکسید ئیدروژن و اسید سولفوریک می نماید .

لوله کلرور کلسیم وزن آب حاصل در این آزمایش است . از تفاضل وزن آب و وزن اکسیژن ، وزن ئیدروژن معلوم می شود . آزمایشهای زیاد



شکل ۶۷ - دستگاه برای تعیین ترکیب وزنی آب

نشان داده است که از ترکیب ۱۶ گرم اکسیژن و ۲ گرم ئیدروژن ۱۸ گرم آب بدست می آید .

آب سنگین (D_2O) - برای تهیه آب سنگین می توان دوتریم (ئیدروژن سنگین) را در اکسیژن معمولی سوزاند .

وزن مولکولی آب سنگین ۲۰ ، نقطه انجماد آن $3/82$ و نقطه جوشش $101/4$ می باشد . کاربرد آب سنگین در راکتورهای اتمی است .



پراکسید ئیدروژن

فرمول مولکولی پراکسید ئیدروژن H_2O_2 و فرمول

ساختمانی آن $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ است .

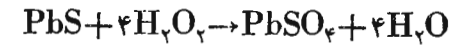
پراکسید ئیدروژن (آب اکسیژنه) در ۱۸۱۸ به وسیله تنارد^۱

کشف شد .

محللول انیدرید سولفورو را به اسید سولفوریک تبدیل می کند .



نیز سولفور سرب سیاه رنگ را به سولفات سفید تبدیل می کند .



موارد استعمال - پراکسید ئیدروژن گندزدای مشهوری است . در ضد عفونی کردن دهان و گوش و شست و شوی زخمها از آن استفاده می شود . پراکسید ئیدروژن در سفید کردن ابریشم ، پشم ، پر ، عاج و کلاههای حصیری و چوب پنبه نیز بکار می رود .

محللولها

حل شدن - اگر کمی نمک یا پرمنگنات پتاسیم را در آب بریزیم پس از چند لحظه مخلوط یکنواخت و محللول شفاف می آید . در این صورت می گوئیم که نمک یا پرمنگنات پتاسیم در آب حل شده است ، در این عمل آب را حل کننده (حلال) و نمک یا پرمنگنات پتاسیم را حل شدنی و مخلوط حاصل را محللول می گویند . اگر ماده ای در آب حل نشود آن را نامحللول می گویند .

باید دانست که برخی از مواد با آب مخلوط می شوند ولی آب را کدر می کنند (مثلاً آب گل آلود) ، در این حالت ماده در آب محللول نبوده بلکه در آب شناور است .

غلظت - جرم مقداری از ماده حل شدنی که در یک لیتر محللول

موجود است غلظت آن محللول نامیده می شود . مثلاً اگر در یک لیتر محللول سود ۴۰ گرم سود خالص موجود باشد ، می گویند که غلظت آن محللول ۴۰ گرم در لیتر است . غلظت مولکولی يك محللول عبارت است از عدد مولکول گرمهای ماده خالص در يك لیتر محللول . مثلاً غلظت مولکولی محللول سود فوق يك مولکول گرم در لیتر است (مولکول گرم سود ۴۰ گرم است) .

محللول رقیق و غلیظ و محللول سیر شده - کمی شکر را در آب بریزید و آب را هم بزنید ، مشاهده می کنید که شکر حل می شود . اگر بتدریج بر مقدار شکر بیفزایید ، مشاهده خواهید کرد که پس از مدتی دیگر شکر در آب حل نمی شود . پس محللول رقیق را می توان بتدریج غلیظ کرد ولی قدرت حل کنندگی آب محدود است و پس از حد معینی آب سیر می شود (اشباع می شود) و دیگر نمی تواند مقدار بیشتری از ماده را در خود حل کند .

باید دانست که قدرت حل کنندگی آب و حلالهای دیگر به درجه حرارت بستگی دارد . این قدرت اغلب با افزایش درجه حرارت زیاد می شود . به شکل ۶۸ توجه کنید ، بر محور طولها درجات حرارت و بر محور عرضها مقدار ماده حل شده در يك لیتر ، ثبت شده است . چنانکه ملاحظه می کنید درجه حرارت تأثیر چندانی در حل شدن نمک طعام و کلرور پتاسیم ندارد ، در صورتی که در حل شدن نیترات سدیم و نیترات پتاسیم بسیار مؤثر است .

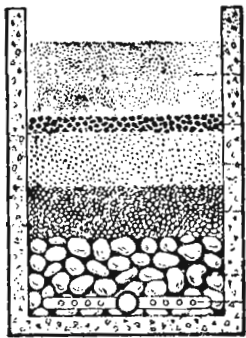
تبلور - اگر محللولهای سیر شده بعضی مواد را سرد کنیم ، ذرات مواد حل شدنی از محللول جدا و متراکم شده به صورت مواد جامدی

می دهد . در این صورت ماده بلورین تبدیل به گرد می شود . این خاصیت را شکستن بلورها گویند .

محللول چسب مانند - هرگاه ماده ای در مایعی ناپدید شود و پراکندگی آن در همه جای مایع یکسان باشد آن ماده حل شده است و اگر مایع را کدر کرده باشد شناور مانده است .

مواد شناور به دو دسته تقسیم می شوند . در یک دسته پراکندگی ماده در همه جای مایع یکسان است و نمی توان به کمک صافی آن دو را از یکدیگر جدا کرد . این مواد را چسب مانند یا کولوئید گویند ، ولی اگر به کمک صاف شدن ، ماده مخلوط شده از مایع جدا شود و مایعی که از زیر صافی می چکد زلال و شفاف باشد ، گویند ماده در آن مایع معلق است .

آب آشامیدنی - آب یکی از مهمترین عوامل انتقال دهنده بیماریهای ساری است و آنچه در سالهای اخیر سبب کم شدن و از بین رفتن اینگونه بیماریها بوده ، تهیه آب سالم و آشامیدنی در شهرهاست .



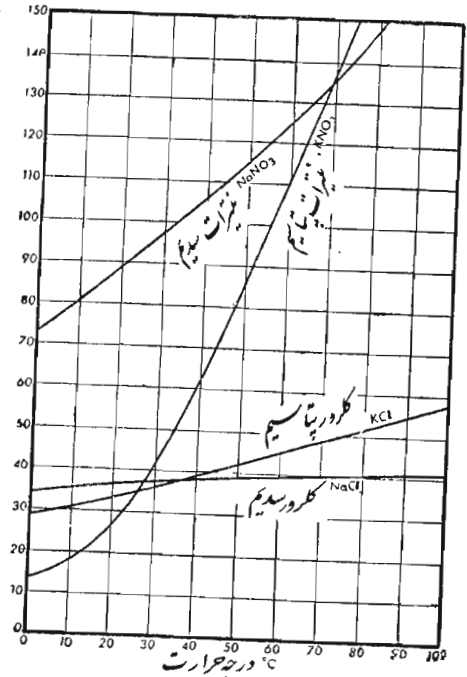
شکل ۶۹

برای تهیه آب مشروب در منازل می توان دستگاهی مطابق شکل ۶۹ از شن و ماسه و سنگریزه تهیه نمود .

در مواقع اضطرار و در جبهه های جنگ قرصهای هیپو کلریت را در آب می اندازند تا آن را ضد عفونی کند .

ظاهر می شوند که دارای شکل منظم هندسی هستند . این قبیل مواد را بلورین و هردانه آنها را یک بلور خوانند . هر ماده ای را که بتواند به صورت بلور درآید قابل تبلور

گویند . شکل دانه های بلور هر ماده ثابت و مخصوص به خود آن ماده است ، ولی اندازه آنها ممکن است کوچک یا بزرگ باشد . از روی این اشکال در معدن شناسی برای تشخیص نوع سنگ معدن استفاده می کنند . باید دانست که اغلب مواد وقتی که به صورت بلور در می آیند ، مقدار معینی آب همراه دارند . این آب را **آب تبلور** گویند . عده



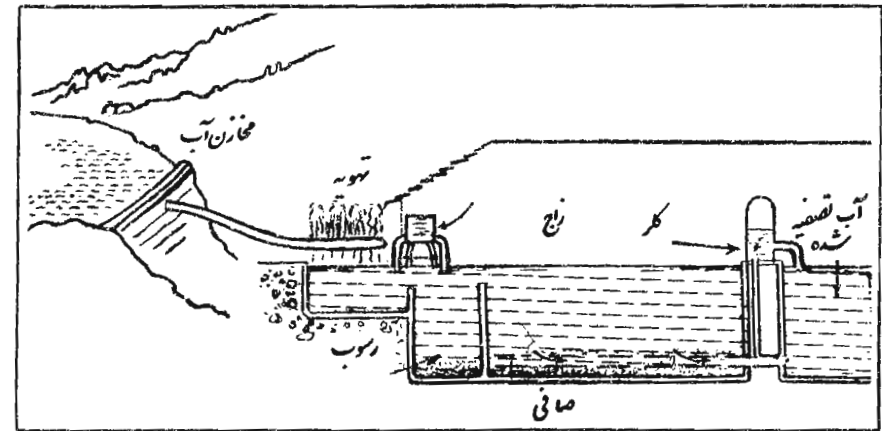
شکل ۶۸ - تأثیر درجه حرارت در انحلال مواد در آب

با هر مولکول ماده بلورین ثابت است . مثلاً یک مولکول گرم سولفات مس با ۵ مولکول گرم آب ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) و یک مولکول گرم سولفات آهن با ۷ مولکول گرم آب ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) همراه است .

شکستن مواد متبلور - هرگاه ماده بلورینی که دارای آب تبلور است در معرض هوای خشک قرار گیرد ، کم کم آب تبلور خود را از دست

در تصفیه‌خانه‌های بزرگ شهرها دو عمل اصلی انجام می‌گیرد :
یکی راسب کردن گل ولای و تهیه آب زلال ، دیگر ضد عفونی کردن آن.
برای راسب کردن گل ولای و ترکیبات آهکی که بیش از مقدار لازم در
آب حل شده است آب را در حوضچه‌هایی وارد کرده مقداری زاج سفید یا
کلرورفریک بر آن اضافه می‌کنند . این مواد گل ولای معلق در آب را
با خود ته‌نشین می‌نمایند .

آبی که بدین طریق گل ولای خود را از دست داده در حوضچه‌های
دیگر وارد می‌شود که کف آنها از طبقات مختلف شن و ماسه پوشیده
شده است . در این حوضچه‌ها آب کاملاً زلال و تا اندازه‌ای هم ضد عفونی



شکل ۷۰ - مراحل مختلف تصفیه آب

می‌شود. سپس، به این آب تصفیه شده کمی کلر (یا دوگرم در متر مکعب
آب) اضافه می‌کنند تا در آب حل شده و تمام باکتریهای موجود در آن را
از بین ببرد. پس از کلر زدن ، آب را با فشار در مخازن مختلف وارد
کرده از آنجا در لوله‌های شهر وارد می‌نمایند . یکی از مراحل قبل

از کلر زدن انجام می‌شود ، تهیه آب است . برای این منظور آب را
با فشار از فواره‌های باریک خارج می‌کنند تا پس از فوران بتواند مقدار
کافی از هوا را در خود حل کند . شکل ۷۰ مراحل مختلف تهیه آب
مشروب را نشان می‌دهد .

بطور خلاصه عملیاتی که در هر تصفیه‌خانه انجام می‌گیرد عبارت
است از :

- ۱ - راسب کردن گل ولای و ترکیبات آهکی اضافی در آب .
- ۲ - صاف کردن آب ، ۳ - تهیه ، ۴ - کلر زدن .

تمرین و مسئله

- ۱ - چگونه آب را از مایعات بیرنگ دیگر تمیز می‌دهید ؟
- ۲ - چرا آب را برای خاموش کردن آتش بکار می‌برند ؟
- ۳ - چرا آب باران خالص‌ترین آب طبیعی است و چرا آب رودخانه
ناخالص و چرا آب دریا و دریاچه‌ها خیلی غلیظ‌تر است ؟
- ۴ - چرا باید آب بیاشامیم و آیا خوب است همیشه آب مقطر بنوشیم ؟
- ۵ - مقصود از تصفیه آب چیست و در تصفیه چه موادی از آب جدا
می‌شود ؟
- ۶ - درصد حجمی و وزنی اجزای تشکیل دهنده آب را تعیین کنید .
- ۷ - اگر ۷۰ سانتیمتر مکعب تی‌دیروژن و ۵۰ سانتیمتر مکعب اکسیژن را
مخلوط و منفجر کنیم چه مقدار و از کدامیک باقی می‌ماند ؟
- ۸ - چه موادی برای خشک کردن گازها مصرف می‌شوند ؟
- ۹ - چند نمک بلورین آبدار نام ببرید و بگویید آیا تمام نمک‌های
بلورین دارای آب هستند ؟

۱۰ - دو فلز و دو غیر فلز و دو اکسید فلزی و دو انیدرید نام ببرید و فرمول

بازر آنها را بر آب بنویسید.

۱۱ - ۲/۲۴ لیتر گاز سولفور را در محلول پراکسید تیدروژن ۱۱/۲ حجم محل کرده ایم. چند cc از پراکسید تیدروژن مزبور بکار می رود و اسید حاصل با چند گرم کربنات سدیم متبلور که ۱۰ مولکول آب تبلور دارد خنثی می شود؟ (ج: اول ۱۰۰ cc، دوم ۲۸/۶ گرم)

۱۲ - ۱۰ cc محلول سولفات مس را تبخیر کرده ایم. غلظت مولکولی محلول يك مولکول گرم در لیتر است. در نتیجه این عمل ۲/۵ گرم سولفات بلورین بدست می آید. تعیین کنید غلظت مولکولهای آب تبلور سولفات مس را.

(ج: ۵ مولکول)

۱۳ - بر ۱۰ cc پراکسید تیدروژن ۱۱/۲ حجمی، اسید سولفوریک رقیق

و سپس قطره قطره محلول پرمنگنات پتاسیم که در هر لیترش $\frac{1}{10}$ مولکول گرم

پرمنگنات پتاسیم محلول است می ریزیم. تعیین کنید چند cc از محلول پرمنگنات پتاسیم باید بریزیم تا دیگر رنگش زایل نشود. و از این عمل چند cm^3 گاز بدست می آید؟ (ج: اول ۲۰۰ cc، دوم ۲۲۴ cc)

۱۴ - مخلوطی از اکسیژن و تیدروژن ۱۰ گرم وزن دارد. پس از برقراری

جرقه الکتریک و ترکیب آنها يك گرم اکسیژن باقی مانده است. وزن اکسیژن و تیدروژن اولیه را حساب کنید. (ج: ۱ گرم تیدروژن و ۹ گرم اکسیژن)

۱۵ - در يك تجزیه الکتریکی آب ۰/۳۶ گرم آب مصرف شده است. حساب کنید حجم تیدروژن و اکسیژن حاصل را. اگر همین مقدار آب را يك مرتبه بر سدیم و بار دیگر بر پراکسید سدیم اثر دهیم، حجم تیدروژن و اکسیژن حاصل چقدر خواهد بود؟

(ج: ۰/۴۴۸ لیتر، ۰/۲۲۴ لیتر، ۰/۲۲۴ لیتر تیدروژن، ۰/۲۲۴ لیتر اکسیژن).

۱۶ - ۵ سانتیمتر مکعب از يك نمونه پراکسید تیدروژن را در مقداری

محلول گاز سولفور می ریزیم و کلرور باریم زیاد اضافه می کنیم. رسوب حاصل را خشک کرده وزن می کنیم، ۰/۶۹۹ گرم رسوب بدست می آید. حساب کنید

ارزش حجمی پراکسید تیدروژن را. (ج: ۶/۷۲ حجم)

۱۷ - از ۴/۸۸ گرم سولفات منیزیم بی آب ۱۰ گرم بلور بدست می آید.

فرمول سولفات منیزیم متبلور را معین کنید.

(ج: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$)

فصل نهم

محلولهای نرمال

برای اندازه گیری حجمی باید محلولهایی با غلظتهای معین داشته باشیم که این محلولها را محلولهای سنجیده می نامیم. معمولترین محلولهای سنجیده محلولهای نرمال هستند.

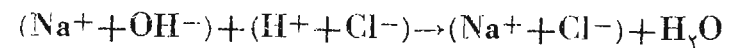
محلول نرمال يك اسید یا يك باز یا يك نمك محلولی است که در هر لیتر آن يك اکی والان گرم^۱ از ماده حل شده باشد. يك اکی والان گرم از اسید مقداری از آن است که يك گرم ئیدروژن اسیدی داشته باشد. مثلاً اکی والان گرم HCl مساوی $\frac{36.5}{1} = 36.5$ گرم از آن است چه هر مولکول آن فقط يك اتم ئیدروژن اسیدی دارد. همینطور اکی والان گرم H_2SO_4 برابر $\frac{98}{2} = 49$ گرم از آن اسید 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 بازی باشد زیرا هر OH با يك H اسیدی خنثی می شود.



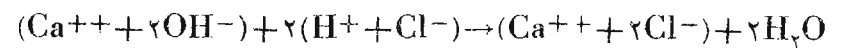
مثلاً اکی والان گرم سود مساوی $\frac{40}{1} = 40$ گرم از سود و اکی والان

گرم نیدروکسید کلسیم معادل $37 = \frac{74}{2}$ گرم از این باز است .

در مورد نمکها ، اکی والان گرم مقداری از نمک است که از يك اکی والان گرم اسید نتیجه شده باشد .
مثلاً از معادله یونی :



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 $\frac{58.5}{1} = 58.5$ 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 ماده است .

از این دو مثال نتیجه می گیریم که اکی والان گرم هر نمک مساوی است با مولکول گرم آن نمک تقسیم بر مجموع ظرفیت فلزی آن .

مثلاً مجموع ظرفیت فلزی $Al_2(SO_4)_3$ مساوی ۶ است ، پس اکی والان گرم آن $57 = \frac{324}{6}$ گرم می شود . از آنچه گفته شد نتیجه می گیریم که اکی والان گرمهای هر دسته از مواد باهم معادلند و بنابراین محلولهای نرمال به حجم مساوی بر یکدیگر اثر می کنند و از اینجا اهمیت محلولهای نرمال و امتیاز آنها بر سایر محلولها معلوم می گردد .
نرمالیتته - ممکن است محلولی شامل يك اکی والان گرم ماده

در لیتر نباشد . در این صورت غلظت آن را با محلول نرمال همان ماده مقایسه می کنند و ارزش شیمیایی آن را بر حسب نرمال تعیین می نمایند .
مثلاً محلولی را که شامل ۲۰ گرم سود خالص در لیتر است محلول نیم نرمال می نامند ، زیرا ۲۰ گرم سود مساوی $\frac{20}{40} = \frac{1}{2}$ 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 $\frac{98}{49} = 2$ اکی والان گرم از این اسید است . همینطور محلول ۳/۶۵ گرم در لیتر جوهر نمک را محلول يك دهم نرمال یا دسینرمال می گویند ، چون این مقدار جوهر نمک مساوی $\frac{3.65}{36.5} = \frac{1}{10}$ اکی والان گرم از آن است یا غلظت آن نسبت به غلظت نرمال آن $\frac{1}{10}$ است . این نسبتها را بنابه تعریف نرمالیتته محلول می نامند .
به گفته دیگر نرمالیتته هر محلول عده اکی والان گرمهایی از ماده حل شده است که در يك لیتر آن محلول وجود دارد .

مسئله

۱- ۱۰۰ cc محلول نرمال سود سوزآور دارای چند گرم سود می باشد ؟

(۴ گرم)

۲- برای خنثی کردن ۵۰ cc محلول نرمال اسید سولفوریک چند گرم

(۲ گرم)

۳- بر ۱۰۰ cc محلول اسید سولفوریک کلرور باریم می افزاییم ۴/۶۶

گرم رسوب تولید می شود غلظت و نرمالیتته محلول اسید را حساب کنید .

(۱۹/۶ گرم در لیتر ، ۵/۴ نرمال)

۴- ۲ گرم سود را در آب حل کرده و آنقدر آب بدان می افزاییم تا حجم

کل آن به ۱۰۰ cc برسد . اولاً غلظت و نرمالیتته این محلول را معین کنید . ثانیاً

معین کنید چه حجم از این محلول برای خنثی کردن ۱۰۰ cc اسید سولفوریک

$\frac{1}{10}$ مولکول گرم در لیتر لازم است ؟

(۲۰ گرم در لیتر ، $\frac{1}{4}$ نرمال ، ۴۰۰۰)

۵- برای رسوب دادن کامل یونهای کلسیم موجود در ۱۰۰۰ cc محلول کلرور سدیم ۵۰۰۰ cc نرمال نیترات نقره لازم شده است. غلظت محلول کلرور سدیم را حساب کنید .

(۲۹/۲۵ گرم در لیتر)

۶- چه حجم آب به يك لیتر محلول نرمال اسید کربنیک اضافه کنیم

تا محلول دسینرمال این اسید بدست آید ؟ (۹ لیتر)

$$\begin{array}{r}
 117 \\
 58 \\
 \hline
 51
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 180 \\
 150 \\
 \hline
 330
 \end{array}$$

فصل دهم

گوگرد و ترکیبات آن

گوگرد

S (۶-۸-۲) ۲۲
۱۶

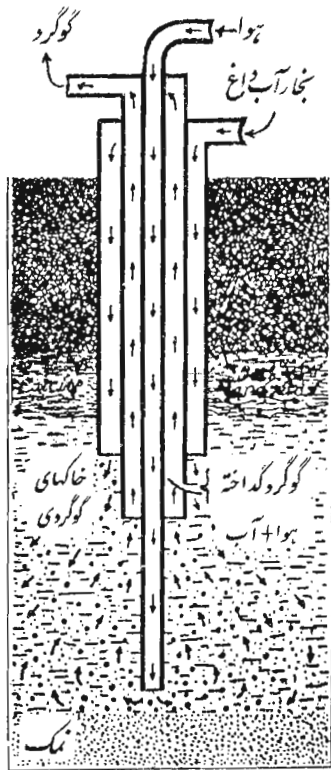
مرکز سرب در سرب

گوگرد یکی از قدیمترین غیرفلزهاست و تقریباً همه مردم آن را می‌شناسند .

حالت طبیعی - در طبیعت به حالت آزاد نزدیک نواحی آتشفشانی مانند سیسیل ، مکزیک و ژاپن مخلوط با خاک وجود دارد . گوگرد به صورت ترکیب یعنی سولفورهای آهن ، سرب ، مس و جیوه فراوان است و به صورت سولفات هم مانند سولفاتهای کلسیم و سدیم در طبیعت زیاد است .

استخراج - برای جدا کردن گوگرد از شن و خاکی که با آن همراه است در نقاطی مانند جزیره سیسیل که منابع عظیمی از گوگرد وجود دارد ، گوگرد را^۲ به صورت توده‌های شبیه به کوره‌های زغال طوری تل می‌کنند که دودکشهایی بین آنها وجود داشته باشد و روی آن را بامصالح بنایی می‌پوشانند و از راه دودکشها آن را آتش می‌زنند. قسمتی از گوگرد می‌سوزد و گرمای حاصل از آن بقیه گوگرد را گداخته و جاری می‌کند که در قالبهای چوبی جمع می‌کنند (شکل ۷۱) .

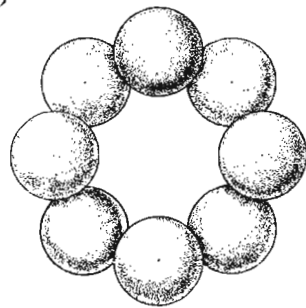
این گوگرد دارای ۳ تا ۵ درصد سنگ و شن است و می‌بایستی



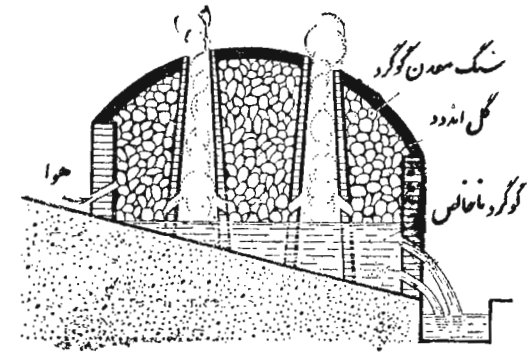
دارد و به این جهت حفر تونل و راههای زیرزمینی غیر ممکن است. در این نواحی برای بدست آوردن گوگرد پس از حفر سوراخ در زمین سه لوله متحدالمحور در آن داخل می کنند. پس از رسیدن به منطقه گوگرد از لوله خارجی بخار آب 170° وارد می کنند (شکل ۷۳). در اثر گرمای زیاد بخار آب، گوگرد گداخته شده در اثر فشار هوای متراکم که از لوله مرکزی وارد می شود از لوله دوم بالامی آید درجه خلوص این گوگرد به $99/9\%$ می رسد.

خواص فیزیکی - گوگرد

ماده ای است جامد، شکننده، زرد رنگ، به وزن مخصوص در حدود ۲، در آب نامحلول ولی در بنزن حل می شود و بهترین حلال آن سولفور کربن است. گوگرد در حرارت را بخوبی هدایت نمی کند و عایق بسیار خوبی برای الکتریسیته است



شکل ۷۴



شکل ۷۱ - طرز استخراج گوگرد در جاهایی که منابع گوگردی زیاد است

به وسیله تقطیر تصفیه شود. تقطیر گوگرد بدین ترتیب انجام می شود که:

در دستگاهی

مطابق شکل ۷۲ گوگرد

نامحلول را در یک ظرف

چدنی ذوب می کنند.

مایع گوگرد به محفظه آهنی دیگری وارد می شود که در اثر حرارت

زیادتر به صورت بخار درآمده وارد

اتاقی می شود که از آجر ساخته

شده است. ابتدا که اتاق سرد است

بخارات مزبور به صورت پودری که

معروف به گل گوگرد است به دیواره

اتاق می نشیند ولی کم کم که درجه

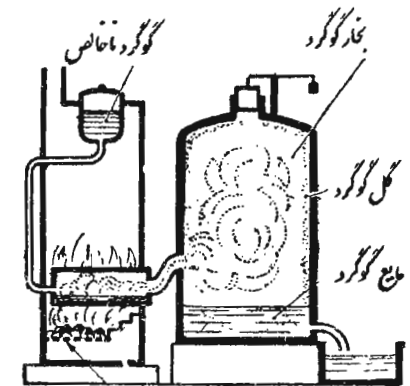
حرارت از 120° زیادتر شد گوگرد

ذوب می شود و از مجرای که در انتهای

اتاق مزبور قرار گرفته است خارج و در قالبهای چوبی جمع آوری می شود.

طریقه Frasch - در لوئیزیان، یکی از ایالات متحده، گوگرد

به مقدار زیاد در اعماق زمین (۱۵۰ متر) و در زیر طبقات ماسه وجود



شکل ۷۲

۱ - Herman Frasch نام يك مهندس شیمی آمریکایی است که

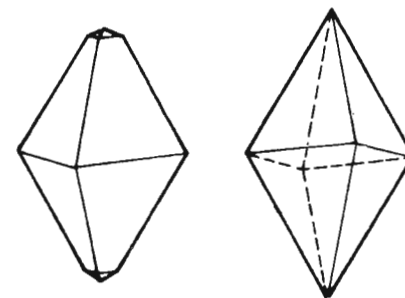
روش استخراج گوگرد در عمق زیاد زمین را طرح کرده است.

و از این خاصیت در ساختمان اقسام ابونیت (ترکیب گوگرد و کائوچو) استفاده می شود . مولکول گوگرد اغلب هشت اتمی (S_8) و به صورت يك حلقه می باشد (شکل ۷۴) .

شکلهای مختلف گوگرد - گوگرد به اشکال مختلف درمی آید .

آزمایش ۱ - مقداری گوگرد را در سولفور کربن حل کنید و

بگذارید محلول خود بخود بخار شود . بعد از يك ساعت گوگرد دوباره متبلور شده به شکل هشت وجهیهای منظم در می آید (شکل ۷۵) .

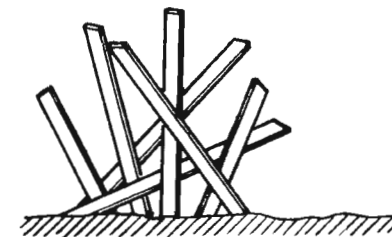


این گوگرد در $112/8$ درجه

شکل ۷۵ - گوگرد متبلور هشت وجهی ذوب می شود ، رنگش زرد است و در آب حل نمی شود ولی در سولفور کربن و بنزن حل می شود و در درجه حرارت معمولی پایدار است .

آزمایش ۲ - مقداری

گوگرد را در يك بوتله سفالی ذوب کنید و بگذارید دوباره سرد شود . این دفعه گوگرد به صورت سوزنهایی متبلور می شود که شکل هندسی آن منشوری است



شکل ۷۶ - بلورهای منشوری شکل گوگرد است (شکل ۷۶) .

نقطه ذوب این گوگرد 119 درجه و رنگ آن زرد تیره است ،

۱- Rhombic

۲- Monoclinic

اگر درجه حرارت آن به کمتر از 96 درجه برسد به گوگرد هشت وجهی تبدیل می شود بنابراین فقط بین درجات حرارت 96 درجه و 119 درجه پایدار است .

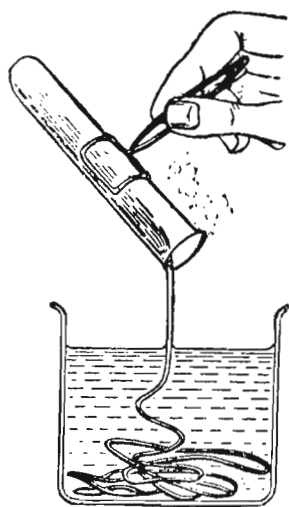
آزمایش ۳ - کمی گوگرد را ذوب کنید و وقتی که خوب روان و

سیال شد آن را در آب سرد بریزید . این بار گوگرد به صورت يك رشته کشدار و نرم درمی آید که هیچ شکل هندسی ندارد و می گویند « بی شکل » است (شکل ۷۷) . این نوع گوگرد در سولفور کربن حل نمی شود .

گوگرد مذاب قبل از 120 درجه مایع زرد رنگی است . ولی در 200 درجه حرارت سفت و خرمایی رنگ می گردد بقسمی که اگر ظرف حاوی آن را واژگون کنیم گوگرد نمی ریزد . در نزدیک 400 درجه حرارت دوباره سیال و روان می گردد و در 444 درجه می جوشد .

آزمایش ۴ - بر محلول هیپوسولفیت

سدیم کمی جوهر گوگرد بیفزایید . گوگرد کولوئیدی بدست می آید که در محلول معلق می ماند .



آزمایشهای فوق نشان می دهد که گوگرد به اشکال مختلف درمی آید ولیکن خواص شیمیایی همه آنها یکسان است و از این حیث هیچ تفاوتی با هم ندارند . این کیفیت ، یعنی وجود يك عنصر به چند

صورت را **آلوتروپی** نامند .

شکل ۷۷ - گوگرد بی شکل در جدول صفحه بعد خواص فیزیکی اقسام مختلف آلوتروپی

گوگرد ذکر شده است :

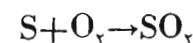
خواص فیزیکی	هشت سطحی	منشوری	بی شکل (کشداری)
رنگ	زرد	زرد تیره	کهر بایی
شکل بلور	بلورهای هشت سطحی	بلورهای سوزنی شکل	بی شکل
ثبات	در کمتر از ۹۶° با ثبات است	بین ۹۶° و ۱۲۰° با ثبات است و در کمتر از ۹۶° کم کم به شکل هشت - سطحی در می آید	در بیشتر از ۱۲۰° با ثبات است و در کمتر از ۱۲۰° بتدریج به بلور - های هشت سطحی تبدیل می شود
وزن مخصوص	۲/۰۶	۱/۹۶	۱/۹۵
قابلیت حل شدن	محلول در سولفور کربن	محلول در سولفور کربن	نامحلول در سولفور کربن

خواص شیمیایی - مهمترین خواص شیمیایی گوگرد میل ترکیبی

آن با اکسیژن و فلزهاست .

I - اثر بر اکسیژن - در درس اکسیژن دیدیم که گوگرد در

اکسیژن هوا می سوزد و گاز سولفور می دهد .

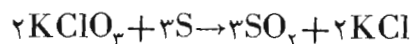


در اثر همین میل ترکیبی شدید با اکسیژن است که گوگرد اکسیژن

مواد اکسیژن دار از قبیل کلرات پتاسیم و نترات پتاسیم را می گیرد ، و مخلوط آنها در اثر حرارت یا ضربه منفجر می شود .

آزمایش - کمتر از يك قاشق چایخوری کلرات نرم را با نصف

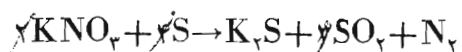
همین مقدار گوگرد جداگانه ساییده و باهم مخلوط کنید و مخلوط را در کاغذی پیچیده با چکش ضربه ای به آن وارد کنید . انفجاری همراه با شعله روی می دهد



همین عمل را با شوره که جداگانه ساییده اید تکرار کنید . فرمول

۲

عمل چنین است :



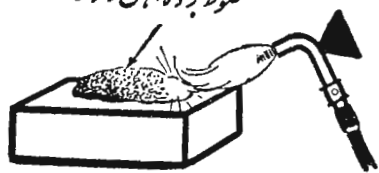
باروت سیاه مخلوطی از گوگرد و زغال و شوره است .

II - اثر بر فلزها - در حرارت معمولی گوگرد تقریباً ماده ای

بی اثر محسوب می شود ، لیکن در اثر گرما با بیشتر فلزها جز طلا و طلا ی

سفید ترکیب می شود .

مخلوط براده آهن و گوگرد



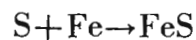
شکل ۷۸

آزمایش ۱- مخلوطی از

براده آهن و گوگرد را مشتعل

نمایید ، سولفور آهن تشکیل

می شود (شکل ۷۸) .



آزمایش ۲- در يك لوله

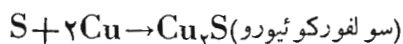
آزمایش کمی گوگرد نرم ریخته و

روی آن چند نوار مس بیندازید و

لوله را حرارت دهید ، گوگرد بخار

شده بشدت با مس ترکیب می شود

(شکل ۷۹) .

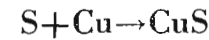


شکل ۷۹ - ترکیب گوگرد با مس

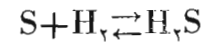


-۱۲۴-

و چنانچه براده مس را با گوگرد زیاد در کمتر از ۴۴۰ درجه حرارت دهیم سولفور کوئیوریک حاصل می شود.



آزمایش ۳ - با روی و آلومینیم نیز همین آزمایش را انجام دهید.
 $S + Zn \rightarrow ZnS$ سولفور روی آلومینیم $2S + 2Al \rightarrow Al_2S_3$
 سولفور روی سفید و سولفور آلومینیم خاکستری است.
III - اثر بر ئیدروژن - اگر گاز ئیدروژن را از روی گوگرد مذاب عبور دهند مقدار کمی گاز سولفور ئیدروژن می دهد.



(حرارت)

موارد استعمال - گوگرد را برای ساختن باروت سیاه و کبریت و انیدرید سولفور و اسید سولفوریک و هیپوسولفیت سدیم بکار می برند.
 در صنایع لاستیک سازی برای محکم کردن و حفظ خاصیت ارتجاعی آن (ولکانیزاسیون) مصرف می شود. برای دفع انگل درختان و معالجه بعضی امراض جلدی نیز مصرف می شود.

طرز شناختن - گوگرد را به رنگ زرد، نامحلول بودن آن در آب، قابلیت سوختن، و تولید بوی مخصوص گاز سولفور و می شناسند.

تمرین و مسئله

۱- چگونه از گوگرد تجارتي این اقسام مختلف گوگرد را تهیه می کنند:

الف - گوگرد هشت سطحی، ب - گوگرد منشوری، ج - بی شکل،

د - کولوید، ه - گل گوگرد.

۲- از اقسام مختلف گوگرد کدامیک باثبات تر است؟

-۱۲۵-

۳- گوگرد را با اکسیژن در ترکیب با عناصر زیر مقایسه کنید:

الف - ئیدروژن، ب - آهن، ج - مس.

۴- اکسیژن و گوگرد را در موارد زیر مقایسه کنید:

الف - خاصیت فیزیکی، ب - خاصیت اکسیداسیون و احیا.

۵- مهمترین موارد استعمال گوگرد را در کشاورزی، صنایع شیمیایی و تهیه ترکیبات اکسیژنی گوگرد بنویسید.

۶- ۳/۲ گرم گوگرد ساییده را با گرد آهن به مقدار لازم مخلوط می کنیم و حرارت می دهیم. در خاتمه ماده سیاهی به جای می ماند. مقدار این ماده را حساب کنید. روی ماده سیاه مقداری اسید کلریدریک می ریزیم و گاز حاصل را می سوزانیم. حجم هوای لازم برای سوختن را در دمای $27/3^{\circ}C$ و فشار متعارفی حساب کنید.

(ج: اول ۸/۸ گرم، دوم ۱۸/۴۸ لیتر)

۷- ۵/۱۶ گرم گوگرد با چند گرم کلرات پتاسیم باید مخلوط شود تا انفجار کامل باشد؟ در این صورت گرد تولید شده چند گرم جرم دارد؟
 همین مقدار گوگرد با چند گرم نترات پتاسیم عمل انفجارش کامل خواهد بود؟
 (ج: اول ۵/۴ گرم و ۵/۲۴ گرم، دوم ۵/۲۵ گرم)
 ۸- چند لیتر اکسیژن در دمای $27/3^{\circ}C$ و ۷۵ سانتیمتر جیوه فشار برای سوختن کامل ۳/۲ گرم گوگرد لازم است؟ در همین شرایط حجم گاز تولید شده چقدر است و هر لیتر آن چند گرم جرم دارد.

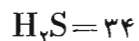
(ج: اول ۲/۶ لیتر، دوم ۲/۶ لیتر، سوم ۲/۴۶ گرم)

۹- ۱۳ گرم براده روی و ۱۵ گرم گوگرد ساییده را در ظرف سر بسته حرارت می دهیم، حساب کنید چند گرم سولفور روی بدست می آید و چنانچه نتیجه بدست آمده را در هوا بسوزانیم پته مقدار اکسید روی حاصل می شود؟

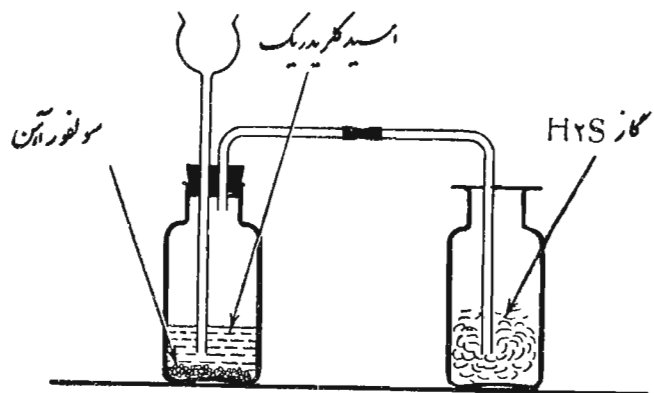
(ج: ۱۹/۴ گرم سولفور روی، ۱۶/۲ گرم اکسید روی)

۱۰- مقداری شوره را با گوگرد حرارت می دهیم. گازهای حاصل در شرایط متعارفی ۸/۹۶ لیتر حجم دارد. حساب کنید: اولاً اگر این مخلوط گازی را از سود غلیظ عبور دهیم، چند لیتر از آن بدون تأثیر از محلول خارج

سولفور ٹیڈرووژن



حالت طبیعی - گاز سولفورئیدروژن در طبیعت از تجزیه و گندیدن مواد آلی گوگرددار مانند تخم مرغ و غیره بدست می آید . در چاههای مستراح جمع می شود و همین گاز است که کناسان را مسموم



شکل ۸۰ - طرز تهیه گاز سولفور ئیدروژن

می‌کند. در آب چشمه‌های گوگردی نیز وجود دارد (آب گرم خرقان، لاریجان، محلات وستان آباد).

طرح نهیه - برای تهیه گاز سولفور ئیدروژن اسید سولفوریک یا اسید کلریدریک را بر سولفور آهن اثر می دهند . اسباب کار شبیه دستگاه ئیدروژن گیری است (شکل ۱۰) .

برای تهیه مقادیر زیاد و دائمی آن در آزمایشگاه، از دستگاهی

(ج: ۲/۲۴ لیتر ، ۳۷/۸ گرم)

راهنمایی۔ فرمول کلی گازها (قانون ماریوت و گیلوساک)۔

اگر حجم گازی در شرایط متعارفی (فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه و درجه حرارت صفر) معلوم باشد و ما بخواهیم که حجم این گاز را در شرایط دیگری محاسبه کنیم از فرمول زیر که نتیجه قوانین ماریوت و گیلوساک است استفاده می‌کنیم

$$PV = P_0 V_0 (1 + \alpha t)$$

در این فرمول V_0 حجم گاز در شرایط متعارفی، P_0 فشار ۷۶ سانتیمتر

جیوه، α ضریب ثابت برابر $\frac{1}{273}$ و t درجهٔ حرارت می‌باشد. P و V نیز بترتیب فشار و حجم گاز در شرایط غیر متعارفی است.

فرمول فوق در فیزیک سال چهارم بتفصیل مورد بحث قرار می‌گیرد.

$$\begin{array}{r} 172 \\ 107 \\ \hline 279 \end{array}$$

Shahad Falsy

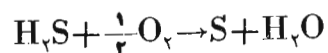
[Handwritten signature]

[illegible]

بقدر کافی نباشد احتراق ناقص انجام می گیرد و مقداری گوگرد آزاد می شود.

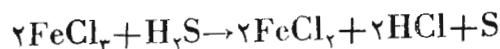
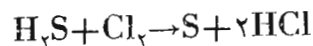
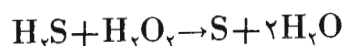
۲- خاصیت احیا کنندگی - سولفور ئیدروژن مانند ئیدروژن و

گوگرد، خاصیت احیا کنندگی شدید دارد. محلول آن در مجاورت هوا بمرور رسوب گوگرد می دهد.



به همین دلیل در اطراف چشمه های آب معدنی گوگرد دار رسوب گوگرد دیده می شود.

اکسید کننده ها نیز همین عمل را انجام می دهند. مثلاً پراکسید ئیدروژن و آب کلر و کلروهای رنگبر مانند کلروردشو، سولفور ئیدروژن را اکسید کرده رسوب گوگرد آزاد می کنند



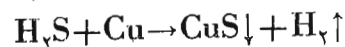
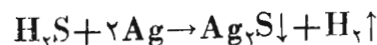
استعمال کلروردشو در مستراحها برای رفع بدبویی این گاز، به همین مناسبت است.

خاصیت اسیدی - محلول H_2S در آب اسیدی است بسیار

ضعیف بطوری که تورنسل را بزحمت سرخ می کند. این اسید را اسید-سولفیدریک می نامند.

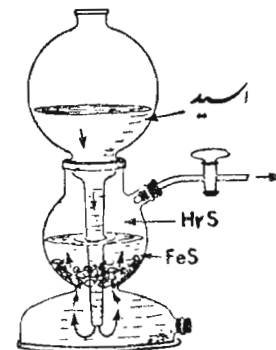
الف - اثر بر فلزها - با اینکه اسید ضعیفی است بر اغلب فلزها

اثر می کند (جز طلا و طلائی سفید)، ولی تشکیل سولفور نامحلول عمل را متوقف می سازد.

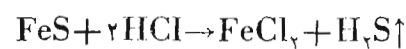


به نام دستگاه کیپ^۱ استفاده می کنند. چنانکه در شکل می بینید، وقتی

که شیر بسته باشد فشار گاز اسید را در قیف بالا می برد و از مجاورت آن با سولفور جلوگیری می کند، ولی بمحض باز شدن شیر اسید به سولفور می رسد و عمل شروع می شود (شکل ۸۱).



شکل ۸۱ - دستگاه کیپ

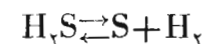


خواص فیزیکی - سولفور ئیدروژن گازی است بیرنگ با بوی

نامطبوع (بوی تخم مرغ گندیده). این گاز از هوا سنگین تر است ($d = \frac{34}{29}$) در $70^\circ - 60^\circ$ مایع می شود. در آب حل می شود. در 20° یک حجم آب $2/5$ حجم گاز سولفور ئیدروژن را در خود حل می کند. گازی است سمی و تنفس آن خطرناک است.

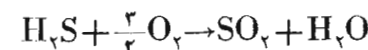
خواص شیمیایی - سولفور ئیدروژن در اثر حرارت تجزیه

می شود.



۱- سوختن - سولفور ئیدروژن در 340° درجه در هوا با شعله

آبی می سوزد و گاز سولفور می دهد.

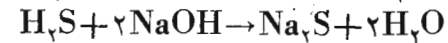
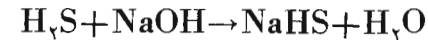


مخلوط یک حجم H_2S و $1/5$ حجم اکسیژن (یا $7/5$ حجم هوا)

در اثر شعله منفجر می شود (انفجار مستراحها). در صورتی که اکسیژن

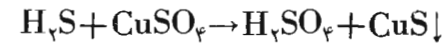
610

ب - اثر بر بازها - بر بازها اثر کرده دو نوع نمک تولید می کند.



ج - اثر بر نمکها - گاز H_2S بر محلول بعضی از نمکها تأثیر

کرده رسوب سولفور می دهد .

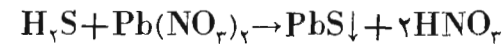


از این واکنشها در آزمایشگاه برای تشخیص یونهای بعضی فلزات

استفاده می کنند .

طرز تشخیص - برای تشخیص گاز H_2S در آزمایشگاهها کاغذ

آغشته به نیترات یا استات سرب را جلو آن می گیرند . کاغذ سیاه می شود .



بوی بد شبیه به تخم مرغ گندیده هم اغلب دلالت بر وجود سولفور

تیدروژن می کند .

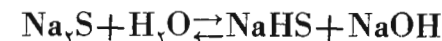
سولفورها

حالت طبیعی - اغلب سنگهای معدنی فلزها به صورت سولفور

هستند ، مانند سولفور آهن یا پیریت FeS_2 و سولفور سرب PbS .

خواص فیزیکی - سولفور فلزهای قلیایی در آب محلولند و

محلولشان اثر قلیایی دارد زیرا در آب تیدرولیز می شوند .



سولفور فلزهای قلیایی خاکی بسختی در آب حل می شوند . بقیه

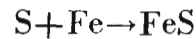
سولفورها در آب نامحلولند . بعضی سولفورها مانند سولفور آلومینیم در

آب بکلی تیدرولیز می شوند .



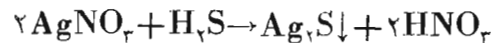
طرز تهیه - ۱ - از ترکیب گوگرد با بعضی از فلزها به کمک

حرارت سولفور بدست می آید .



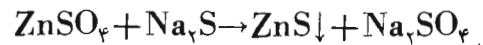
۲ - از عبور دادن گاز H_2S در محلول بعضی نمکها سولفور

تولید می شود .



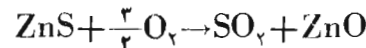
۳ - از اثر سولفور قلیایی بر محلول بعضی از نمکها سولفور بدست

می آید .



خواص شیمیایی سولفورها - در اثر حرارت با اکسیژن هوا

گاز SO_2 و اکسید فلز می دهند (برشته کردن) (شکل ۸۲) .



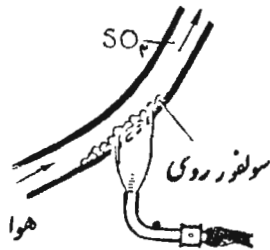
بعضی از سولفورها در اسیدهای

رقیق حل می شوند و گاز H_2S

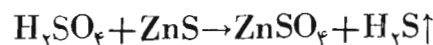
متصاعد می کنند، مانند سولفورهای

روی ، آهن ، منگنز و فلزات

قلیایی و قلیایی خاکی .



شکل ۸۲



تمرین و مسئله

۱ - چگونه از آهن و گوگرد و جوهر نمک گاز H_2S تهیه کنیم ؟

- ۲ - چرا گاز H_2S را مثل تیتر وژن و اکسیژن در ظرفی روی آب جمع نمی‌کنیم؟ و چرا محلول آن را بکار می‌بریم؟
- ۳ - چرا مخلوط H_2S با اکسیژن یا هوا قابل انفجار است؟ و مخلوطهای چه مواد دیگری با اکسیژن یا هوا این خاصیت را دارند؟
- ۴ - چرا بوی محلول H_2S در آب بعد از یکی دو روز تمام می‌شود؟
- ۵ - سولفور طبیعی آهن FeS_2 زرد رنگ و شبیه طلاست. چگونه ثابت می‌کنیم که طلا نیست؟
- ۶ - چرا H_2S تنها در آزمایشگاهها تهیه می‌شود و به چه کار می‌خورد؟
- ۷ - چگونه ثابت می‌کنید که اسید سولفیدریک اسید ضعیفی است؟ و چرا محلولهای $NaHS$ و Na_2S خاصیت بازی دارند؟
- ۸ - خواص فیزیکی H_2S را با خواص فیزیکی HCl مقایسه کنید.
- ۹ - خواص شیمیایی اسید سولفیدریک و اسید کلریدریک را مقایسه کنید.
- ۱۰ - اثر سولفور تیتر وژن را بر این محلولها آزمایش کنید و فرمول عمل را بنویسید:

استات سرب، نیترات نقره، سولفات مس، کربنات سدیم، کلرور سدیم، کلرور روی، کلرور مس.

۱۱ - سه طریقه برای تهیه سولفور مس ذکر کنید.

۱۲ - چگونه سولفور تیتر وژن را می‌شناسید؟

۱۳ - ۸/۸ گرم سولفور آهن را در ظرفی می‌ریزیم و بر آن ۲۰۰ cc محلول دسینرمال ($\frac{1}{10}$ مولکول گرم در لیتر) اسید سولفوریک می‌افزاییم. حجم گاز تولید شده و مقدار موادی را که در نتیجه عمل بر جا می‌ماند حساب کنید. این گاز را در سولفات مس وارد می‌کنیم، جرم رسوب را حساب کنید.

(ج: اول 224 cm^3 گاز تولید می‌شود و $7/92$ گرم سولفور می‌ماند، $1/52$ گرم سولفات آهن تولید می‌شود، دوم جرم رسوب $0/96$ گرم می‌باشد)

۱۴ - ۱۰۰ cc آب کلر را بر یک لیتر آب معدنی محتوی H_2S می‌ریزیم. جرم رسوب چسب مانند بدست آمده $0/32$ گرم است. در هر لیتر آب کلر و آب معدنی چه حجم از گازهای ذکر شده وجود دارد؟ اسیدی که در

این عمل تولید می‌شود چند cc نرمال سود را خنثی می‌کند؟

(ج: اول $2/24$ لیتر کلر در یک لیتر آب کلر محلول است و $0/224$ لیتر H_2S در یک لیتر آب معدنی وجود دارد، دوم اسید حاصل ۲۰ cc سود را خنثی می‌کند)

۱۵ - محلولی از سولفات مس و سولفات فرو وجود دارد. از ۱۰۰ cc این محلول گاز H_2S عبور می‌دهیم، $0/96$ گرم رسوب سیاه تولید می‌شود. چون ۱۰۰ cc دیگر محلول اولیه را تبخیر کنیم $5/28$ گرم ماده متبلور بدست می‌آید. غلظت دو ماده را تعیین کنید. می‌دانیم که سولفات مس با ۵ مولکول و سولفات آهن با ۷ مولکول آب متبلور می‌شود.

(ج: غلظت سولفات مس ۱۶ و غلظت سولفات آهن $15/2$ گرم در لیتر)

۱۶ - محلولی دارای کلرورفریک است. در آن گاز H_2S وارد می‌کنیم. $0/32$ گرم رسوب چسب مانند بدست می‌آید. جرم کلرور فریک را حساب کنید.

(ج: $3/25$ گرم کلرورفریک)

۱۷ - 100 cm^3 گاز H_2S و 400 cm^3 اکسیژن در شرایط متساوی (درجه حرارت ۱۵ و فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه) در ظرف بسته‌ای به گنجایش 500 cm^3 مخلوط شده است. پس از برقراری جرقه و سرد شدن و صرف نظر کردن از حجم آب درون ظرف، فشار درون ظرف را حساب کنید. و اگر عمل در روی طشتک جیوه انجام شده باشد در آخر عمل جیوه چند سانتیمتر بالا می‌رود؟

(ج: اول فشار $53/2 \text{ cm}$ جیوه است، دوم جیوه $22/8 \text{ cm}$ بالا می‌رود)

۱۸ - از تأثیر ۱۲ گرم مخلوط آهن و سولفور آهن بر جوهر نمک زیاد $2/24$ لیتر گاز H_2S بدست آمده است. معین کنید مقدار آهن، سولفور آهن و حجم تیتر وژن حاصل را.

(ج: $8/8$ گرم سولفور آهن، $3/2$ گرم آهن، $1/28$ لیتر تیتر وژن)

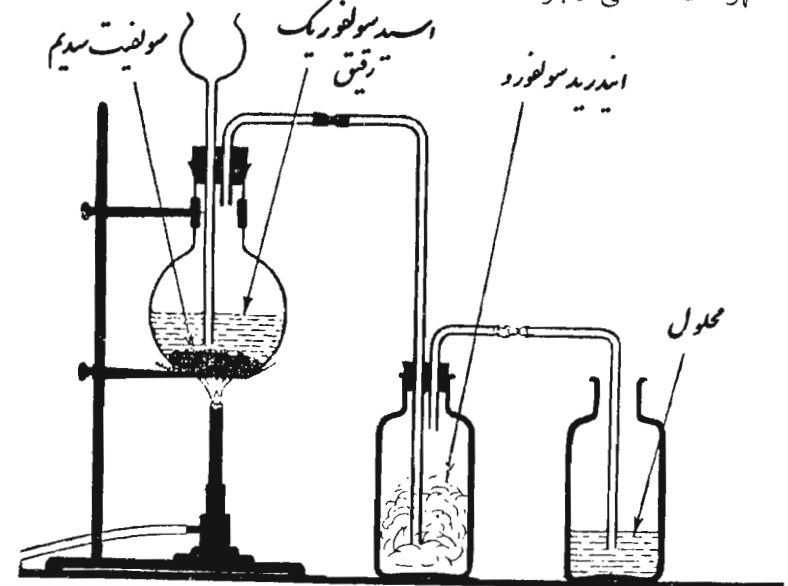
۱۹ - ۱۰۰ سانتیمتر مکعب مخلوط گاز تیتر وژن و سولفور تیتر وژن را

در محلول ۴۰ گرم در لیتر سود وارد کرده و خوب هم می‌زنیم، ۲۵ سانتیمتر مکعب گاز باقی می‌ماند. معین کنید اگر ۱۰۰ سانتیمتر مکعب دیگر از این گاز را بسوزانیم چه حجم اکسیژن مصرف می‌شود و پس از سرد کردن چه حجم گاز باقی می‌ماند و در قسمت اول چقدر محلول نرمال سود مصرف شده است؟
(ج: ۱۲۵ سانتیمتر مکعب اکسیژن، حجم گاز باقیمانده ۷۵ سانتیمتر مکعب، ۶/۷ سانتیمتر مکعب سود)

ترکیبات اکسیژن‌دار گوگرد

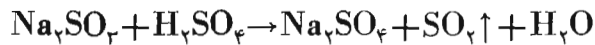
۱ - انیدرید سولفور (SO_۲ = ۶۴)

حالت طبیعی - انیدرید سولفور در گازهای آتشفشانی و در هوای شهرهای صنعتی وجود دارد.



شکل ۸۳ - طرز تهیه انیدرید سولفور

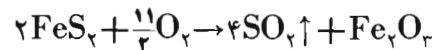
طرز تهیه - در آزمایشگاه - ۱ - از اثر اسید سولفوریک بر سولفیت سدیم گاز سولفور بدست می‌آید (شکل ۸۳).



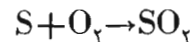
۲ - می‌توان این گاز را از اثر اسید سولفوریک غلیظ بر مس به کمک حرارت بدست آورد.



در صنعت - در صنعت این گاز را از برشته کردن پیریت (سولفور طبیعی آهن):



یا از سوزاندن گوگرد:

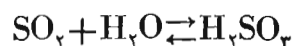


تهیه می‌کنند.

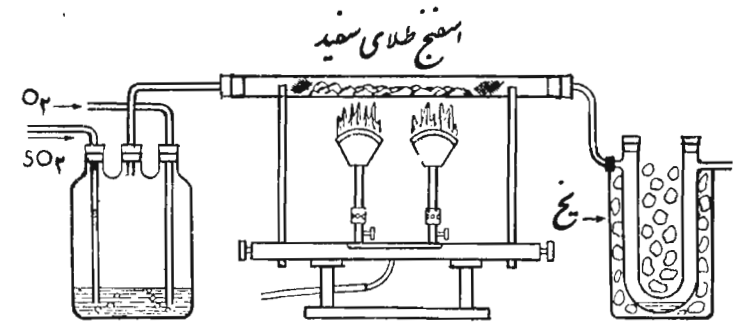
خواص فیزیکی - انیدرید سولفور گازی است بیرنگ، بابوی تند که تنفس آن سبب سرفه‌های شدید می‌شود. ۲/۲۶ مرتبه از هوا سنگین‌تر است (d = ۶۴/۲۹ = ۲/۲۶). در ۱۵ درجه حرارت، هر لیتر آب ۵۰ لیتر از این گاز را در خود حل می‌کند. در حرارت ۱۵° تحت فشار ۲/۵ جو مایع می‌گردد.

خواص شیمیایی - ۱ - ثبات - ماده‌ای است با ثبات و فقط در درجه حرارت زیاد تجزیه می‌شود.

۲ - خاصیت انیدریدی - محلول انیدرید سولفور دارای اسیدی ضعیف به اسم اسید سولفور H_۲SO_۳ است. این اسید به حالت خالص تاکنون بدست نیامده زیرا بی‌ثبات است.



ولی نمکهای آن به نام سولفیت وجود دارند و پایدار می باشند . مثلاً سولفیت سدیم Na_2SO_3 و بیسولفیت سدیم NaHSO_3 مشهورند و مصارف صنعتی و آزمایشگاهی زیادی دارند .

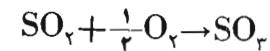


انیدرید سولفوریک

شکل ۸۴

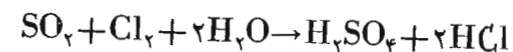
۳ - خاصیت احیا کنندگی - الف - ترکیب با اکسیژن -

انیدرید سولفور (به کمک کاتالیزور طلای سفید) با اکسیژن ترکیب می شود .



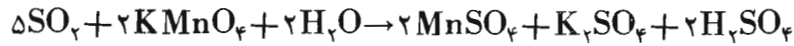
ب - اثر آب گلر - محلول SO_2 و آب کلر بر یکدیگر اثر

می کنند و اسید سولفوریک و اسید کلریدریک می دهند .



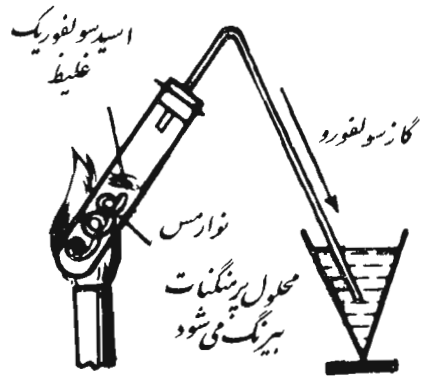
ج - اثر بر پرمنگنات پتاسیم - انیدرید سولفور محلول

پرمنگنات پتاسیم یا کاغذ آغشته به محلول آن را بیرنگ می کند . در این عمل پرمنگنات احیا و انیدرید سولفور اکسید می شود (شکل ۸۵) .



د - خاصیت رنگبری -

رنگ مواد آلی اکسیژن دار به وسیله SO_2 زایل می گردد . مثلاً اگر گل سرخی راروی ظرف گاز SO_2 قرار دهیم کم رنگ می شود ولی همین گل سرخ کم رنگ شده در مجاورت هوا مجدداً قسمتی از رنگ خود را بدست می آورد .

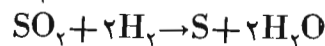


شکل ۸۵

از این خاصیت در لباس شویی برای زایل کردن رنگ لکه میوه ها و سفید کردن موادی مانند پشم و ابریشم و گاه که کلر آنها را فاسد می کند ، استفاده می کنند . هنگام خشک کردن میوه هایی مانند قیسی و برگه زردالو ، از خاصیت گندزدایی انیدرید سولفور استفاده می کنند . این گاز از فساد بعدی آنها جلوگیری می کند و ضمناً میوه خوش رنگ هم می شود .

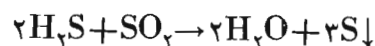
۴ - انیدرید سولفور با اینکه احیا کننده است به وسیله بعضی

از مواد احیا می شود . مثلاً اگر مخلوط ئیدروژن و انیدرید سولفور را از لوله چینی در ۵۰۰ درجه حرارت عبور دهیم ، گوگرد آزاد می شود .



هرگاه محلول انیدرید سولفور و محلول اسید سولفیدریک را روی

هم بریزیم گوگرد چسب مانند آزاد می شود .



موارد استعمال - در تهیه اسید سولفوریک و سولفیتها و بیرنگ کردن مواد بکار می رود .

طرز شناختن - انیدرید سولفور و محلول آن را به کمک بوی مخصوص و خاصیت بیرنگ کردن محلول پرمنگنات پتاسیم می شناسیم .

۲ = سولفیتها

سولفیتها ، نمکهای اسید سولفور هستند . اغلب در آب محلولند ولی $PbSO_4$ سولفیت سرب ، $BaSO_4$ سولفیت باریم و Ag_2SO_4 سولفیت نقره در آب نامحلول بوده و رسوب سفید رنگی هستند و $CaSO_4$ در آب کم محلول است ولی همگی با اسیدها گاز سولفور می دهند ، و با همین خاصیت شناخته می شوند . سولفیتها خاصیت احیا کنندگی انیدرید سولفور را دارا هستند ، از این رو در رنگریزی برای سفید کردن پارچه ها بکار برده می شوند .

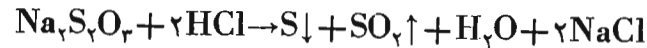
هیپوسولفیت سدیم^۱



برای تهیه هیپوسولفیت سدیم، سولفیت سدیم را در آب حل می کنند و محلول غلیظ آن را با گوگرد می جوشانند . هر مولکول گرم هیپوسولفیت سدیم با ۵ مولکول گرم آب متبلور می شود ($Na_2S_2O_4 \cdot 5H_2O$) . با

۱ - امروزه این ماده بیشتر تیوسولفات سدیم نامیده می شود .

اسیدها ، گوگرد و گاز سولفور آزاد می کند



مانند سولفیتها خاصیت احیا کنندگی دارد و رنگ پرمنگنات پتاسیم را می برد .

تمرین و مسئله

- ۱ - بوی گاز گوگردی که از سوختن زغال سنگ و نفت سیاه به مشام می رسد وجود کمی گوگرد را در این مواد ثابت می کند . به چه راه دیگر می توانید این مطلب را ثابت کنید ؟
- ۲ - در واکنش اسید سولفوریک گرم و غلیظ با مس ، چه عنصری اکسید و چه عنصری احیا می شود ؟
- ۳ - گاز سولفور ، چند بار از اکسیژن ، چند بار از یدروژن و چند بار از هوا سنگین تر است ؟ (هر لیتر هوا ۱/۳ گرم وزن دارد) .
- ۴ - وقتی که کم کم محلول سود را در محلول گاز سولفور می ریزیم نخست سولفیت بدست می آید یا بیسولفیت ؟ و برعکس اگر کم کم محلول گاز سولفور را در محلول سود بریزیم اول کدام نمک تشکیل می شود ؟
- ۵ - صد گرم سولفیت بیشتر SO_2 می دهد یا صد گرم بیسولفیت ؟
- ۶ - گاز سولفور و سولفیتها را چگونه می شناسید ؟
- ۷ - چگونه کلرور یدروژن را از گاز سولفور تمیز می دهید ؟
- ۸ - سولفیت اسید کلسیم به مقدار زیاد در صنعت کاغذ سازی بکار می رود . برای تهیه آن گاز سولفور را وارد پرجهای پراز سنگ آهک می کنند و از بالا آب گرم می باشند . فرمول واکنش تشکیل این نمک را بنویسید .
- ۹ - برای تهیه ۲/۲۴ لیتر گاز SO_2 در شرایط متعارفی به روشهای

زیر چه مقدار از مواد اولیه لازم است : ۱ - سوختن گوگرد ، ۲ - برشته شدن پیریت ، ۳ - گرم کردن گوگرد با اسید سولفوریک ، ۴ - گرم کردن مس با اسید سولفوریک .

(ج : اول : ۳/۲ گرم گوگرد ، دوم : ۶ گرم پیریت ، سوم : ۱/۰۶ گرم گوگرد ، ۶/۵۳ گرم جوهر گوگرد ، چهارم : ۶/۴ گرم مس و ۱۸/۶ گرم اسید سولفوریک)
۱۰ - بر مقداری سولفیت سدیم محلول اسید کلریدریک می افزاییم .
حجم گاز تولید شده ۲/۲۴ لیتر می شود . جرم سولفیت مصرف شده چقدر است ؟
این مقدار سولفیت با کلرور باریم چند گرم رسوب می دهد ؟

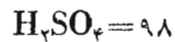
(ج : اول ۱۲/۶ گرم ، دوم ۲۱/۷ گرم رسوب)
۱۱ - ۱/۲ گرم پیریت را برشته کرده ایم . حجم هوای لازم را در شرایط متعارفی حساب کنید . گاز حاصل از برشته شدن پیریت را در آب کلر وارد می کنیم ، اسیدهای حاصل با چند cc سود نرمال خنثی می شوند ؟

(ج : اول ۳/۰۸ لیتر ، دوم ۸۰ cc سود)
۱۲ - ۵/۶۴ گرم مس را با اسید سولفوریک گرم می کنیم . حجم گاز تولید شده را حساب کنید . این گاز را وارد محلول پراکسید تیدروژن می کنیم و بر محلول حاصل کلرور باریم اضافه می کنیم ، چند گرم رسوب تولید می شود ؟
(ج : اول ۵/۲۲۴ لیتر ، دوم ۲/۳۳ گرم)
۱۳ - از ۱۰۰ cc محلول دسینرمال پرمنگنات پتاسیم (دارای $\frac{1}{50}$ مولکول گرم در يك لیتر) گاز SO_2 عبور داده ایم و کاملاً بیرنگ شده است . حجم گاز بکار رفته را تعیین کنید . نتیجه عمل با چند cc پتاس دسینرمال خنثی می شود ؟
(ج : اول $112 cm^3$ ، دوم ۴۰ cc محلول پتاس)
۱۴ - ۲۰۰ گرم پیریت آهن را که ۶۰ درصد آن خالص است ، برشته می کنیم و گازهای حاصل را در محلول پتاس وارد می کنیم . حساب کنید حجم محلول پتاس ۱۱۲ گرم در لیتر را که برای تبدیل این گاز به بیسولفیت پتاسیم لازم است .
(ج : يك لیتر)

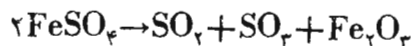
۳ - انیدرید سولفوریک
استیک اسید
 $SO_3 = ۸۰$

انیدرید سولفوریک مایعی است بیرنگ که نقطه جوش آن ۴۴/۸ است و در ۱۶/۸ درجه منجمد می شود و به صورت بلورهای شفاف در می آید ، در مقابل کمی رطوبت به صورت رشته های پشمک در می آید ، از آب سنگین تر و وزن مخصوص آن ۱/۹۲ است . بر اثر حرارت مایع می شود . چون بسیار نم گیر است و بخارات آن در هوا به اسید تبدیل می شود ، آن را در شیشه های مخصوص نگهداری می کنند .

۴ - اسید سولفوریک یا جوهر گوگرد

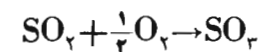


این اسید که منشأ تولید اغلب اسیدها و بعضی نمکهاست ، فوق العاده اهمیت دارد ، به همین جهت به مادر صنعت موسوم شده است . اولین بار جابر بن حیان آن را از تکلیس زاج سبز و حل گازهای حاصل در آب بدست آورد

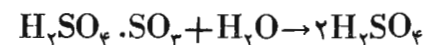


طریقه تهیه - طریقه مجاورت - گاز انیدرید سولفور را با اکسیژن

از روی اسفنج طلای سفید یا V_2O_5 پنتاکسید وانادیم که ۴۵۰ درجه گرم شده است عبور می دهند.



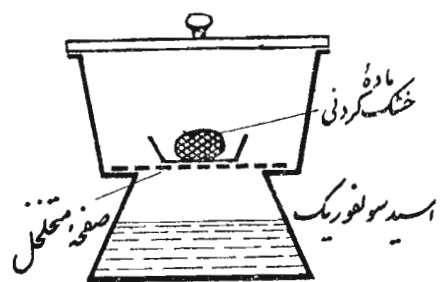
انیدرید سولفوریک حاصل را در اسید سولفوریک وارد می کنند، اولئوم یا اسید سولفوریک دود کننده ($H_2SO_4 \cdot SO_3$) بدست می آید که با آب اسید سولفوریک می دهد.



معمولاً در صنعت طریقه دیگری نیز معمول است. در این طریقه کاتالیزور، اسیدنیتريك است. عمل در اتاقهای مخصوصی که داخل آنها از سرب پوشیده شده انجام می گیرد و به همین مناسبت این طریقه را طریقه اتاقهای سربی می نامند. در این عمل، اسیدنیتريك دخالت شیمیایی می کند و به اکسید نیتروژن تبدیل می شود و اکسیدهای نیتروژن کاتالیزور عمل می باشند. اسید حاصل از این طریقه، رقیق و ناخالص است و برای تهیه کودهای شیمیایی و غیره مصرف می شوند.

خواص فیزیکی - اسید سولفوریک خالص مایعی است بیرنگ، بی بو، روغنی شکل، به چگالی ۱/۸۴. در ۳۳۸ درجه می جوشد و به همین دلیل که دیرجوش است و همچنین به علت ارزانی قیمت آن برای تهیه تمام اسیدهای قرار بکار می رود. به نسبتی با آب مخلوط می شود و وقتی با آب مخلوط می شود حرارت ایجاد می کند. برای تهیه

اسید سولفوریک رقیق، هرگز نباید آب را در اسید ریخت، بلکه باید اسید را کم کم به آب اضافه کرد و مرتباً هم زد. اگر اشتبهاً آب در اسید غلیظ بریزید، در اثر گرم شدن مقداری بخار آب حاصل می شود که اسید را به خارج می باشد و ممکن است شیشه را نیز بشکند / قطرات اسید بدن را زخم و لباس را سوراخ می کند. اسید سولفوریک نم گیر (جاذب الرطوبه) است. از این خاصیت برای خشک کردن مواد در آزمایشگاه استفاده می شود. اسباب کار دسیکاتور نام دارد (شکل ۸۶). اسید در زیر ماده خشک کردنی در روی صفحه وسطی قرار می گیرد. برای خشک کردن گازها، آنها را از ظرفهای محتوی سنگ پا یا گلوله های شیشه ای آغشته به اسید سولفوریک عبور می دهند.

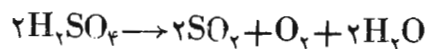


شکل ۸۶ - دسیکاتور

خواص شیمیایی -

۱- ثبات - اگر بخار اسید سولفوریک را از لوله ای چینی که تا ۵۰۰ درجه حرارت گرم شده باشد عبور دهند مطابق واکنش زیر تجزیه

می شود:



۲- خاصیت اسیدی - محلول جوهر گوگرد اسیدی قوی است

یعنی:

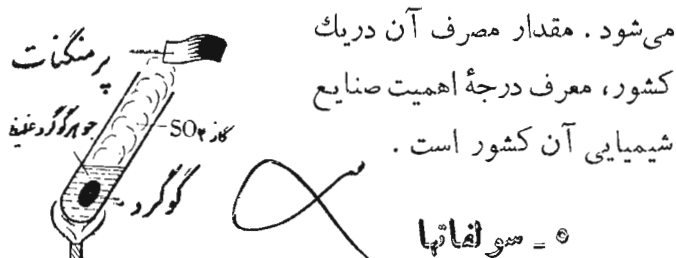
الف - بر معرفهای رنگین اثر شدید دارد و چون یونیزه می شود،

و به SO_4 تبدیل می کنند .



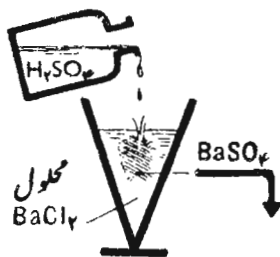
موارد استعمال - اسیدسولفوریک مورد استعمال شیمیایی فراوان

دارد و برای تهیه سولفاتها و اسیدها و سوپر فسفاتها و تهیه مواد انفجاری مثل نیترو گلیسرین و همچنین برای تهیه رنگها و پالایش نفت مصرف

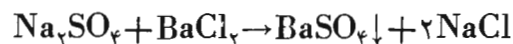


شکل ۸۷

می شود . مقدار مصرف آن در یک کشور، معرف درجه اهمیت صنایع شیمیایی آن کشور است . سولفاتها = سولفاتهای اسید سولفوریک هستند . سولفاتهای بازیم و سرب نامحلولند و سولفاتهای کلسیم و نقره کم محلولند و بقیه معمولاً در آب حل می شوند .



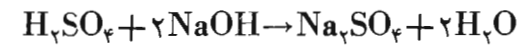
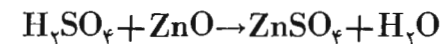
شکل ۸۸



طرز شناختن اسیدسولفوریک و سولفاتها - اسید سولفوریک و سولفاتهای محلول ، با کلرور باریم رسوب سفیدی می دهند که در اسیدها غیر محلول است (شکل ۸۸).

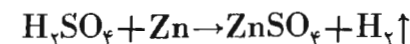
جریان برق را عبور می دهد .

ب - برنیدروکسیدها و اکسیدهای فلزی اثر می کند و نمک می دهد .



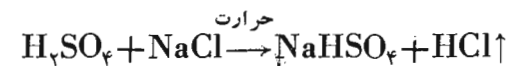
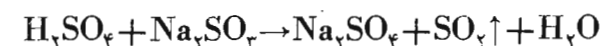
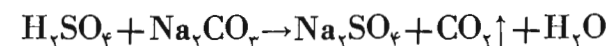
ج - اسید سولفوریک رقیق مانند اسید کلریدریک بر بعضی فلزات

اثر می کند و نیدروژن می دهد .



د - برنمکهای اسیدهای دیگر اثر می کند و اسیدهای آنها را

آزاد می کند .

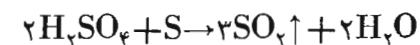


۳- خاصیت اکسید کنندگی - چون اسید سولفوریک گرم و

غلیظ در اثر حرارت تجزیه می شود و اکسیژن می دهد ، ماده ای است

اکسید کننده و البته این عمل در مجاورت احیا کننده هایی از قبیل کربن

و گوگرد ، زودتر انجام می گیرد (شکل ۸۷) .



فلزها (جز طلا و طلای سفید) محلول گرم و غلیظ آن را احیا

برای شناختن اسید سولفوریک قبلاً باید، خاصیت اسیدی آن را نیز به وسیله معرفها آزمایش کنیم.

تمرین و مسئله

۱ - چرا اسید سولفوریک را برای تهیه اسیدهای دیگر بکار می‌برند؟
۲ - کدامیک از گازهای زیر را می‌توان با عبور آنها از اسید سولفوریک غلیظ خشک کرد: گاز سولفور، سولفور تیدروژن، متان، گاز کربنیک، امونیاک، کلرور تیدروژن، کلر.

۳ - چگونه شیشه اسید سولفوریک غلیظ را از رقیق تمیز می‌دهند؟

۴ - حجم يك كيلوگرم اسید کلریدريك تجارتي (۳۵ درصد) به چگالی ۱/۱۹ چند برابر حجم يك كيلوگرم اسید سولفوريك (۹۶ درصد) به چگالی ۱/۸۴ است؟

۵ - چرا اسید سولفوریک غلیظ را می‌توان در مخزنهای فولادی نگاهداری کرد، در صورتی که برای نگاهداری اسید سولفوریک رقیق مخزن را از داخل با ماده مقاوم در برابر اسید، می‌پوشانند.

۶ - چگونه مواد زیر را از هم تمیز می‌دهید:

الف - اسید کلریدريك رقیق را از اسید سولفوريك رقیق.

ب - « « « « از محلول کلرور سدیم.

ج - بیسولفات سدیم را از سولفات سدیم.

د - کلرور سدیم را از بیسولفات سدیم.

۷ - جرم مخصوص اسید سولفوریک خالص 1.84 g/cm^3 است. تعیین کنید يك لیتر اسید سولفوریک چقدر جرم دارد و برای تهیه يك لیتر آن

به طریقه مجاورت، چند لیتر SO_2 و چند لیتر اکسیژن لازم است؟

(ج: ۱۸۴۰ گرم و ۲۱۰ لیتر اکسیژن و ۴۲۰ لیتر SO_2)

۸ - محلولی از اسید سولفوریک موجود است. ۱۰۰ cc آن با ۲ cc محلول دسینرمال سود خنثی می‌شود. غلظت اسید را تعیین کنید. ۲۰ cc از این اسید را با ۳۰ cc آب مخلوط می‌کنیم؛ ۱۰۰ cc اسید جدید با چند cc از همان سود خنثی خواهد شد؟

(ج: اول ۰/۹۸ گرم در لیتر، دوم ۰/۸۰ cc)

۹ - بر ۱۰۰ cc محلول اسید سولفوریک، کلرور باریم به مقدار زیاد می‌ریزیم. ۰/۲۳۳ گرم رسوب سفید تولید می‌شود. غلظت اسید را تعیین کنید. اگر بخواهیم غلظت اسید ۴/۹ گرم در لیتر شود این اسید را به چه نسبت باید با آب مخلوط کرد؟

(ج: اول ۹/۸ گرم در لیتر، دوم به نسبت يك قسمت اسید و يك قسمت آب)

۱۰ - محلولی دارای اسید سولفوریک و سولفات سدیم است. ۱۰۰ cc محلول با ۲ cc سود دسینرمال خنثی می‌شود و ۱۰۰ cc دیگر محلول با کلرور باریم ۰/۲۵۶۳ گرم رسوب سفید می‌دهد. غلظت دو ماده را تعیین کنید.

(ج: ۰/۹۸ گرم در لیتر اسید و ۱۴/۲ گرم در لیتر سولفات سدیم)

۱۱ - ۰/۵۶ گرم براده آهن را در اسید سولفوریک رقیق می‌ریزیم؛ حجم گاز تولید شده را حساب کنید. از تبخیر محلول حاصل ۲/۷۸ گرم ماده بلورین بدست آمده است. عده مولکولهای آب تبلور يك مولکول سولفات آهن را حساب کنید.

(ج: اول ۰/۲۲۴ لیتر، دوم ۷ مولکول)

۱۲ - مخلوطی از سولفات و سولفیت سدیم ۴ گرم وزن دارد و چون

آن را با اسید کلریدريك عمل کنیم، ۰/۲۲۴ لیتر گاز می‌دهد. اولاً حساب کنید وزن هریک از دونمک نامبرده را. ثانیاً نترات باریم زیاد به مخلوط اضافه

می‌کنیم ؛ چند گرم رسوب تشکیل می‌شود و در اثر اسید ، چند گرم از رسوب حل می‌گردد؟

(ج : ۱/۲۶ گرم سولفیت ، ۲/۷۴ گرم سولفات ، ۶/۶۷ گرم رسوب ،

۲/۱۷ گرم حل می‌شود) .

۱۳ - ۲۰۰cc محلول مخلوط اسید سولفوریک و اسید کلریدریک بر

اثر ۱۴۰cc سود دسینر مال خنثی می‌شود و با نیترات نقره ۰/۲۸۷ گرم رسوب

کلرور نقره می‌دهد . حساب کنید غلظت هریک از دو اسید را در محلول .

(ج : ۰/۳۶۵ گرم در لیتر ، ۲/۹۴ گرم در لیتر)

(۱۴)

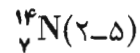
فصل یازدهم

گروه پنجم

غیر فلزهای این گروه شامل: نیتروژن (گاز)، فسفر (مومی شکل)،
 ارسنیک (جامد دارای جلای فلزی)، آنتیموان (جامد دارای جلای
 فلزی و شکننده) است.

این گروه از لحاظ خواص فیزیکی و شیمیایی، شباهت زیادی با هم
 ندارند. معمولاً با ظرفیتهای ۳ و ۵، انیدرید تشکیل می‌دهند. ترکیبات
 نیدروژن‌دار این گروه خاصیت اسیدی ندارند و حتی NH_3 ، با آب تشکیل
 باز می‌دهد.

نیتروژن یا ازت



فرمول مولکولی نیتروژن N_2 و فرمول ساختمانی آن $\text{N}\equiv\text{N}$ است.

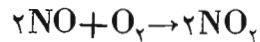
حالت طبیعی - این گاز $\frac{4}{5}$ حجم هوا را تشکیل می‌دهد و به
 صورت ترکیب در اقسام شوره (نیتراهای سدیم و پتاسیم و کلسیم)،

خواص شیمیایی - نیتروژن در درجه حرارت معمولی میل ترکیبی ندارد، ولی در درجات حرارت زیاد با بعضی عناصر به شرح زیر ترکیب می شود:

۱- **ترکیب با اکسیژن** - در ۲۵۰۰ درجه حرارت یا در اثر جرقه الکتریک با اکسیژن ترکیب می شود و اکسید نیتروژن می دهد (شکل ۸۹). این واکنش برگشتنی است و مقدار زیادی حرارت جذب می کند.

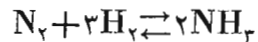


سپس این گاز در درجه حرارت کمتر با اکسیژن ترکیب می شود و بی اکسید نیتروژن به رنگ خرمایی بدست می آید.



این گاز سمی است و بوی مخصوصی دارد.

۲- **ترکیب با هیدروژن** - در ۵۰۰ درجه حرارت و در مجاورت کاتالیزور آهن، نیتروژن با هیدروژن تحت فشار زیاد ترکیب شده گاز امونیاک می دهد. این واکنش نیز برگشتنی است.

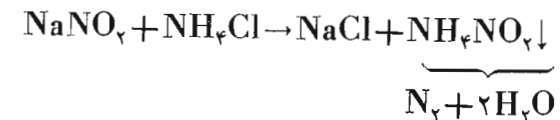


۳- **اثر بر فلزها** - فلزهای تند اثر با حرارت با نیتروژن ترکیب شده نیتروژن می دهند. مثلاً وقتی که منیزیم را در هوا می سوزانیم، کمی نیتروژن منیزیم (Mg_3N_2) نیز تشکیل می شود.

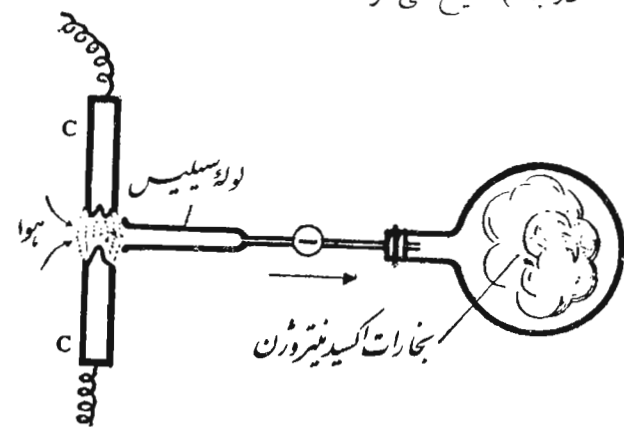
دوره نیتروژن در طبیعت - تخلیه الکتریکی در جو موجب

وجود دارد. در ساختمان بسیاری از مواد آلی از قبیل پروتئینها، یافت می شود.

طرز تهیه - در صنعت نیتروژن را از تقطیر هوای مایع بدست می آورند، یعنی هوای مایع را می گذارند تا بتدریج بخار شود، گاز نیتروژن که قرار تر از اکسیژن است جدا می شود. در آزمایشگاه نیتروژن خالص را از حرارت دادن مخلوط نیتريت سدیم و کلرور امونیم بدست می آورند. در این عمل ابتدا نیتريت امونیم تشکیل می شود و سپس این نیتريت تجزیه شده، نیتروژن متصاعد می گردد.



خواص فیزیکی - گازی است بیرنگ، بی بو، بی طعم. چگالی آن نسبت به هوا $\frac{28}{29}$ است. در آب بسیار کم حل می شود. بسختی (در ۱۹۵ - درجه) مایع می شود.



شکل ۸۹ - ترکیب نیتروژن با اکسیژن

و اکسیژن و يك درصد باقیمانده ، گازهای دیگر است .

خواص هوا - هوا گازی است بیرنگ و بی بو و بی طعم . يك لیتر آن در شرایط متعارفی ۲۹۳/۱ گرم وزن دارد .
هوا به مقدار کم در آب حل می شود ولی اکسیژن آن بیشتر از نیتروژن حل می گردد .

هوای مایع - هوا را مانند گازهای دیگر می توان به مایع تبدیل کرد . هوا در 140° - و فشار ۴۰ اتمسفر مایع می شود؛ نقطه جوش آن در حدود 190° - است . هوای مایع بیرنگ است و آن را در ظرف شیشه ای دو جداره نگهداری می کنند . سطوح داخلی این ظرف نقره اندود است که حرارت را منعکس می سازد و بین دوجدار آن خلأ است .

مواد دیگری که در هوا وجود دارند - غیر از اکسیژن و نیتروژن موادی که در هوا وجود دارند عبارتند از :

۱- بخار آب که در تعدیل درجه حرارت هوا مؤثر است .
۲- گاز کربنیک که مقدارش همیشه ثابت و $\frac{3}{10000}$ حجم هوا است .

۳- گازهای بی اثر (کمیاب) - این گازها چون میل ترکیبی ندارند بی اثر نامیده می شوند . در هر متر مکعب هوا مقادیر زیر از گازهای بی اثر وجود دارد :

آرگون $Ar=40$ ، در لامپهای برق مصرف می شود، زیرا با فلز مقتول گرم چراغ ترکیب نمی شود و مانع تصعید این سیمها می گردد .

ترکیب مقداری نیتروژن با اکسیژن می شود که به وسیله باران به زمین می رسد و با قلیاینها تبدیل به نیترا تها می شود . همچنین برخی از باکتریها ، مخصوصاً باکتریهای که در غده های ریشه گیاهانی مانند یونجه و شبدر موجود است نیتروژن هوا را جذب می کنند و آن را به صورت مواد پروتئینی که قسمت عمده ساختمان پروتوپلاسم را تشکیل می دهد در می آورند . از اجساد این باکتریها بر اثر نیتریفیکاسیون نیترات تولید می شود . نیترا تهای موجود در خاک به وسیله گیاه جذب شده و بافت گیاه را بوجود می آورند . حیوان گیاه را می خورد و در نتیجه مواد نیتروژن دار در ساختمان بافتهای حیوان وارد می شود و پس از يك سلسله واکنشها در بدن بالاخره به صورت اوره دفع می شود ، یا آنکه حیوان می میرد و از متلاشی شدن بدن او ترکیبات نیتروژن دار خاک و یا نیتروژن آزاد حاصل می شود . ترکیبات نیتروژن دار در خاک باقی می ماند و نیتروژن آزاد به هوا باز می گردد .

به این طریق نیتروژن يك دور کامل در طبیعت می پیماید (سیر نیتروژن در طبیعت) .

موارد استعمال - نیتروژن برای تهیه آمونیاك و اسید نیتريك و کودهای شیمیایی بکار می رود .

هوا

هوا مخلوطی است از گازها - در حدود ۹۹ درصد هوا نیتروژن

مقدار نیتروژن در چند لیتر هوا وجود دارد؟

(ج : اول ۱۰/۷ گرم ، دوم ۵/۶ گرم ، سوم ۵/۶ لیتر هوا)

۸ - هوا مخلوطی است تقریباً از يك حجم اكسیژن و چهار حجم نیتروژن .

با توجه به نسبت مزبور ، تعیین کنید که این دو عنصر چه نسبت وزنی با هم

دارند . آیا این نسبت وزنی در هوای مایع هم وجود دارد؟

[ج : اول $\frac{۲}{۷}$ ، دوم همین نسبت در هوای مایع هم وجود دارد (بدیهی

است که این اعداد تقریبی است)] .

آرگون	۹/۴ لیتر
نئون	۱۸ سانتیمتر مکعب
هلیوم	۵/۴ سانتیمتر مکعب
کریپتون	۱ سانتیمتر مکعب
گزنون	۵/۱ سانتیمتر مکعب
رادون	بسیار کم

نئون $Ne=۲۰$ ، در چراغهایی

که برای تابلوهای نورانی سرخ بکار می رود مصرف می شود .

هلیوم $He=۴$ ، پس از

نیتروژن سبکترین گازهاست و برای پر کردن بالونها مصرف می شود

و مزیت آن بر نیتروژن این است که آتشگیر نیست . از گازهای طبیعی چاههای نفت بدست می آید .

تمرین و مسئله

۱ - کربن ^{۱۲}C و نیتروژن ^{۱۴}N را در خواص زیر با یکدیگر مقایسه

کنید :

الف - ساختمان الکترونی ، ب - میل ترکیبی ، ج - فراوانی در طبیعت،

ه - ترکیبات اکسیدزی و فلزی .

۲ - ظرفیت نیتروژن را در نیتروژنهای فلزی و آمونیاک بنویسید .

۳ - نیتروژن ، در دوره نیتروژن به چه صورتهایی در می آید ؟

۴ - ساختمان الکترونی اتمهای 4He و ^{۲۰}Ne را رسم کنید و دلیل

بی میلی آنها را برای ترکیب شیمیایی بنویسید .

۵ - چرا هرگز نباید در ظرف هوای مایع را محکم بست ؟

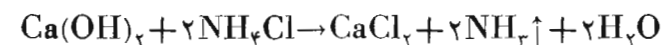
۶ - سه دلیل برای مخلوط بودن هوا ذکر کنید .

۷ - چند گرم کلرور آمونیم را باید با نیتريت سدیم حرارت دهیم تا

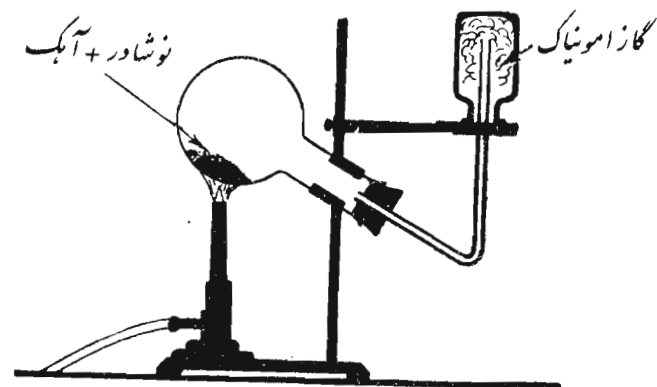
۴/۴۸ لیتر نیتروژن تولید شود ؟ وزن این مقدار نیتروژن چند گرم است و این

امونیاك ۱۷ = NH_3

حالت طبیعی - در طبیعت این گاز به مقدار بسیار کم در هوای اطراف مستراحها و اصطبلها وجود دارد و بطور کلی از فساد اوره موجود در ادرار و بعضی مواد آلی نیتروژن دار حیوانی و نباتی حاصل می شود .
طرز تهیه ۱- در آزمایشگاه - برای تهیه گاز امونیاك می توان محلول تجارتي آن را حرارت داد ، ولی معمولا برای تهیه این گاز ، کلرور امونیم (نوشادر) را با آهك نرم آب دیده مخلوط کرده در دستگاهی مطابق شکل ۹۰ حرارت می دهند و چون امونیاك گاز سبکی است می توان آن را در شیشه وارونه ای وارد کرد تا هوا را بیرون کند و جای آن را بگیرد .

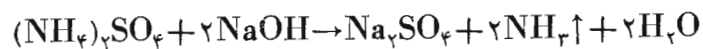


می توان به جای نوشادر ، سولفات امونیم و به جای آهك ، سود



شکل ۹۰

بكار برد .

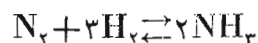


تذکر - برای تهیه گاز امونیاك خشك نباید آن را از اسید سولفوريك یا کلرور كلسیم عبور داد زیرا با هر دو ترکیب می شود .

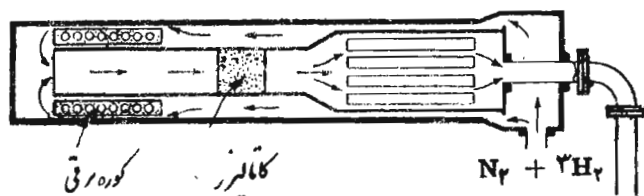
۲- در صنعت - امونیاك را به راههای زیر بدست می آورند :

الف - در گازهایی که از تقطیر زغال سنگ بدست می آید مقداری گاز امونیاك موجود است . برای جدا کردن آن ، مخلوط گازی شکل را که از تقطیر بدست می آید از اسید سولفوريك رقیق می گذرانند و سولفات امونیم حاصل را به شرح فوق تجزیه می کنند .

ب - سنتز امونیاك - در این طریقه ، مخلوط نیتروژن و هیدروژن را با روشهای مختلف در تحت فشار ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ جئو از روی کاتالیزور گرد آهن که تا ۵۰۰ درجه گرم شده باشد عبور می دهند (شکل ۹۱) .



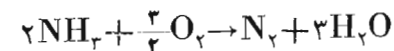
واکنش فوق دو طرفه است یعنی در همین درجه حرارت امونیاك دوباره تجزیه شده نیتروژن و هیدروژن می دهد . برای جلوگیری از این تجزیه بتدریج امونیاك حاصل را به وسیله آب یا اسید سولفوريك جذب می کنند .



شکل ۹۱

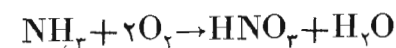
خواص فیزیکی - امونیاك گازى است بیرنگ ، با بوى تند و زننده و اشك آور . اگر نسبت امونیاك در هوا به پنج درصد برسد تنفس آن خطرناك مى شود . از هوا سبكر است ($d = \frac{17}{29} = 0.58$) و يك لیتر آن در شرایط متعارف تقریباً ۰/۷۶ گرم وزن دارد . در آب بسیار محلول است ؛ يك لیتر آب در صفر درجه در حدود ۱۱۰۰ لیتر از این گاز و يك لیتر آب ۲۰ درجه در حدود ۷۱۰ لیتر از آن را در خود حل مى کند ولی این محلول بی ثبات است و در درجه حرارت جوش ، تمام گاز خود را از دست مى دهد . گاز امونیاك به سبب تبدیل به مایع مى گردد (در ۳۳ درجه و ۷ جو فشار) . امونیاك مایع را در استوانه های محكم فولادى نگهدارى و حمل و نقل مى کنند و از آن در كارخانه های شیمیایى و یخسازى استفاده مى نمایند .

خواص شیمیایى - ۱- اثر اكسیژن - گاز امونیاك در هوا نمى سوزد ولی در اكسیژن خالص به كمك شعله مى سوزد و نیتروژن و بخار آب مى دهد .



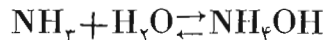
(بطور کلی از سوختن مواد نیتروژن دار، نیتروژن بدست مى آید، نه اكسید نیتروژن .)

این واكنش موارد استعمال صنعتى ندارد ، لیكن اگر مخلوطى از هوا و امونیاك را از روى اسفنج طلاى سفید گرم عبور دهند امونیاك اكسید شده به ترکیبات اكسیژن دار نیتروژن و سپس به اسید نیتريك تبدیل مى شود.



این طریقه برای تهیه اسید نیتريك بسیار اهمیت دارد .

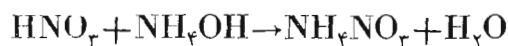
۲- ترکیب با آب - گاز امونیاك علاوه بر حل شدن در آب با آن ترکیب هم مى شود و تولید بازى به نام ئیدروكسید امونیم مى کند (حل شیمیایى) .



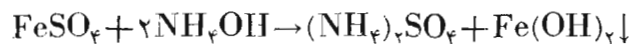
محلول امونیاك به شرح زیر خاصیت بازى دارد ، چون :

الف - تورنسل را آبی و فنل فتالین را ارغوانی مى کند .

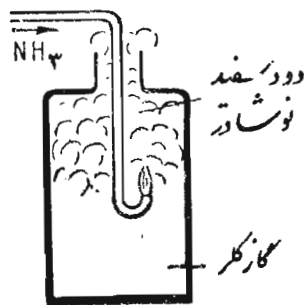
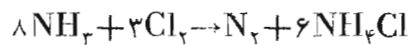
ب - محلول آن با اسیدها خنثى شده نمك مى دهد .



ج - محلول آن ، مانند سود و پتاس ، بر محلول بعضى نمكها اثر مى کند و ئیدروكسید نامحلول آنها را راسب مى کند .



۳- اثر كلر - هرگاه جریان گاز امونیاك خشك را در شیشه كلر وارد كنیم ، خود بخود آتش مى گیرد و دود سفید كلرور امونیم حاصل مى شود (شكل ۹۲) .



شكل ۹۲

در حقیقت ابتدا جوهر نمك و گاز نیتروژن حاصل مى شود و مجدداً امونیاك با جوهر نمك ترکیب شده ، كلرور امونیم مى دهد . (واكنشها را بنویسید و از جمع آنها فرمول فوق را بدست آورید) .

تمرین و مسئله

- ۱ - امونیاك در طبیعت از تجزیه چه موادی حاصل می شود ؟
 - ۲ - دو راه ساده برای تهیه امونیاك در آزمایشگاه ذکر کنید .
 - ۳ - مهمترین راه تهیه امونیاك در صنعت چیست ؟
 - ۴ - يك لیتر گاز امونیاك چند گرم جرم دارد ؟
 - ۵ - چگالی گاز امونیاك را نسبت به هوا ، ئیدروژن و اكسیژن حساب کنید .
 - ۶ - محلول سیر شده امونیاك ، ۳۵ درصد گاز دارد . جرم مخصوص آن 0.88 g/cm^3 است. حساب کنید يك كيلو گرم از این محلول امونیاك، چند لیتر حجم دارد و چند لیتر گاز می تواند بدهد .
 - ۷ - گازامونیاك و محلول امونیاك وامونیاك مایع با هم چه تفاوتی دارند و امونیاك جامد که در مجاورت هوا بخار می شود چیست و کداميك از آنها در خانه ، در کارخانه یخ سازی و در قنادی مصرف می شود ؟
 - ۸ - در چهار ظرف گازهای مختلف یعنی : اكسیژن ، نیتروژن ، اكسید نیتريك ، و امونیاك موجود است . چگونه آنها را از هم تمیز می دهند ؟
 - ۹ - ۱۰۰ cc محلول امونیاك با ۲ cc اسید سولفوريك نرمال خنثی شده است . تعیین کنید ۱۰۰ cc از محلول امونیاك مزبور چند cc اسید نیتريك دسینرمال را خنثی می کند ؟
- (ج : ۲۰۰ cc)
- ۱۰ - بر ۱۰۰ cc محلول كلورور فرو ابتدا آب كار و سپس محلول امونیاك اثر دادیم و رسوب تولید شده را تكلیس کردیم ، ۰/۰۸ گرم اكسید فريك بدست آمد . غلظت محلول را تعیین کنید .
- (ج : ۱/۲۷)
- ۱۱ - ۵/۶ لیتر گاز امونیاك خشك را در بالای يك شعله پرحرارت

فرض امونیم - مقایسه فرمول ئیدروكسید امونیم با فرمول سود (NaOH) یا پتاس (KOH) و نیز مقایسه فرمول نمكهای امونیاك با نمكهای سدیم و پتاسیم، ما را به وجود فلزی فرضی که بنابر پیشنهاد آمپر دانشمند فرانسوی امونیم خوانده می شود راهنمایی می کند .

باید بگوییم که بنیان امونیم عمل يك فلز يك ظرفیتی مانند سدیم و پتاسیم را دارد لیکن هرگز دانشمندان شیمی نتوانستند از تجزیه الكتريكی نمكهای امونیم NH_4 را بطور آزاد بدست آورند ، بلکه همیشه مخلوطی از امونیاك و ئیدروژن بدست آمده است .

دستور تشخیص گاز و نمكهای امونیاك - گاز امونیاك با گاز

كلرور ئیدروژن دود سفید نوشار می دهد. نمكهای امونیم را اگر با سود یا آهك حرارت دهند امونیاك متصاعد می کند .

موارد استعمال امونیاك و نمكهای امونیم - امونیاك را در

كارخانه یخ سازی و تهیه جوهر شوره و كربنات سدیم و كودهای امونیاكی بكار می برند . سولفات امونیم را هم در كشاورزی برای تأمین نیتروژن و گوگرد مورد نیاز گیاهان بكار می برند . در ساختن مواد منفجره ، امونیاك و نترات امونیم به مقدار زیاد مصرف می شود . كلرور امونیم در پیل خشك مصرف می شود . بیکربنات امونیم به نام امونیاك جامد در شیرینی سازی مورد استعمال دارد . بجز اینها امونیاك در پارچه بافی و تصفیه نفت و تهیه رنگهای مصنوعی مصرف می شود .

امونیاك درخانه برای تمیز کردن شیشه های پنجره و پاك کردن

لكه چربی و بعضی لكه های دیگر بكار می رود .

در هوا سوزانده ایم . حجم نیتروژن تولید شده را حساب کنید .

(ج : ۲/۸ لیتر)

۱۲ - محلولی از کلرور سدیم و کلرور امونیم موجود است . ۱۰۰cc آن را با محلول نیترات نقره عمل کردیم ، ۰/۴۳۰۵ گرم رسوب سفید تولید شد . ۱۰۰cc دیگر را با سود مخلوط و گرم کردیم و گاز حاصل را در ۱۰۰cc محلول نرمال اسید سولفوریک وارد کردیم / محلول حاصل با ۹۹cc سودنرمال خنثی شد . غلظت دونمک را تعیین کنید .

(ج : نمک ۱/۱۷ گرم در لیتر ، کلرور امونیم ۰/۵۳۵ گرم در لیتر)

۱۳ - محلول غلیظ امونیاك ، ۳۵ درصد NH_3 دارد و جرم مخصوص آن $0.88 g/cm^3$ است . حساب کنید يك سانتیمتر مكعب از این مایع در اثر چند گرم اسید سولفوریک خالص یا چه حجم محلول اسید سولفوریک نیم نرمال خنثی می شود . (ج : ۰/۸۸ گرم و ۳۶cc)

۱۴ - ۵۰cc محلول امونیاك به جرم مخصوص $0.89 g/cm^3$ و خلوص ۲۹ درصد با اسید سولفوریک چقدر سولفات امونیم می دهد ؟ و اگر اسید مصرف شده به جرم مخصوص $1.86 g/cm^3$ و خلوص ۹۸ درصد باشد ، حجم اسید لازم چقدر خواهد بود ؟ (ج : ۵۰ گرم و تقریباً ۱۹/۵cc)
۱۵ - استوانه ای به گنجایش ۱۰۰ لیتر را از امونیاك مایع ($D=0.6$) پر کرده ایم . معین کنید وزن نیتروژنی را که از این مقدار امونیاك می توان بدست آورد . (ج : ۴۹۴۱۲ گرم)

۱۶ - برای تعیین فرمول مولکولی گاز امونیاك (N_xH_y) ، در آب -

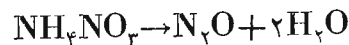
سنجی که روی طشتك جیوه قرار دارد ، ۲۰cc اکسیژن و ۱۶cc گاز امونیاك وارد می کنیم . در اثر جرقه الکتریکی مقداری آب تشکیل می شود که به مایع تبدیل می گردد و $16 cm^3$ گاز باقی می ماند که نصف آن اکسیژن و بقیه نیتروژن است . از این آزمایش فرمول گاز امونیاك را معلوم کنید .

ترکیبات اکسیژن دار نیتروژن

الف - اکسیدهای نیتروژن

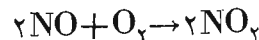
نیتروژن با اکسیژن مستقیماً یا بطور غیر مستقیم به پنج نسبت متفاوت ترکیب می شود :

۱- **اکسید نیترو (N_2O)** ، که گاز خنده آور نیز نام دارد و از حرارت دادن نیترات امونیم بدست می آید .



این گاز را با اکسیژن مخلوط کرده ، در پزشکی به عنوان داروی بیهوشی بکار می برند .

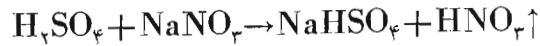
۲- **اکسید نیتريك یا اکسید نیتروژن (NO)** - چنانکه گفته شد این اکسید از تأثیر فلزها بر جوهر شوره معمولی و یا از گذراندن هوا از میان قوس الکتریکی بدست می آید . گازی است بیرنگ و مهمترین خاصیت آن میل ترکیبی با اکسیژن است .



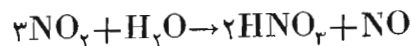
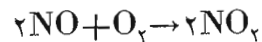
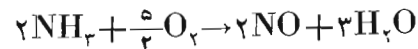
۳- **بی اکسید نیتروژن (NO_2)** - این گاز را می توان به طریق فوق یا از حرارت دادن نیترات سرب بدست آورد . این گاز خرمایی - رنگ ، سمی و دارای بوی مخصوصی است و براحتی مایع می شود .

۴- **انیدرید نیترو (N_2O_5)** - بسیار بی ثبات است و انیدرید

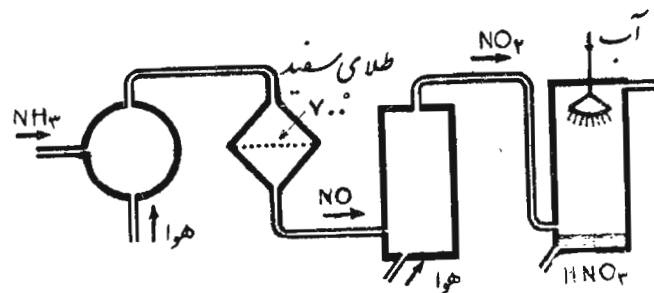
غلظت حرارت می دهند و بخارهای حاصل را در جریان آب سرد به مایع تبدیل می کنند (شکل ۹۳).



ب - در صنعت - تهیه از آمونیاک - آمونیاک را با اکسیژن هوا در مجاورت کاتالیزور طلای سفید اکسید می کنند (شکل ۹۴). اکسید نیتروژن حاصل با اکسیژن بی اکسید نیتروژن می دهد. این بی اکسید با آب اسید نیتریک می دهد.



برای تهیه اکسید نیتروژن، می توان مستقیماً نیتروژن را با اکسیژن ترکیب کرد و این عمل در مجاورت قوس الکتریکی انجام



شکل ۹۴ - تهیه صنعتی جوهر شوره

می پذیرد (۲۵۰۰ درجه)، ولی اکسید حاصل را باید بلافاصله سرد کرد تا از تجزیه آن جلوگیری شود. از ۶۰۰ درجه به پایین تبدیل NO به NO_۲

اسید نیترو (HNO_۲) محسوب می شود که آن نیز بی ثبات است.

۵- **انیدرید نیتریک (N_۲O_۵)** از تأثیر مواد نم گیر مانند P_۲O_۵ بر اسید نیترویک بدست می آید. انیدرید نیتریک با آب اسید نیتریک می دهد.

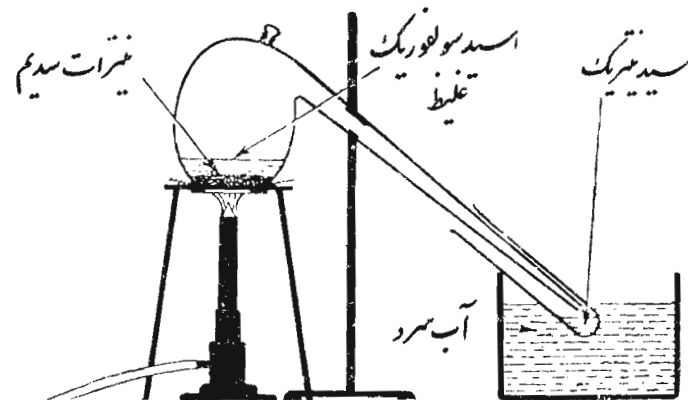
ب - اسید نیتریک (اسیدازتیک) یا تیزاب یا جوهر شوره



جوهر شوره در آغاز خلالت عباسیان توسط جابر بن حیان از تقطیر مخلوط زاج سبز و زاج سفید و شوره تهیه شد.

حالت طبیعی - ترکیبات اسید نیتریک در طبیعت به صورت نیتراتها در زمین یافت می شود. نیترات سدیم در شیلی و پرو به صورت رشته کوههای بزرگ و نیترات پتاسیم در فرانسه وجود دارد.

طرز تهیه - الف - در آزمایشگاه - برای تهیه اسید نیتریک، نیترات پتاسیم یا سدیم را در دستگاهی مطابق شکل با اسید سولفوریک



شکل ۹۳ - طرز تهیه جوهر شوره

شروع می شود . امروز تقریباً ۹۰٪ اسید نیتریک از راه اکسیداسیون آمونیاک حاصل می شود .

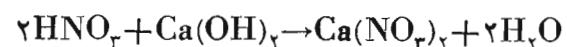
خواص فیزیکی - اسید نیتریک خالص مایعی است بیرنگ به جرم مخصوص $D = 1.54 \text{ g/cm}^3$ در ۱۴ درجه . تهیه اسید نیتریک خالص خیلی مشکل است زیرا هم مایع و هم بخار آن در حرارت معمولی تجزیه می شود . اسید نیتریک غلیظ در درجه حرارت معمولی در هوا دود می کند (دود کننده) و در حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد اسید خالص دارد . اسید معمولی در حدود ۶۸ درصد اسید خالص دارد و جرم مخصوص آن $D = 1.42 \text{ g/cm}^3$ است و در حدود ۱۲۰ درجه می جوشد . اسید نیتریک به هر نسبت با آب مخلوط می شود و در اثر این عمل مانند اسید سولفوریک حجم مخلوط کم شده ، کمی هم گرم می شود .

خواص شیمیایی - اسیدی است بی ثبات ، قوی ، اکسیدکننده و بر اغلب غیر فلزها و فلزها اثر می کند .
الف - ثبات - اسید نیتریک در اثر نور یا حرارت تجزیه می شود . به این دلیل آن را در شیشه های رنگین نگهداری می کنند .

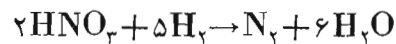


ب - خاصیت اسیدی - اسیدی است بسیار قوی و محلول رقیق آن کاملاً یونیزه می شود .

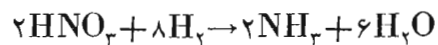
- ۱ - محلول آن رنگ تورنسل و هلیانتین را بشدت سرخ می کند .
- ۲ - جریان برق بخوبی از آن می گذرد .
- ۳ - با بازهای قوی نمک خنثی می دهد .



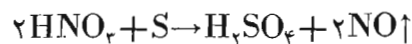
ج - خاصیت اکسیدکنندگی - اثر نیدروژن - نیدروژن در حرارت ۶۰۰ درجه ، بخار اسید نیتریک را احیا می کند و نیتروژن می دهد .



در مجاورت اسفنج طلای سفید عمل احیا پیشتر می رود و آمونیاک بدست می آید .

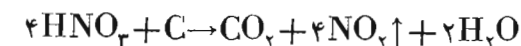
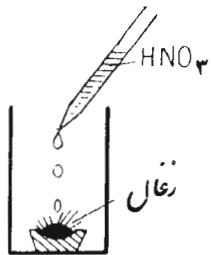


اثر گوگرد - اگر یک قطعه کوچک گوگرد یا فسفر را در اسید نیتریک غلیظ بجوشانیم ، گوگرد به اسید سولفوریک و فسفر به اسید فسفریک تبدیل می شود .

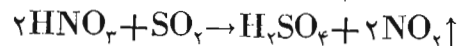
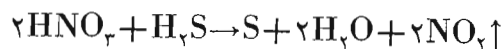


اکسید نیتروژن حاصل در مجاورت هوا به NO_2 خرمایی رنگ تبدیل می شود .

اثر کربن - کمی دوده را در یک بوته گلی حرارت دهید و مطابق شکل ۹۵ ، آن را در یک استوانه شیشه ای بگذارید و با یک پیپت و با احتیاط چند قطره اسید نیتریک غلیظ بر آن اضافه کنید . دوده آتش می گیرد .



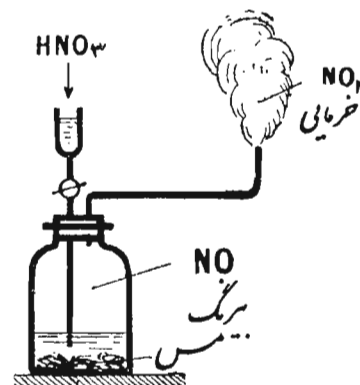
احیا کننده های دیگر (مثلاً SO_2 و H_2S) نیز بر اسید نیتریک اثر می کنند :



شکل ۹۵

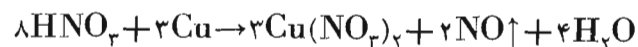
د- اثر بر فلزها - اسید نیتريك بر تمام فلزها ، جز طلا و طلاي سفید ، اثر می کند . چگونگی این تأثیر با جنس فلز و غلظت اسید و درجه حرارت عمل بستگی دارد ولی نیتروژن بدست نمی آید ، بلکه در اثر

احیا شدن اسید نیتريك اكسیدهای مختلف نیتروژن متصاعدمی شود ، زیرا خاصیت اكسید كنندگی و خاصیت اسیدی جوهر شوره هر دو در عمل دخالت می كنند . مثلاً اگر چند نوار مس را در جوهر شوره رقیق بیندازید ، واكنش زیر صورت می گیرد



(شكل ۹۶)

شكل ۹۶



اسید غلیظ برمس به صورت زیر اثر می کند :



اگر محلول اسید نیتريك خیلی رقیق باشد ، با فلزات فعال مانند روی و منیزیم ممكن است اكسید نیترو ، ازت و حتی امونیاك حاصل شود .



اسید نیتريك نقره را نیز در خود حل می کند .



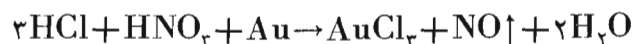
اگر آهن را در اسید نیتريك غلیظ فرو بریم ، روین می شود و دیگر اسید رقیق هم بر آن اثر نمی کند ، زیرا در اثر اكسیداسیون ، قشر

اكسید آهن روی آن را می پوشاند كه از تأثیر بیشتر اسید محفوظ می ماند ولی اسید نیتريك رقیق طبق فرمول زیر بر آهن اثر می کند :



اسید نیتريك غلیظ بر آلومینیم نیز به علت تشکیل قشر محافظ اكسید آلومینیم ، بی اثر است .

تیزاب سلطانی - جوهر شوره و جوهر نمك هیچكیك بتنهایی بر طلا و طلاي سفید اثر ندارند ، لیكن مخلوطی از آن دو اسید می تواند فلزهای نامبرده را درخود حل كند و چون طلا را سلطان فلزات می نامند ، این مخلوط را تیزاب سلطانی گفته اند .



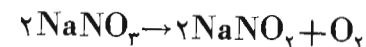
علت تأثیر مخلوط دو اسید ، تولید كلر آزاد است و می دانیم كه كلر بر طلا و طلاي سفید اثر دارد .

موارد استعمال اسید نیتريك - برای تهیه انواع باروتها و نیترو گلیسرین و مواد رنگی مصرف می شود . در زرگری به نام تیزاب برای جدا كردن دیگر فلزها از طلا به منظور تهیه طلاي خالص (طلاي تیزابی) مصرف می شود .

در پلاك سازی روی مس و برنج نیز بكار می رود .

نیترا تها - نیترا تها نمكهای اسید نیتريك هستند و همه جامد و در آب محلولند .

نیترا تهای سدیم و پتاسیم بر اثر گرما به نیتريت و اكسیژن تجزیه می شوند :



نیترا ت پتاسیم را برای ساختن باروت سیاه بکار می برند .

درباروت سیاه معمولاً ۷۵ درصد شوره و ۱۰ درصد گوگرد و ۱۵ درصد زغال وجود دارد .

طرز تشخیص اسید نیتريك و نیترا تها - اسید نیتريك در مجاورت مس بخارهای خرمایی رنگ متصاعد می کند و با این خاصیت شناخته می شود . برای تشخیص نیترا تها ، به محلول آنها اسید سولفوريك و براده مس می افزایند . از اثر اسید بر نیترا ت ، اسید نیتريك حاصل می شود و این اسید بامس گاز خرمایی رنگ تولید می کند .

تمرین و مسئله

- ۱ - در تهیه اسید نیتريك چرا نمی توان به جای اسید سولفوريك ، اسید کلریدريك بکار برد ؟
- ۲ - چرا اسید نیتريك غلیظ ، در مجاورت روشنائی زرد رنگ می شود و چرا آن را در شیشه قهوه ای رنگ نگاه می دارند ؟
- ۳ - چرا اسید نیتريك را تیزاب می نامند ؟ و تیزاب سلطانی با اسید نیتريك چه تفاوتی دارد ؟
- ۴ - نام و فرمول پنج نوع اکسید نیتروژن را بنویسید و درجه اکسیداسیون نیتروژن را در هر يك از آنها تعیین کنید .
- ۵ - اسید نیتريك رقیق و معمولی و دود کننده از نظر خواص شیمیایی و فیزیکی چه تفاوتی دارند ؟
- ۶ - رویین شدن یعنی چه ؟ و کدام فلزها در اثر اسید نیتريك رویین می شوند ؟

۷ - فرمول اثر HNO_3 را بر محلول گازهای SO_2 و H_2S

بنویسید .

۸ - اسید نیتريك بامس در چه صورت NO_2 و در چه صورت NO می دهد ؟

۹ - اثر اسید نیتريك بر فلزها با اثر اسید کلریدريك چه تفاوت و با اثر اسید سولفوريك گرم و غلیظ چه شباهت دارد ؟

۱۰ - اسید نیتريك و نیترا تها را چگونه می شناسید ؟

۱۱ - چگونه از نیتروژن و آب می توان نیترا ت امونیم تهیه کرد ؟

۱۲ - محلولی از جوهر شوره موجود است . در 100°C آن آب ریخته ایم تا حجمش 100°C شده است . 100°C از این محلول با 100°C سود نرمال خنثی می شود . غلظت این اسید را تعیین کنید . برای حل $1/08$ گرم نقره چند cc از اسید اولیه لازم است ؟ (ج : اول 630 ، دوم $1/333^\circ\text{C}$)

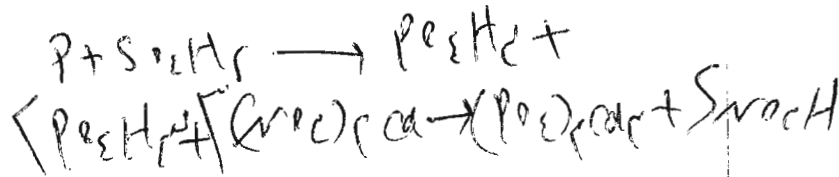
۱۳ - 100°C گرم آلیاژ طلا و نقره را در جوهر شوره می جوشانیم . $4/6$ گرم ماده غیر قابل حل در اسید نیتريك روی صافی مانده است . عیار دو فلز را تعیین کنید . (ج : 46% طلا و بقیه نقره است)

۱۴ - مخلوطی از سولفات سدیم و نیترا ت سدیم موجود است . مخلوط را با اسید سولفوريك می جوشانیم و بخار اسید حاصل را در سود نرمال هدایت می کنیم . 5°C از آن خنثی می شود . مقدار نیترا ت را تعیین کنید . همانقدر مخلوط اولیه را در آب حل می کنیم و محلول کلرور باریم کافی روی آن می ریزیم ، $2/33$ گرم رسوب تشکیل می شود . مقدار سولفات سدیم را تعیین کنید . (ج : $5/425$ گرم نیترا ت سدیم و $1/42$ گرم سولفات سدیم)

۱۵ - محلولی دارای اسید نیتريك و اسید کلریدريك و اسید سولفوريك است .

اولاً 100°C آن با کلرور باریم $5/233$ گرم رسوب می دهد . ثانیاً 100°C دیگر آن با نیترا ت نقره $5/1435$ گرم رسوب کلرور می دهد .

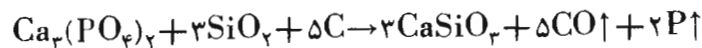
-۱۷۳-



فسفر (۵-۸-۲) P^{31}_{15}

حالت طبیعی - فسفر در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد ولی به صورت فسفات کلسیم در استخوان و معادن (در افریقای شمالی و آمریکا) وجود دارد. چنین بنظر می‌رسد که فسفات‌ها از بقایای حیوانات ماقبل تاریخ تشکیل شده‌اند. در اعصاب، در پروتوپلاسم و در زرده تخم مرغ کمی فسفر وجود دارد.

طرز تهیه - برای تهیه فسفر، مخلوطی از سیلیس (اکسید سیلیسیم) و فسفات کلسیم و کک را در کوره الکتریکی حرارت می‌دهند.



فسفر به صورت بخار از کوره خارج می‌شود. آن را در زیر آب سرد مایع می‌کنند و در قالب می‌ریزند، زیرا اگر با هوا مجاور شود بلافاصله مشتعل می‌گردد (شکل ۹۷).

خواص فیزیکی انواع فسفر - فسفر سفید - فسفر سفید ماده‌ای است جامد، بوی سیر می‌دهد و در تاریکی می‌درخشد و در هوا خودبخود آتش می‌گیرد. در آب نامحلول است و چون در هوا اکسید می‌شود آن را در آب حفظ می‌کنند. از آب سنگین‌تر است ($D = 1.83$)، بخار

-۱۷۲-

ثالثاً ۱۰۰cc دیگر آن با ۴cc سود نرمال خنثی می‌شود.

غلظت هریک از سه اسید را تعیین کنید.

(ج: اسید نیتريك ۶/۳ گرم در لیتر، اسید سولفوريك ۹/۸ گرم در

لیتر، اسید کلريدريك ۳/۶۵ گرم در لیتر)

۱۶ - ۱۰ گرم اسید نیتريك تجارتي را در آب حل کرده، حجم محلول

حاصل را تا صد سانتیمتر مکعب می‌رسانیم. ۱۰ سانتیمتر مکعب از محلول

رفیق شده با ۲۱/۵ سانتیمتر مکعب محلول نیم نرمال سودخني می‌شود. معین

کنید وزن اسید خالص را در صد گرم اسید تجارتي. اگر فرمول اسید تجارتي

را $HNO_3 \cdot nH_2O$ فرض کنیم، معین کنید مقدار n را.

(ج: ۶۷/۷۲۵ گرم درصد و n تقریباً ۱/۵)

۱۷ - يك سکه که آلیاژی از نقره و مس است سه گرم وزن دارد و

۶۰ درصد آن نقره است. حساب کنید اگر این سکه را در اسید نیتريك حل

کنیم، حجم گازهای حاصل در شرایط متعارفی چقدر می‌شود و اگر اسید آزمایشگاه

۷۲ درصد خالص فرض شود، چند گرم اسید نیتريك برای این عمل لازم است؟

(ج: ۰/۴ لیتر و ۶/۳ گرم)

فسفر سفید	فسفر سرخ
در ۲۶ درجه مشتعل می شود.	در ۲۶۰ درجه مشتعل می شود.
در ۴۴/۲ درجه ذوب می شود.	در ۲۹۰ درجه تصعید می شود.
بوی سیر می دهد.	بی بوست
سفید مایل به زرد است.	به رنگ سرخ تیره است.
در هوای خشک اکسید می شود	پایدار است.
و در تاریکی می درخشد.	سمی نیست.
بسیار سمی است و در سولفور	در سولفور کربن نامحلول است.
کربن و بنزین محلول است.	

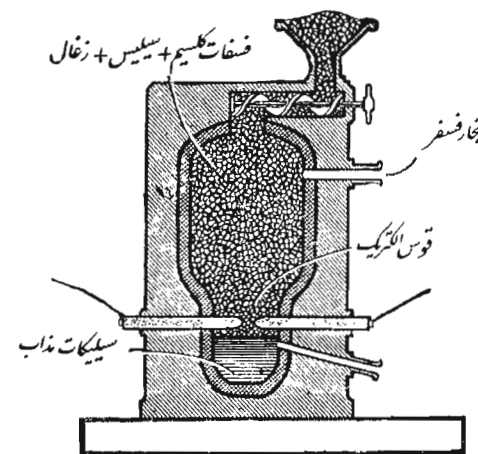
فسفر سیاه - اگر فسفر سفید را تحت فشار زیاد (۱۲۰۰۰ جو) تا حدود ۲۱۰ درجه حرارت دهیم، نوع سومی از اشکال آلوتروپی فسفر یعنی فسفر سیاه تشکیل می شود که شبیه گرافیت است و مثل گرافیت جریان برق را هدایت می کند. جرم مخصوص آن 2.7 g/cm^3 است و در ۴۹۰ درجه مشتعل می شود.

خواص شیمیایی فسفر - ۱ - اثر اکسیژن - یک قطعه کوچک فسفر سفید را خشک کرده در یک بطری شفاف کوچک بیندازید و در آن را با چوب پنبه ببندید و در یک اتاق تاریک بگذارید. فسفر کم کم روشن شده نور افشانی می کند. علت این امر، آن است که فسفر با اکسیژن درون بطری ترکیب می شود و انیدرید فسفر (P_2O_5) می دهد و بتأنی می سوزد. از این سوختن نور تولید می گردد. بتدریج که اکسیژن کم می شود نور افشانی نیز ضعیف شده از بین می رود.

اگر کمی فسفر را با اکسیژن خالص بسوزانید دود سفید P_2O_5 (انیدرید فسفریک) تولید می شود. میل ترکیبی فسفر با اکسیژن زیاد است بطوری که در هوا خودبخود هم ممکن است آتش بگیرد.

آن در کمتر از 800° چهار اتمی است (P_4). فسفر سفید در سولفور

کربن حل می گردد و خیلی سمی است. در $44/2$ درجه ذوب می شود (برای ذوب فسفر، آن را در آب می اندازند و آب را حرارت می دهند تا فسفر ذوب شود)، و در 280 درجه می جوشد.



شکل ۹۷

اگر به فسفر سفید نور بتابد پس از مدتی به فسفر سرخ تبدیل می شود.

فسفر سرخ - خواص فسفر سرخ با فسفر سفید خیلی تفاوت دارد. فسفر سرخ آتشگیر نیست، در 260° محترق می شود و در تاریکی نمی درخشد، سمی نیست و در سولفور کربن حل نمی شود، جرم مخصوص آن 2.2 g/cm^3 است.

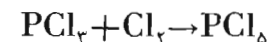
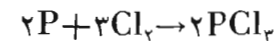
برای تهیه فسفر سرخ که در صنعت همه جا، به جای فسفر سفید مصرف می شود، فسفر سفید را در دیگهای فلزی سر بسته مدت ۲۴ ساعت تا حدود 300 درجه حرارت می دهند. اگر فسفر سرخ را بشدت حرارت دهیم بدون ذوب شدن تبخیر می شود و هنگام مایع شدن به فسفر سفید تبدیل می گردد.

اختلاف خواص فسفر سفید و سرخ را می توان در این جدول

خلاصه نمود:

آزمایش - کمی فسفر سفید را در سولفور کربن حل کرده یک برگ کاغذ صافی یا کاغذ خشک کن معمولی را به آن آغشته نمایید و آن را در هوا روی میله‌ای بگذارید. پس از چند دقیقه کاغذ خود بخود آتش می‌گیرد. علت این است که سولفور کربن تبخیر می‌شود و ذرات ریز فسفر در هوا آتش می‌گیرد و کاغذ را نیز آتش می‌زند.

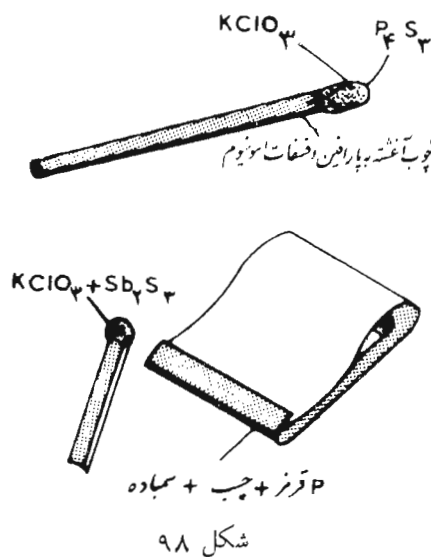
۲- اثر کلر - فسفر سفید در گاز کلر بخودی خود آتش می‌گیرد. ابتدا تری‌کلرور فسفر مایع (PCl_3) و سپس پنتا‌کلرور فسفر جامد (PCl_5) می‌دهد.



فسفر سفید در مجاورت ید آتش می‌گیرد و یدور فسفر می‌دهد. گوگرد با فسفر سولفورهای می‌دهد که از همه مهمتر P_4S_3 سولفور فسفر است که در کبریت‌سازی مصرف می‌شود. مهمترین مورد استعمال فسفر در کبریت‌سازی است.

کبریت - برای تهیه کبریت، چوب سفید عادی را به وسیله ماشینهای مخصوصی به صورت چوب کبریت بریده در محلولی از فسفات امونیم یا سولفات سدیم فرو می‌برند. این ماده مانع می‌شود که پس از خاموش کردن کبریت آتشی در نوک آن باقی بماند، چه همین امر غالباً موجب خطرهای آتش‌سوزی می‌شود. سپس چوبها را در پارافین وارد کرده، نوک آنها را در خمیری از سولفور انتیموان یا سولفور فسفر و کرات پتاسیم و چسب فرو می‌برند تا کمی از این مواد به نوک کبریت

-۱۷۷-



بچسبد (شکل ۹۸). این نوع کبریت باسانی مشتعل نمی‌شود و باید آن را به کنار قوطی کبریت کشید تا حرارت حاصل، نوک کبریت را روشن کند. به کنار قوطی کبریت پوششی از فسفر سرخ و گرد شیشه و چسب کشیده شده است.

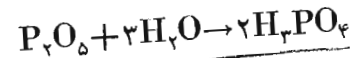
اسیدهای فسفر

فسفر اسیدهای مختلف دارد. مهمترین آنها از این قرارند:

۱- **اسید فسفر و H_3PO_3** - این اسید از ترکیب انیدرید فسفر و آب بدست می‌آید.



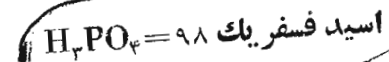
۲- **اسید ارتوفسفریک H_3PO_4** - اگر انیدرید فسفریک را که ماده‌ای سفید رنگ و شبیه برف یا شکر ریز است کم‌کم در آب جوش بریزیم، اسید فسفریک بدست خواهد آمد.



۳- اسید متافسفريك HPO_3 اگر انیدرید فسفريك را با آب سرد ترکیب کنیم، اسید متافسفريك بدست خواهد آمد.

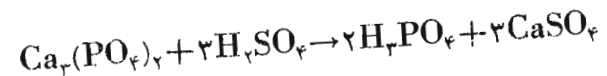


۴- اسید پیروفسفريك $H_4P_2O_7$ اگر اسید ارتوفسفريك را تا 215° حرارت دهیم، اسید پیروفسفريك بدست می آید. در هر حال نمی توان آن را از ترکیب مستقیم انیدرید فسفريك با آب بدست آورد.

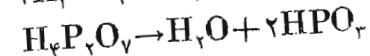
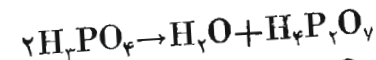


مهمترین اسیدهای فسفر اسید ارتوفسفريك است.

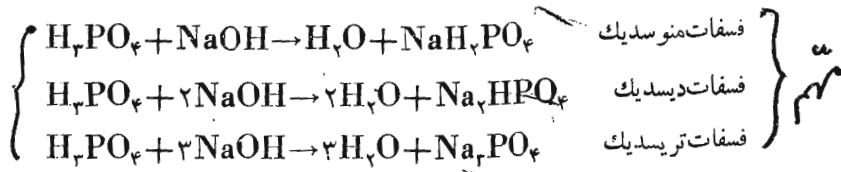
طرز تهیه - این اسید را از تأثیر اسید سولفوریک بر فسفات کلسیم تهیه می کنند.



خواص - اسید ارتوفسفريك بلورهای بیرنگی تشکیل می دهد که در 42° ذوب می شود و خیلی در آب محلول است. محلول اسید فسفريك معمولی آزمایشگاه غلیظ و شربتی شکل است و در حدود ۸۵ درصد اسید خالص دارد. اسید ارتوفسفريك در اثر حرارت ابتدا به اسید پیروفسفريك و سپس به اسید متافسفريك تبدیل می شود.



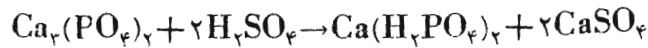
اسیدی است سه ظرفیتی و با سود سه نمک مختلف تولید می کند.



اسید فسفريك اسیدی نسبتاً قوی است، ولی فسفات منوسدیک با وجود داشتن دو ئیدروژن اسیدی، خاصیت يك اسید ضعیف را دارد و فسفات دیسدیک، با داشتن يك ئیدروژن اسیدی، خاصیت قلیایی دارد و بالاخره فسفات تریسدیک بشدت قلیایی است.

کودهای شیمیایی

فسفاتها به عنوان رشوه برای تقویت زمینهای زراعتی بکار می روند، ولی برای آنکه این ترکیبات برای گیاه قابل جذب باشند فسفاتهای طبیعی را کوبیده با اسید سولفوریک رقیق عمل می کنند.



بعد آن را کوبیده برای فروش حاضر می کنند. این مخلوط به نام سوپرفسفات موسوم است (فسفات منوکلسیك حاصل در آب محلول است و بهتر جذب گیاه می شود).

استعمال کودهای شیمیایی برای تقویت خاکهای زراعتی نهایت لزوم را دارد؛ زیرا به این طریق مواد لازم برای کشت هر گونه گیاه غذایی یا صنعتی فراهم می شود؛ یعنی اگر زمین دارای بعضی مواد لازم نیست،

آن مواد را به زمین می‌دهند. همچنین اگر در اثر برداشت محصول متوالی، بعضی مواد لازم در زمین کم شود این مواد را به صورت کود به خاک می‌افزایند. برای تقویت زمینهای زراعتی سه دسته مواد شیمیایی لازم است که بترتیب عبارتند از:

الف- ترکیبات نیتروژن دار، ب- ترکیبات پتاسیم، ج- فسفاتهای محلول. کودهای شیمیایی کامل باید دارای کمی کلسیم و منیزیم و گوگرد نیز باشند. کودهای شیمیایی عادی هم معمولاً مخلوطی از این مواد هستند ولی البته نسبت آنها با نوع خاک و جنس محصول فرق می‌کند. مثلاً به بعضی از زمینها که خیلی اسیدی هستند، آب آهک اضافه می‌کنند تا برای زراعت ذرت و گندم و غیره مناسب باشند.

معمولاً مقدار فسفر را به حسب انیدرید فسفریک و پتاسیم را به حسب K_2O و نیتروژن را به حسب مقدار درصد نیتروژن، روی بسته‌های کود شیمیایی می‌نویسند و گاهی به ذکر اعداد مختصر مثلاً ۴-۸-۴ قناعت می‌شود. مقصود آن است که در این کود، ۴ درصد نیتروژن و ۸ درصد انیدرید فسفریک و ۴ درصد اکسید پتاسیم موجود است. در سالهای اخیر که امونیاك به راه ترکیب و به قیمت ارزان تهیه می‌شود، برای تقویت زمینهای زراعتی با بکار بردن امونیاك خالص، نیتروژن زمینها را تأمین می‌کنند. برای تأمین فسفر لازم هم از فسفاتها و گرد استخوان که دارای مقدار زیادی کلسیم و فسفر است استفاده می‌شود. (خاکستر هم مقدار زیادی ترکیبات پتاسیم دارد).

طرز شناختن فسفاتها - فسفاتهای فازات قلیایی و فسفاتهای دی‌بازیک در آب محلول هستند. فسفاتهای دیگر نامحلولند، ولی در

اسیدها محلولند.

۱- فسفاتهای محلول با نیترات نقره رسوب زرد فسفات نقره (Ag_3PO_4) می‌دهند.

۲- فسفاتهای محلول با محلول مخلوط $MgCl_2$ و NH_4Cl و NH_3 رسوب سفید متبلور فسفات امونیاکومنیزین $(MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O)$ می‌دهند.

تمرین و مسئله

۱- فسفر در طبیعت به چه صورت موجود است و کدام غذاها فسفر دارند؟

۲- دستور عملی استخراج فسفر در سال ۱۷۷۵ به توسط شتل داده شد. در این طریقه فسفات کلسیم را به اسید فسفریک تبدیل می‌کنند و اسید حاصل را به توسط زغال احیا می‌کنند. فرمولهای عمل را بنویسید.

۳- طریقه الکتریکی و دستور شتل در تهیه فسفر از نظر اکسیداسیون و احیا چه تفاوت دارند؟

۴- کدام عناصر دارای اشکال آلوتروپی هستند و آلوتروپی با ایزوتروپی چه فرقی دارد؟

۵- چگونه فسفر سفید به فسفر سرخ تبدیل می‌شود؟ چرا فسفر سفید از فسفر سرخ خطرناکتر است؟

۶- چگونه می‌توانید فسفر را به فسفات کلسیم تبدیل کنید؟

۷- ظرفیت فسفر را در اسیدهای مختلف آن حساب کنید و فرمول ساختمانی

اسیدهای فسفر را نمایش دهید.

۸- فسفاتهای محلول را چگونه می‌شناسید؟

-۱۸۲-

۹ - تعیین کنید که برای تهیه ۱۲۴ گرم فسفرچه مقدار فسفات تریکلسیک لازم است و حجم گازهای حاصل چند لیتر است ؟

(ج : اول ۶۲۰ گرم فسفات ، دوم ۲۲۴ لیتر)

۱۰ - ۶/۲ گرم فسفر را در اسید نیتریک می جوشانیم . جرم اسید فسفریک حاصل را حساب کنید .

(ج : ۱۹/۶)

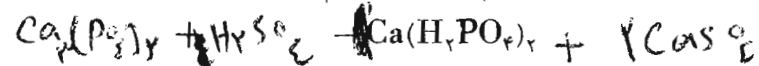
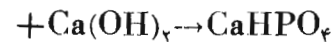
۱۱ - ۱/۹۶ گرم اسید فسفریک خالص را با آهک خنثی می کنیم تا به فسفات کلسیم نامحلول تبدیل شود . جرم نمک حاصل را حساب کنید .

(ج : ۳/۱)

۱۲ - اسید فسفریک با سود سه نوع نمک تولید می کند . مقدار درصد سدیم را در هر یک تعیین کنید .

(ج : ۱۹/۱ ، ۳۲/۴ ، ۴۲)

۱۳ - این فرمولها را کامل کنید :



۱۴ - اگر PCl_5 را بر آب اثر دهیم ، HCl و اسید فسفریک تولید

می شود . حساب کنید اگر یک صدم مولکول گرم پنتاکلرور فسفر را در آب حل کنیم چند مولکول گرم سود برای خنثی کردن کامل محلول حاصل لازم است .

فصل دوازدهم

تعیین ترکیب صد قسمتی، تعیین فرمول ساده مواد مرکب

و چند قانون شیمی

ترکیب صد قسمتی - باید دانست که نسبت جرمهای عناصری که يك ماده مرکب را تشکیل می دهند همیشه ثابت است. مثلاً ۱۲ گرم کربن همیشه با ۳۲ گرم اکسیژن برای تشکیل ۴۴ گرم CO_2 ترکیب می شود. مقصود این است که در هر ۴۴ گرم CO_2 ، ۱۲ گرم کربن وجود دارد. پس می توان حساب کرد که در هر ۱۰۰ گرم CO_2 چقدر کربن و چقدر اکسیژن موجود است:

$$\begin{aligned} \text{درصد } \text{C} &= m_{\text{C}} = \frac{12}{44} \times 100 = 27/3 \\ \text{درصد } \text{O} &= m_{\text{O}} = \frac{32}{44} \times 100 = 72/7 \end{aligned}$$

$$\text{درصد} = 100 = \text{جمع}$$

می گوئیم که ترکیب صد قسمتی گاز کربنیک از این قرار است:

$$m_{\text{O}} = 72/7 \text{ درصد و } m_{\text{C}} = 27/3 \text{ درصد}$$

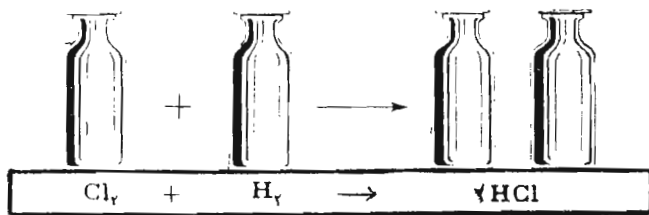
تعیین فرمول ساده مواد مرکب - تعیین فرمول گاز کربنیک-

فرض کنیم که به وسیله تجزیه شیمیایی ترکیب صد قسمتی گاز کربنیک تعیین شده باشد (درصد $m_{\text{C}} = 27/3$ و درصد $m_{\text{O}} = 72/7$)، می خواهیم فرمول آن را بدست آوریم. برای این منظور جرم هر يك از عناصر را به

مختلف بدهند، همیشه مقادیری از عنصر دوم که با مقدار معینی از عنصر اول ترکیب می شوند بین خود يك نسبت ساده دارند .

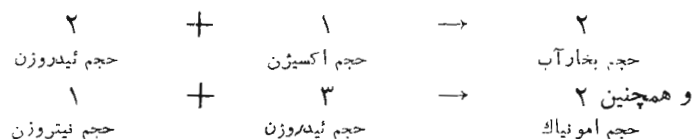
قانون ترکیب حجمی گازها - قانون گیلوساک - گیلوساک^۱

دانشمند فرانسوی با آزمایشهای متعدد ثابت کرد که در فشار و دمای ثابت نسبت بین حجم گازهایی که در واکنش با یکدیگر شرکت می کنند و نیز نسبت حجم هریک از آنها با حجم گازهایی که از واکنش آنها بدست می آیند (اگر گاز باشند) اعداد ساده ای هستند . مثلاً يك حجم کربن با يك حجم نیتروژن ، دو حجم کلرور نیتروژن می دهد (شکل ۹۹) .



شکل ۹۹ - ترکیب حجمی گازها

همینطور دو حجم نیتروژن با يك حجم اکسیژن ، دو حجم بخار آب تولید می کند .



چنانکه مشاهده می شود بین حجم گازهایی که بر هم اثر می کنند و حجم گازهایی که بدست می آیند نسبتهای ساده برقرار است .

گیلوساک از سادگی این نسبتها در شگفت بود ، لیکن نمی توانست

جرم اتمی آن عنصر تقسیم می کنیم .

$$\text{عدد اتم گرمهای اکسیژن} = \frac{۳۲/۷}{۱۶} = ۴/۵۴$$

$$\text{عدد اتم گرمهای کربن} = \frac{۲۷/۳}{۱۲} = ۲/۲۷$$



یعنی :

ولی عدد اتمهای هر عنصر در يك ترکیب باید عدد صحیحی باشد .

برای اینکه عدد اتمهای C برابر يك شود ، هر دو را به ۲/۲۷ تقسیم می کنیم تا فرمول ساده ماده بدست آید .



چنانچه در مورد اکسیژن همین عمل را می کردیم فرمول حاصل

$\text{C}_۲\text{O}$ می شد که با ضرب کردن در عدد ۲ همین فرمول بدست می آید .

باید دانست که فرمول حقیقی ماده ممکن است $(\text{CO}_۲)_n$ باشد ،

که با تعیین جرم مولکولی آن مقدار n را می توان معین کرد .

قانون نسبتهای اضعافی یا قانون دالتون

در اکسیدهای نیتروژن ، که در چند درس قبل ، از آنها نام

بردیم ، مقادیر مختلف اکسیژن که با مقدار ثابت ۲۸ گرم نیتروژن

ترکیب شده اند بین هم نسبت ساده ۱-۲-۳-۴-۵ را دارند . از دقت در

فرمولهای این اکسیدها ، قانون زیر که به نام قانون نسبتهای اضعافی یا

قانون دالتون معروف است نتیجه می شود :

وقتی که دو عنصر به چند نسبت مختلف باهم ترکیب شوند و مواد

علت آن را تعبیر کند، ولی بعدها قانون آووگادرو این مشکل را حل کرد.

قانون آووگادرو - آووگادرو با توجه به خواص گازها به این نتیجه رسید که: در فشار و دمای ثابت حجمهای مساوی از گازهای مختلف دارای تعداد مولکولهای مساوی هستند.

حجم مولکولی - جرم مخصوص معمولی يك گاز جرم يك لیتر آن گاز در شرایط متعارفی بر حسب گرم می باشد. هرگاه جرم مولکولی يك گاز را بر جرم مخصوص آن تقسیم کنیم حجم يك مولکول گرم گاز در شرایط متعارفی بدست می آید.

قانون آووگادرو نشان می دهد که این مقدار برای تمام گازها تقریباً یکی بوده و مساوی ۲۲/۴ لیتر می باشد.

چگالی یا دانسیته نسبی گازها - چگالی یا دانسیته نسبی دو ماده عبارت است از نسبت دو جرمی از آن دو که حجم مساوی داشته باشند. مثلاً جرم يك سانتیمتر مکعب جیوه ۱۳/۶ و جرم يك سانتیمتر مکعب آب يك گرم است پس دانسیته نسبی جیوه نسبت به آب $\frac{13.6}{1} = 13.6$ می باشد. چون حجم مولکولی گازها بنابر آنچه گفته شد باهم برابرند پس چنانچه جرم مولکولی يك ماده را به جرم مولکولی ماده دیگر تقسیم کنیم چگالی یا دانسیته نسبی بین آن دو در حالت گازی پیدا می شود. مثلاً جرم مولکولی O_2 مساوی ۳۲ و جرم مولکولی نئیدروژن مساوی ۲ است، پس چگالی اکسیژن نسبت به نئیدروژن مساوی $\frac{32}{2} = 16$ است. معمولاً چگالی گازها را نسبت به هوا می سنجند.

پس چگالی يك گاز نسبت به هوا مساوی نسبت جرم گاز است به

جرم هوای هم حجم آن (در شرایط مساوی حرارت و فشار).

$$d = \frac{\text{جرم مقناری از گاز}}{\text{جرم هوای هم حجم گاز}}$$

اگر حجم مشترك را ۲۲/۴ لیتر فرض کنیم خواهیم داشت:

$$d = \frac{\text{جرم } 22/4 \text{ لیتر گاز}}{\text{جرم } 22/4 \text{ لیتر هوا}}$$

از طرفی می دانیم که ۲۲/۴ لیتر از هر گاز يك مولکول گرم (M)

است و هر لیتر هوا تقریباً ۱/۳ گرم جرم دارد، بنابراین:

$$d = \frac{\text{يك مولکول گرم گاز}}{22/4 \times 1/3} = \frac{M}{29}$$

$$d = \frac{M}{29}$$

مثال - چگالی گاز کربنیک نسبت به هوا مساوی است با:

$$d = \frac{M}{29} = \frac{44}{29} = 1.5$$

و چگالی نئیدروژن نسبت به هوا مساوی است با:

$$d = \frac{M}{29} = \frac{2}{29} = \frac{1}{14.5}$$

تمرین

۱ - ساده ترین فرمول ماده شیمیایی را که از ۶۳/۶۴ درصد نیتروژن و

۳۶/۳۶ درصد اکسیژن تشکیل یافته است، معین کنید.

۲ - در پیریت آهن در مقابل ۷ قسمت وزنی آهن ۸ قسمت وزنی گوگرد

موجود است ، فرمول ساده پیریت آهن را معین کنید .

۳- نمکی دارای ترکیب درصد زیر است : نیتروژن ۳۵ درصد ، ئیدروژن ۵ درصد ، اکسیژن ۶۰ درصد . از تأثیر قلیا بر این نمك ، امونیاك تولید می شود . فرمول نمك را معین کنید .

۴- چگالی گازهای زیر را نسبت به ئیدروژن حساب کنید : نیتروژن ، كلر ، آرگون ، امونیاك ، سولفور ئیدروژن ، كلرور ئیدروژن ، هلیم .
۵- چگالی گازی نسبت به هوا ۱/۲۵ است ، جرم مولکولی گاز را معین کنید .

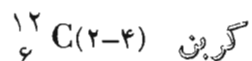
۶- يك لیتر هلیم در شرایط متعارفی ۱۷۸۵ / ۰ گرم جرم دارد . مولکول هلیم از چند اتم تشکیل یافته است ؟

۷- چند مترمکعب اکسیژن برای سوختن يك متر مکعب مخلوط گازی دارای ۵۰ درصد حجمی ئیدروژن و ۵۰ درصد حجمی اکسید کربن ، مصرف می شود ؟

فصل سیزدهم

گروه چهارم

این گروه شامل دو عنصر چهار ظرفیتی یعنی کربن و سیلیسیم است. ترکیبات تیدروژن دار این عناصر یعنی CH_4 و SiH_4 گازی شکل و کاملاً خنثی هستند.



حالت طبیعی - بدن موجود زنده از موادی تشکیل شده است که آنها را مواد آلی می نامیم. یکی از عناصر تشکیل دهنده همه این مواد کربن می باشد، بنابراین کربن در بدن تمام موجودات زنده وجود دارد. اتمهای کربن چون می توانند به هم پیوندند ترکیبات متنوع و فوق العاده زیاد آلی را تشکیل می دهند و شیمی آلی بخشی از شیمی است که موضوعش مطالعه در باره این مواد است.

جزء اعظم نفت و زغال سنگ که امروزه مهمترین منبع انرژی برای بشر می باشند نیز کربن است. کربن به صورت انواع مختلف کربناتها در طبیعت به مقدار زیاد یافت می شود و در جو به صورت انیدرید کربنیک به مقدار کم موجود است. کربن خالص در طبیعت به صورت الماس و گرافیت است.

خواص فیزیکی و آلتوتروپی کربن - بعضی از انواع کربن

متبلور و بعضی دیگر بی شکلند. الماس و گرافیت نوع متبلور، آنتراسیت و زغالهای گوناگون نوع بی شکل آن هستند.

الماس - الماس نوعی کربن متبلور است که معمولاً بیرنگ بوده و گاهی هم بدرنگهای مختلف دیده می شود. برای ظاهر ساختن درخشندگی

الماس آن را تراش

می دهند. ضریب

انکسار الماس زیاد

است و درخشندگی

آن نتیجه انعکاس

نور در سطوح

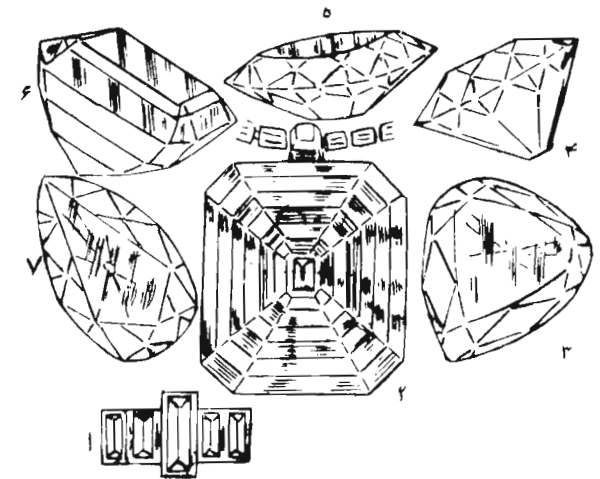
مختلفی است که در

اثر تراش بوجود

می آید. تراش

الماس به اشکال

گوناگون انجام



۱- پاکت ۲- برش مربی ۳- قلبی شکل ۴- برین
۵- مارگز ۶- چهار گوش ۷- بادامی

شکل ۱۰۰

می شود. در شکل ۱۰۰ بعضی از انواع آن را مشاهده می کنید.

الماس سخت ترین ماده است و این سختی به علت طرز خاص قرار گرفتن اتمهای کربن در بلور آن می باشد. امروزه با استفاده از اشعه X معلوم شده است که در الماس هر اتم کربن در وسط یک چهاروجهی منتظم قرار گرفته و با چهار اتم کربن دیگری که در چهار رأس چهاروجهی قرار گرفته اند پیوند دارد (شکل ۱۰۱).

جرم مخصوص آن 3.5 g/cm^3 می باشد و تنها به کمک خاکه های خود

تراشیده می شود. سنگینی آن را با قیراط

(2° گرم) می سنجند. بزرگترین الماسی

که تاکنون بدست آمده است قبل از تراش

3032 قیراط وزن داشته است. الماسهای

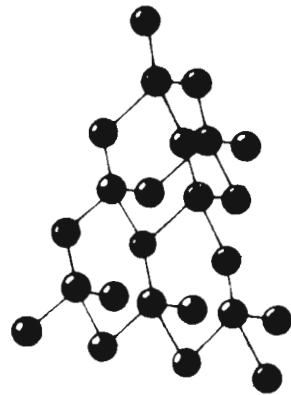
پست را برای بریدن شیشه و سوراخ

کردن سنگهای خارا بکار می برند. الماس

در درجات حرارت زیاد در اکسیژن می -

سوزد و تنها ترکیبی که از آن بدست می آید

انیدرید کربنیک است.



شکل ۱۰۱ - طرز قرار گرفتن اتمهای کربن در الماس

گرافیت نیز کربن متبلور است و شبکه بلورین آن مطابق شکل ۱۰۲

می باشد. گرافیت برخلاف الماس، بسیار نرم،

سیاه، کدر و برگ شدنی است. جرم مخصوص آن

بین $2/3$ تا $2/17$ می باشد. حرارت و الکتریسیته

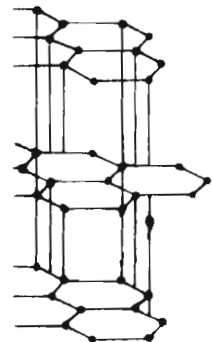
را بخوبی هدایت می کند. بیش از تمام مواد در

مقابل حرارت مقاومت دارد و برای ساختن

بوته و مغز مداد، مصرف می شود. امروزه

گرافیت و الماس را به طریق مصنوعی نیز تهیه

می کنند.



شکل ۱۰۲ - طرز قرار گرفتن اتمهای کربن در گرافیت

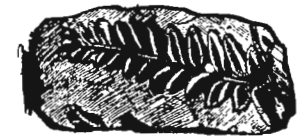
زغالها

زغالها اجسام سیاه رنگی هستند که جزء اعظم آنها کربن است و به عنوان سوخت بکار می روند. زغالها را به دو دسته تقسیم می کنند:

زغالهای طبیعی و زغالهای مصنوعی.

مهمترین اقسام زغالهای طبیعی به ترتیب مقدار درصد کربن آنها از این قرارند: **آنتراسیت** (۹۵ درصد)، **زغال سنگ معمولی** (۷۵ تا ۹۰ درصد)، **لیگنیت** (۶۰ درصد) و **تورب** (۵۰ درصد).

زغال سنگها در نتیجه تجزیه مواد گیاهی بوجود آمده اند. گیاهانی که در ادوار گذشته در روی زمین بوده اند و بخصوص در دوره کربنیفر توسعه فراوانی داشته اند، در زیر گل ولای مدفون شده در اثر فشار و حرارت و عوامل دیگر کم کم تجزیه شده مقدار زیادی از ئیدروژن و اکسیژن خود را از دست داده به صورت انواع مختلف کربن باقی مانده اند و این مسئله از شکل شاخ و برگ گیاهان گوناگون که بر روی زغال سنگها دیده می شود کاملاً بثبت می رسد (شکل ۱۰۳).



شکل ۱۰۳

زغالهای مصنوعی

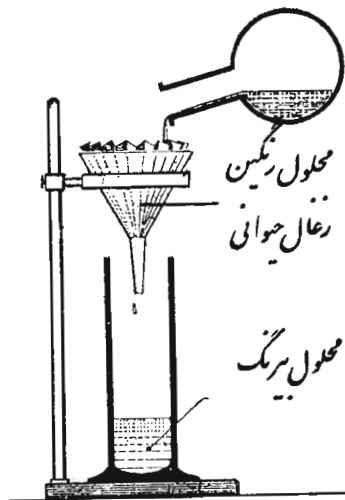
زغال حیوانی از تکلیس استخوان حیوانات بدست می آید. دارای کمی کربن و مواد معدنی استخوان است. خاصیت مهم این زغال

جذب گاز و مواد رنگی است و رنگ محلولهای آلی مانند شیرۀ رنگین چغندر را می برد (شکل ۱۰۴).

زغال چوب - چوب را در واگنهایی قرار داده در کوره های

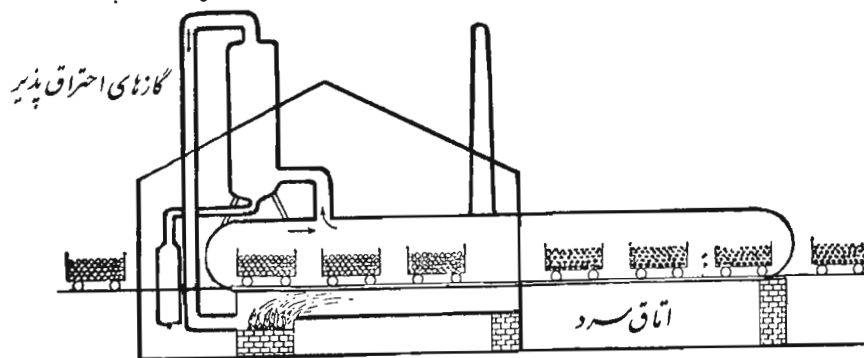
بزرگ (شکل ۱۰۵) چند ساعت حرارت می دهند و از بخارهای حاصل

الکل چوب و جوهر سرکه و قطران بدست می آورند. بطور کلی هر چه درجه حرارت کوره بیشتر باشد، کربن زغال حاصل بیشتر خواهد بود. در ایران برای تهیه زغال، چوب را در کوره یا در چاههایی سوزانده، سیاه می کنند. هر تن چوب معمولی بیشتر از ۲۰۰ کیلو گرم زغال نمی دهد.



شکل ۱۰۴

زغال چوب، مایعات و گازها مخصوصاً گازهای محلول در آب را



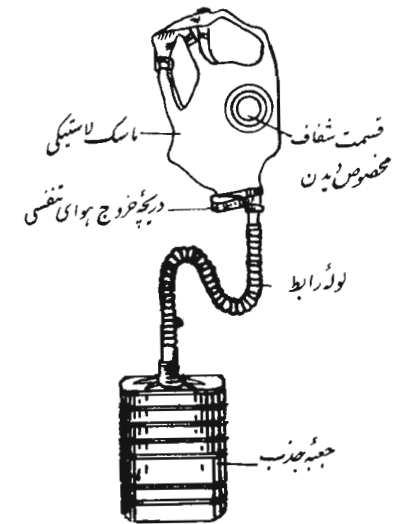
شکل ۱۰۵

جذب می کند . يك گرم زغال چوب ۱۸۵ سانتیمتر مكعب امونیاك و ۴۷ سانتیمتر مكعب گاز كربنيك و ۹۹ سانتیمتر مكعب گاز سولفور ئیدروژن را جذب می کند و این وسیله خوبی برای بی بو کردن آبهایی است که شامل گازهای مختلف می باشند .

زغال فعال نوعی زغال است که به علت داشتن خلل و فرج زیاد خاصیت جذب زیادی دارد و با اضافه کردن بعضی کاتالیزورها می تواند بعضی گازها را عبور دهد و بعضی دیگر را جذب کند . از همین خاصیت برای تهیه ماسکهای گاز استفاده می شود (شکل ۱۰۶) .

زغال كك وزغال قرع - برای تهیه زغال كك و گاز چراغ ،

زغال سنگ را در دیگهای بزرگ سر بسته از گل آتشخوار حرارت می دهند . در این عمل روی جدار دیگ ماده سختی موسوم به زغال قرع می بندد که برای پیلها و چراغهای زغالی و کوره های الكتریك بكار می رود . درون دیگ نیز زغال متخلخل می ماند که به زغال كك موسوم است . زغال كك در حرارت زیاد بدون دود و شعله می سوزد . كك دارای



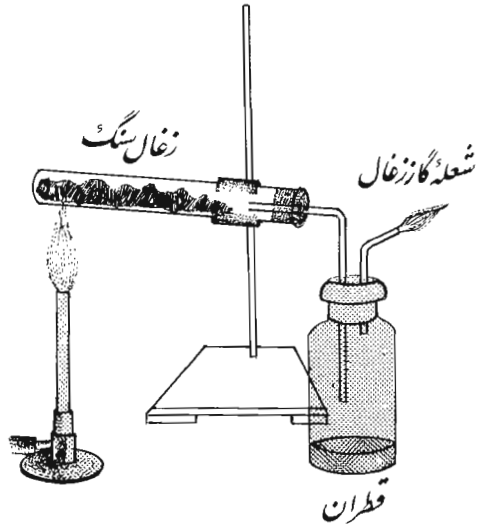
شكل ۱۰۶

۹۰ درصد کربن بی شکل می باشد و به عنوان يك ماده احیا کننده در استخراج فلزها استعمال می شود . بعضی از گازهای حاصل از عمل فوق پس از سرد شدن به صورت مایع سیاه رنگی در می آید که قطران زغال نامیده

می شود و شامل مواد مختلف آلی است که به وسیله تقطیر آنها را بدست می آورند . گازهایی که باقی می ماند سوزاست و از آن گاز چراغ تهیه می کنند .

دوده زغالی است

بی شکل که از سوزاندن تربانتین، قطران، نفت و لاستیک در هوای کم بدست می آید . دوده پست برای نقاشی به رنگ سیاه ، و دوده های مرغوب (دوده استیلین و غیره) برای تهیه



شكل ۱۰۷

واکس و مرکب چاپ و غیره بكار می روند .

ایز توپهای کربن - کربن دارای دو ایزوتوپ C_{12} و C_{14} است

که اولی پایدار و دومی رادیواکتیو است . نصف عمر C_{14} مساوی ۵۷۷۰ سال است و از این خاصیت برای تحقیق عمر بناهای تاریخی زیر خاکی استفاده می کنند .

خواص شیمیایی - مهمترین خاصیت کربن میل ترکیبی آن با

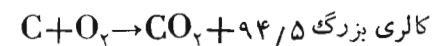
اکسیژن است و از این رو احیا کننده ای قوی است . از این خاصیت برای

۱- نصف عمر يك ماده رادیواکتیو مدتی است که در آن مدت نصف

اتمهای ماده رادیواکتیو متلاشی می شود و به چیزهای دیگر تبدیل می شود .

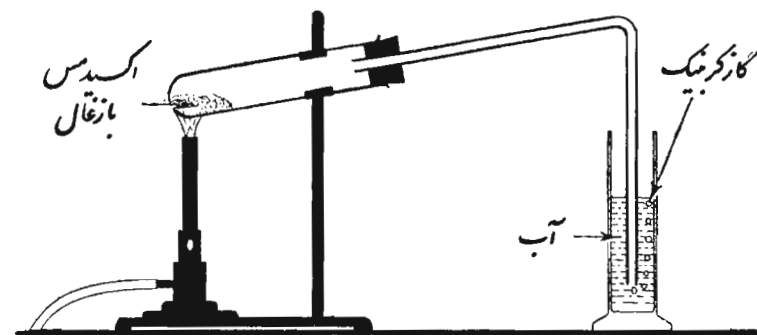
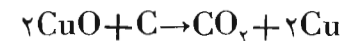
احیای مواد اکسیژن دار مخصوصاً اکسیدهای فلزی استفاده می کنند .

تمام اقسام کربن در اثر حرارت در هوا می سوزند و هر چه ، با دمیدن یا وسایل دیگر، مقدار اکسیژن را زیاده تر کنیم ، شدت احتراق بیشتر خواهد شد .



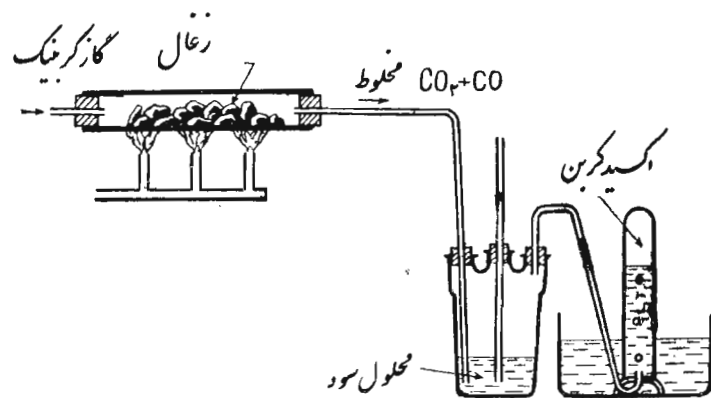
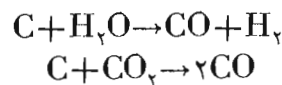
در درجه حرارت زیاد یا در مجاورت اکسیژن کم ، اکسید کربن بدست می آید .

احیا کنندگی - آزمایش - الف - در یک لوله آزمایش مخلوطی از اکسید مس و خاکه زغال را حرارت دهید . ذره های مس سرخ رنگ و گاز کربنیک انجام یافتن واکنش زیر را نشان می دهند (شکل ۱۰۸) :



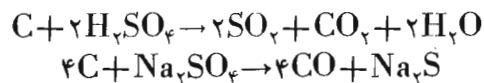
شکل ۱۰۸

ب - کربن در درجه حرارت زیاد (۱۰۰۰ درجه) گاز کربنیک و بخار آب را تجزیه می کند (شکل ۱۰۹) .



شکل ۱۰۹

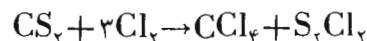
ج - کربن اسیدها و نمکهای اکسیژن دار را هم به کمک حرارت تجزیه می کند .



ترکیب با سایر عناصر - کربن به کمک حرارت زیاد با بعضی عناصر نیز ترکیب می شود .

الف - با تیترورژن در ۱۲۰۰ درجه ، متان و در مجاورت جرقه الکتریک ، استیلن می دهد .

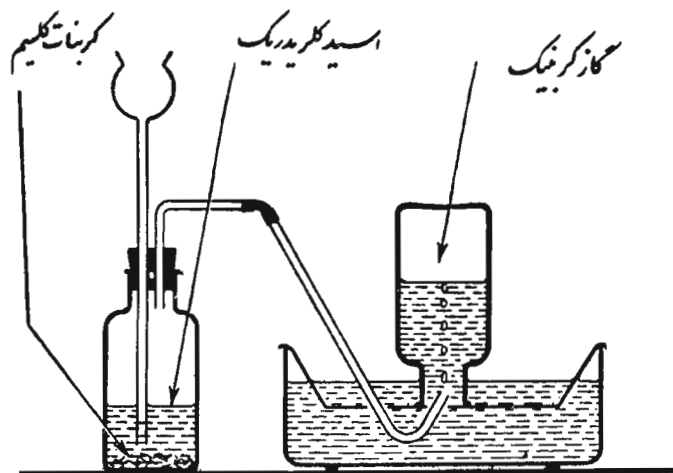
ب - کلر مستقیماً با کربن ترکیب نمی شود ولی بطور غیر مستقیم مثلاً در واکنش با سولفور کربن CCl_4 می دهد .



ج - با گوگرد در کوره الکتریک سولفور کربن (CS_2) می دهد که مایعی است بیرنگ و بدبو و سمی و بشدت آتشگیر .

انیدرید کربنیک $\text{CO}_2 = ۴۴$

حالت طبیعی - انیدرید کربنیک به مقدار کم در هوا موجود است و نسبت حجمی آن تقریباً ثابت و در حدود ۳ ده هزارم است. انیدرید کربنیک از اکسیداسیون و فساد مواد آلی به طرق مختلف مانند تنفس،



شکل ۱۱۰ - طرز تهیه گاز کربنیک

سوختن مواد سوختنی و غیره تولید می شود و همچنین از بعضی منافذ زمین خارج می شود. همین مقدار انیدرید کربنیک نقش مهمی در زندگی دارد، زیرا گیاهان با جذب همین انیدرید کربنیک مواد غذایی مانند قند، نشاسته و غیره را ایجاد می کنند.

طرز تهیه - در آزمایشگاه - گاز کربنیک از تأثیر اسیدها بر کربناتها تهیه می شود. از جوهر نمک و سنگ مرمر نیز می توان (شکل ۱۱۰) گاز کربنیک بدست آورد.

۵ - بافلزها کربورهایی می دهد که مهمتر از همه کربور کلسیم و کربور آلومینیم است.

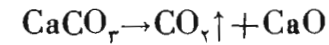
طرز شناختن - برای شناختن کربن و موادی که دارای کربن هستند آنها را در جریان اکسیژن با اکسید مس حرارت می دهند و گاز کربنیک حاصل را به کمک آب آهک می شناسند.

تمرین

- ۱ - کربن چند ایزوتوپ و چند شکل آلوتروپی دارد؟
- ۲ - زغال کک و زغال سنگ و زغال چوب هر یک چه ارزش و چه مزیتی دارد؟
- ۳ - کربن در چه شرایط با اکسیژن، CO و در چه شرایط، CO_2 می دهد؟
- ۴ - فرمول اثر کربن را بر اسید سولفوریک و اسید نیتریک گرم و غلیظ بنویسید و درجه اکسیداسیون کربن و گوگرد یا کربن و نیتروژن را در دو طرف فرمول مقایسه کنید.
- ۵ - کربن و گوگرد در چه شرایطی ترکیب می شوند؟ و این ترکیب با سوختن زغال در اکسیژن چه تفاوت و چه شباهتی دارد؟
- ۶ - به کمک چه آزمایش ساده ای اکسید مس سیاه رنگ را از پودر زغال تمیز می دهید؟



دستگاه تهیه CO_2 شبیه به دستگاه ئیدروژن گیری است .
در کارخانه های قندسازی گاز کربنیک لازم را از پختن سنگ آهک بدست می آورند .



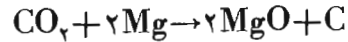
خواص فیزیکی - گازی است بیرنگ و بی بو، محلول آن در آب اندکی ترش مزه است، از هوا سنگین تر است ($d = \frac{44}{22}$) و به همین مناسبت می توان آن را مانند مایعات از ظرفی به ظرف دیگر ریخت . در آب کمی حل می شود (یک لیتر در هر لیتر) .

در اثر فشار زیاد می توان مقدار بیشتری از این گاز را در آب حل کرد (نوشابه گازدار) .

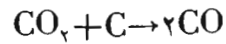
انیدرید کربنیک در فشار ۷۰ جو در درجه حرارت معمولی مایع می شود. در صنعت انیدرید کربنیک مایع را در بطری های چدنی نگهداری می کنند. از تبخیر انیدرید کربنیک مایع می توان سرمای زیاد تهیه کرد و مقداری از آن را به حالت جامد (یخ خشک) بدست آورد که برای سرد نگه داشتن مواد غذایی از آن استفاده می شود .

خواص شیمیایی - الف - ثبات - انیدرید کربنیک ماده ای است باثبات و تنها بر اثر حرارت زیاد یا احیا کننده های قوی تجزیه می شود و از این لحاظ با بخار آب قابل مقایسه است .

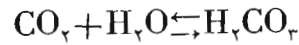
ب - اثر احیا کننده ها - آزمایش - یک نوار منیزیم را مشتعل کرده در شیشه گاز کربنیک وارد می کنیم . منیزیم در این گاز به سوختن خود ادامه می دهد و ذرات کربن به صورت دوده روی جدار شیشه می نشیند.



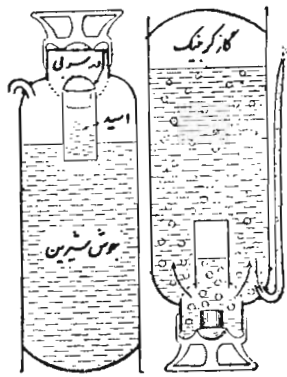
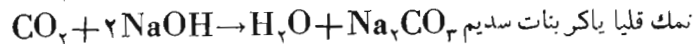
احیا کننده های ضعیف تر مانند زغال در درجه حرارت حدود ۱۰۰۰ درجه CO_2 را احیا و به CO تبدیل می کند .



ج - خاصیت انیدریدی - محلول غلیظ انیدرید کربنیک اندکی ترش مزه است و تورنسل را سرخ پیازی می کند . این محلول محتوی اسیدی است بسیار ضعیف، به نام اسید کربنیک .



این اسید مانند اسید سولفوروزود تجزیه می شود و تا کنون نتوانسته اند آن را به حالت خالص بدست آورند. با بازها دو نوع نمک می دهد.



شکل ۱۱۱

موارد استعمال - گاز کربنیک را در آتش نشانی به صورت گاز و یخ کربنیک مصرف می کنند . مخلوط این دو که از یک دستگاه محتوی انیدرید کربنیک مایع بیرون می ریزد هم در اثر سرد کردن و هم به علت تشکیل گاز CO_2 که

اکسیژن را از ماده سوختنی جدا می کند ، برای خاموش کردن آتش - سوزی های کوچک که در معرض جریان باد شدید نباشند خیلی مؤثر است. نوع دیگر دستگاه های آتش نشانی از دو ظرف تشکیل شده که یکی محتوی محلول جوش شیرین و دیگری محتوی محلول اسید است .

دهانه ظرف اسید به وسیله درپوش سربی بسته است . وقتی که دستگاه را واژگون کنند درپوش سربی می افتد و مخلوط اسید و بیکربنات ، مقدار زیادی انیدرید کربنیک تولید می کند (شکل ۱۱۱) . این گاز، آب محتوی ظرف را با فشار به خارج می پراکند . در این عمل اثر خاموش کردن بیشتر به وسیله آب انجام می شود . در طریقه دیگر بر همین اساس به جای اسید سولفوریک، سولفات آلومینیم بکار می برند . فرمول عمل از این قرار است:



مخلوط اخیر این مزیت را دارد که ئیدروکسید آلومینیم حاصل بر سطح ماده سوختنی می نشیند و لایه ای نسوز بر روی آن تشکیل می دهد .

گاز کربنیک را برای تهیه کربناتها و تهیه نوشابه های گازدار و نگاهداری میوه ها نیز بکار می برند .

دوره کربن - چنانکه دیدیم انیدرید کربنیک در هوا به نسبت سه

در ده هزار وجود دارد . در اثر

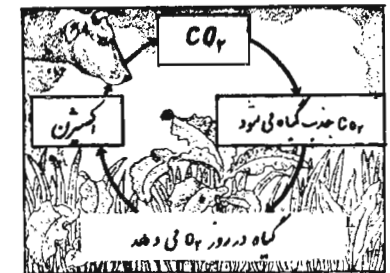
تنفس موجودات زنده و احتراق

مواد، بر مقدار انیدرید کربنیک

هوا اضافه می شود ، اما گیاهان در

عمل کربن گیری این گاز را جذب

می کنند بطوری که این نسبت ثابت



شکل ۱۱۲

می ماند . به این طریق کربن در طبیعت دور می زند (شکل ۱۱۲) .

کربناتها ، نمکهای اسید کربنیک هستند . غیر از کربناتهای قلیایی

همه کربناتهای خنثی در آب نامحلولند . بیکربناتها در اثر حرارت با سانی انیدرید کربنیک می دهند .



طرز شناختن - گاز کربنیک را به وسیله آب آهک که آن را

کدر می کند ، می شناسند . برای شناختن کربناتها و بیکربناتها ، بر آنها

اسید اضافه می کنند و گاز کربنیک حاصل را می شناسند .

اکسید کربن ۲۸ = CO

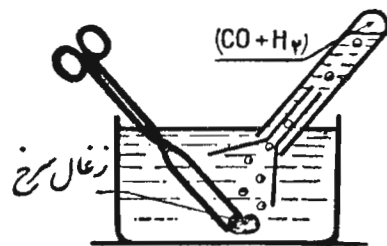
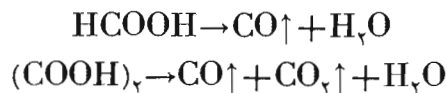
اکسید کربن در طبیعت یافت نمی شود و فقط از سوختن ناقص کربن

و ترکیبات کربن دار در درجه حرارت زیاد بدست می آید .

طرز تهیه - الف - در آزمایشگاه برای تهیه اکسید کربن به

کمک اسید سولفوریک گرم و غلیظ از اسید فرمیک یا اسید اکسالیک

آب جذب می کنند :



شکل ۱۱۳

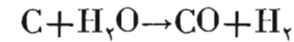
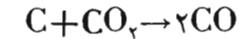
ب - در صنعت برای تهیه

این گاز به صورت سوخت گازی

شکل ، انیدرید کربنیک و بخار

آب را به وسیله زغال احیا می کنند

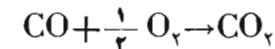
(شکل ۱۱۳):



موارد تشکیل اکسید کربن - وقتی که زغال در درجات حرارت زیاد و با اکسیژن کم می‌سوزد، در اثر احتراق ناقص، اکسید کربن حاصل می‌شود. بنابراین باید از تنفس در نزدیک کوره‌ها و در اتاقهای در بسته خودداری کرد. وقتی که موتور اتموویل سرد باشد یا در گاراژ بسته باشد و اتموویل کار کند، همین گاز سمی تشکیل می‌شود.

خواص فیزیکی - گازی است بیرنگ، بی‌بو و بسیار سمی و قابل نفوذ، سنگینی آن در حدود سنگینی هواست ($d = \frac{28}{29}$) و به همین مناسبت در محل تشکیل باقی می‌ماند. در 192° - مایع می‌شود، در آب کم محلول است.

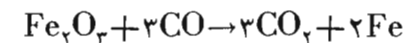
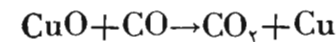
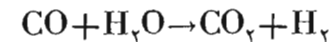
خواص شیمیایی - اکسید کربن، گازی است باثبات، خاصیت احیا کنندگی دارد. در هوا یا اکسیژن با شعله آبی رنگ می‌سوزد.



خاصیت احیا کنندگی - بخار آب و اکسیدهای فلزی را به کمک حرارت تجزیه می‌کند (شکل ۱۱۴).



شکل ۱۱۴



سمیت اکسید کربن - اکسید کربن گازی است بسیار خطرناک که چون بو و رنگ ندارد تشخیص داده نمی‌شود و اثر مسمومیت هنگامی ظاهر می‌گردد که انسان قدرت تکلم و حرکت ندارد. زیرا هموگلوبین خون در اثر ترکیب با این گاز ماده با ثباتی (کربوکسی هموگلوبین) می‌دهد. گلبولهای خون غیر فعال می‌شوند و دیگر نمی‌توانند اکسیژن را جذب کرده به بافتها برسانند. اگر يك درصد هوا اکسید کربن باشد، در چند دقیقه و اگر به نسبت $\frac{1}{500}$ باشد، در نیم ساعت شخص را از پا در می‌آورد، زیرا ۲۵۰ مرتبه بیشتر از اکسیژن جذب می‌شود. علامت آن سردرد و سرگیجه‌ای است که اول عارض می‌شود. بهترین وسیله برای نجات بیمار مسموم از اثر این گاز، تنفس مصنوعی با اکسیژن خالص و تزریق بلودومیتیل است.

تمرین و مسئله

- ۱ - چگونه CO را به CO₂ و برعکس تبدیل می‌کنند؟
- ۲ - انیدرید کربنیک و اکسید کربن را در موارد زیر مقایسه کنید:
 - الف - سنگینی نسبت به هوا، ب - قابلیت حل شدن در آب، ج - سوزا بودن، د - خاصیت احیا کنندگی، ه - اثر فیزیولوژی و سمیت، و - تمیز دادن از یکدیگر، ز - رنگ و بو و طعم.
- ۳ - کربناتها و بیکربناتها چطور به هم تبدیل می‌شوند؟
- ۴ - یخ خشک با یخ معمولی چه تفاوتی دارد و چگونه با انداختن آنها در آب، آنها را از یکدیگر تمیز می‌دهند؟
- ۵ - چه گازهایی به صورت متراکم یا مایع در صنعت تهیه و مصرف می‌شوند؟

-۲۰۷-

$\frac{10}{44}$ زیادتر می شود. اولاً حجم هریک از دو گاز را در مخلوط تعیین کنید. ثانیاً وزن یک لیتر مخلوط اولیه را تعیین کنید.

راهنمایی: از روی ازدیاد جرم مخصوص، افزایش جرم را تعیین می کنیم، این جرم اکسیژنی است که به وسیله CO جذب شده است.

(ج: اول، حجم CO $11/2$ لیتر و حجم CO_2 $22/4$ لیتر، دوم

$1/7$ گرم)

۱۵ - از 18 گرم اسید اکسالیک به کمک اسید سولفوریک، چند لیتر اکسید کربن و چند لیتر گاز کربنیک بدست می آید.

(ج: $4/48$ لیتر، $4/48$ لیتر)

۱۶ - می خواهیم شیشه ای به گنجایش 560 cm^3 را از اکسید کربن (در شرایط متعارفی) پر کنیم. معین کنید چند گرم اسید فرمیک لازم است.

(ج: $1/15$ گرم)

۱۷ - محلول مخلوطی از کربنات سدیم و کلرورسدیم در اثر اسید 448

سانتیمتر مکعب گاز کربنیک و در اثر محلول نیترات نقره $8/39$ گرم رسوب می دهد. حساب کنید جرم هریک از این دو نمک را.

(ج: $2/12$ گرم، $1/17$ گرم)

-۲۰۶-

۶ - کدام احیاکننده ها گاز کربنیک را احیا می کنند؟

۷ - از اثر گاز کربنیک بر محلول سود و کربنات سدیم، چه موادی بدست می آیند؟

۸ - چگونه کربناتها را می شناسید؟

۹ - بیکربنات سدیم خاصیت اسیدی دارد یا بازی یا خنثی؟

۱۰ - محلول سود و بیکربنات و کربنات سدیم را چگونه از هم تمیز می دهند؟

۱۱ - $1/2$ گرم کربن (زغال قند که تقریباً خالص است) را با اسید سولفوریک می جوشانیم. حجم گازهای حاصل را حساب کنید.

(ج: $6/72$ لیتر)

۱۲ - برای تهیه $2/24$ لیتر CO_2 چند گرم کربنات کلسیم لازم است؟ برای همین منظور چند گرم جوش شیرین را باید حرارت داد یا چند گرم سولفات آلومینیم و جوش شیرین را باید بر یکدیگر اثر داد؟

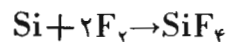
(ج: اول 10 گرم، دوم $16/8$ گرم، سوم $8/4$ گرم جوش و $5/7$ گرم سولفات آلومینیم)

۱۳ - در شهر تهران تقریباً یک صدهزار اتوموبیل کار می کند و هریک در هر روز بطور متوسط $2/5$ لیتر بنزین مصرف می کند. بنزین را می توان به فرمول C_6H_{14} تصور کرد (بنزین مخلوط چند ئیدروکربور است)، تعیین کنید روزانه چند لیتر هوا از صورت مفید خارج می شود و چند لیتر CO_2 تولید می گردد (احتراق را کامل فرض کنید)؟ جرم مخصوص بنزین را $0/8 \text{ g/cm}^3$ فرض کنید.

(ج: $24/7 \times 10^8$ لیتر هوا و $3/12 \times 10^8$ لیتر CO_2)

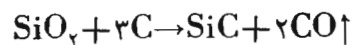
۱۴ - مخلوطی از CO و CO_2 $33/6$ لیتر حجم دارد و چون از روی اکسید مس سیاه گرم شده عبور داده شود، بدون افزودن حجم، جرم مخصوص

فلوئور بدون کمک حرارت با سیلیسیم ترکیب می شود .



کالر در ۴۵۰ درجه بر آن مؤثر است و SiCl_4 مایع تولید می کند .
نوع بی شکل ، سطحش در هوا کمی اکسید می شود و در ۴۰۰ درجه ، در
جریان اکسیژن می سوزد .

از ترکیب کربن و سیلیسیم در کوره الکتریک ماده سختی به فرمول
 SiC به نام کربوراندم تولید می شود که یاقوت را می برد .



سیلیس (افیدرید سیلیسیک) $\text{SiO}_2 = 60$

۶۰٪ قشر زمین سیلیس است و تقریباً قشر خارجی زمین را سیلیس
و آلومین (Al_2O_3) تشکیل می دهند .

سیلیس به صورت سنگهای خروجی مانند کوارتز و سنگهای
کورنالین و آمیتیست یافت می شود . کوارتز سیلیس متبلور است که بیرنگ
و به شکل منشور مسدس القاعده می باشد .

ماسه ، سیلیس و اکسید آلومینیم و اکسید آهن دارد . میکا و
بخصوص فلدسپات هم از سیلیکاتهای طبیعی فراوان هستند .

سیلیس در ساقه گندم و پوست اغلب گیاهان یافت می شود .

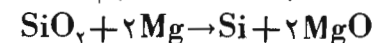
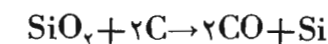
تهیه سیلیس - اسید سولفوریک را بر سیلیکاتهای محلول اثر

سیلیسیم

$^{28}_{14}\text{Si}$ (۲-۸-۴)

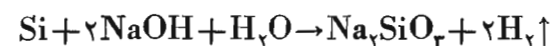
حالت طبیعی - به حالت ترکیب بسیار فراوان و ۲۶ درصد پوسته
جامد زمین را تشکیل می دهد ، ترکیبات آن به صورت SiO_2 سیلیس و
سیلیکاتها می باشد .

طرز تهیه - سیلیس را به وسیله کربن یا منیزیم در حرارت
فوق العاده زیاد احیا می کنند .

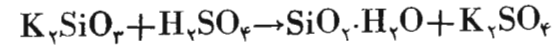


خواص فیزیکی - سیلیسیم یا بی شکل است یا متبلور . متبلور
آن به صورت ورقه های منشوری با قاعده مسدس و به رنگ خاکستری سربی
است . جرم مخصوص آن 2.5 g/cm^3 است و در ۱۴۰۰ درجه ذوب می شود .
خاصیت هدایت الکتریکی آن کم است و دارای جلای فلزی است .
سیلیسیم بی شکل گردی قهوه ای رنگ و جرم مخصوص آن 2.35 g/cm^3
می باشد .

خواص شیمیایی - با اکسیژن به کمک حرارت میل ترکیبی زیاد
دارد و می سوزد . نوع بی شکل آن با بازها ییدروژن می دهد . اسیدها جز
اسید فلوئوریدریک بر آن بی اثر هستند .



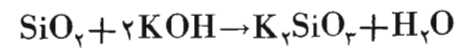
می دهند ، رسوب ژله ای شکل حاصل می شود . چنانچه آن را گرم کنیم سیلیس بی شکل بدست می آید .



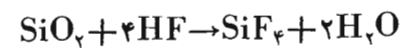
رسوب ژله ای مزبور اسید سیلیسیک است که آن را به صورت $SiO_2 \cdot H_2O$ یا H_2SiO_3 می توان نوشت . ترکیبات این اسید را سیلیکات می نامند .

خواص فیزیکی - یلور کوارتز منشوری و سخت است و شیشه را خط می اندازد . جرم مخصوص آن 2.65 g/cm^3 است . از ذوب کوارتز شیشه بیرنگ از نوع بسیار اعلا تهیه می شود . این نوع شیشه در اثر تغییر ناگهانی درجه گرما نمی شکند و دیر ذوب می شود . سیلیس در آب نامحلول است . جرم مخصوص نوع بی شکل آن 2.65 g/cm^3 است .

خواص شیمیایی - باقلیها ، سیلیکات می دهد .



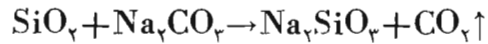
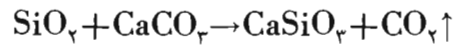
سیلیکاتهای قلیایی در آب محلولند و محلول آن برای تهیه سیمانهای ضد اسید و رنگهای نسوز و مانند آن مصرف می شود . در بین اسیدها فقط اسید فلوئوریدریک در حرارت معمولی بر آن مؤثر است (حکاکی روی شیشه) .



شیشه

شیشه ها را از ذوب سیلیس با کربنات سدیم و کربنات کلسیم بدست

می آورند . پس معمولا شیشه ها سیلیکاتهای فلزات قلیایی و کلسیم هستند .



در ساختن شیشه های بطری ، معمولا سیلیس ناخالص (ماسه) بکار می برند و به همین جهت شیشه آن رنگین می باشد .

افزایش املاح سرب ، سبب می شود که شیشه ضریب انکسارش زیاده تر شود و درخشان جلوه کند . افزایش بی اکسید منگنز سبب می شود که اکسیدهای فلزی موجود در شیشه با آن ترکیب کف مانند بدهند و از خمیر جدا گردند . پس بی اکسید منگنز ، شیشه را بیرنگ می کند و به همین مناسبت آن را صابون شیشه گری نام گذارده اند . خمیر شیشه را می توان با نورد مسطح کرد یا در داخل قالب دمید و به صورت بطری و غیره در آورد ، یا با دست می توان آن را به اشکال گیلان و لوله و غیره در آورد .

فرمول ترکیب شیشه های خوب چنین است :



رنگ شیشه ها به علت وجود املاح فلزات مختلف در شیشه است . مثلاً ترکیبات کبالت رنگ شیشه را آبی می کند . شیشه های سبز رنگ چراغهای راهنمایی را با اضافه کردن کرومات سدیم و شیشه های قرمز رنگ را با اضافه کردن ترکیبات سلنیم درست می کنند .

شیشه پیرکس - شیشه پیرکس یا شیشه آتشیخوار شیشه ای است که در مقابل حرارت مقاومت دارد . این نوع شیشه دارای ۸۵٪ سیلیس و ۱۳٪ B_2O_3 (انیدرید بوریک) و مقداری کربنات سدیم و Al_2O_3

می باشد و در نتیجه ضریب انبساط حرارتی آن بسیار کم و مقاومت آن در مقابل مواد شیمیایی زیاد است. برعکس شیشه های معمولی که در اثر سرد شدن ناگهانی می شکنند، در مقابل سرما و ضربه مقاومت می کنند و نمی شکنند. اخیراً از این نوع شیشه ها ظروفی برای پختن و گرم کردن غذاها ساخته اند.

شیشه بی خطر - در شیشه های اتوموبیل يك ورقه پلاستیکی شفاف بین دو صفحه شیشه ای نازك قرار می دهند و آن را در اثر حرارت و فشار تبدیل به يك صفحه می کنند. اگر این نوع شیشه ها در اثر ضربه بشکند تکه های آن به اطراف پراکنده نمی شود.

پارچه و پشم شیشه - اگر شیشه گداخته را در اثر فشار از سوراخهای بسیار ریز بگذرانند، الیافی که به « پشم شیشه » معروف است بدست می آید. می توان با سانی از این الیاف نخ و پارچه تهیه کرد. این پارچه ها را به رنگهای مختلف یا گلداز هم می توان تهیه کرد. پارچه های شیشه ای از پارچه های معمولی دیرتر کثیف می شوند و شستن آنها آسانتر است و احتیاج به اتو هم ندارد و البته برای پرده و غیره بر پارچه های معمولی مزیت دارد.

« پشم شیشه » برای جلوگیری از انتقال حرارت در جدار یخچالها مصرف می شود. برای صاف کردن اسیدهای غلیظ و غیره در کارخانه ها مصرف دارد. و نیز برای جلوگیری از انعکاس صوت در سقف سالنها بکار می رود.

تمرین

- ۱- چگونه از سیلیکات سدیم، سیلیس و چگونه از سیلیس، سیلیکات تهیه می کنند؟
- ۲- SiO_2 و CO_2 را در خواص فیزیکی و شیمیایی مقایسه کنید.
- ۳- مهمترین سیلیکاتها کدامند و در شیشه ها کدام سیلیکاتها موجود است؟
- ۴- کربوراندم دارای ۷۵ درصد سیلیسیم و ۳۵ درصد کربن است. فرمول ساده کربوراندم را معین کنید.
- ۵- سیلیس و سیلیکاتها در طبیعت و صنعت چه اهمیتی دارند؟
- ۶- تراکلور سیلیسیم در هوای مرطوب ئیدرولیز می شود و دود غلیظ می دهد. فرمول واکنش ئیدرولیز این ماده را بنویسید.

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

ردیف	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	بر	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	فلوئور	F	۱۹	۳۷	روبییدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرونیوم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم	Na	۲۳	۳۹	ایتربیم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۴۰	زیرکونیم	Zr	۹۱
۱۳	آلومینیم	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	رودیم	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	تیتانیوم	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

شیمی چهارم طبیعی و ریاضی

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

ردیف	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۵۷	لانتانوم	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	آستاتین	At	۲۱۰*
۶۲	ساماریوم	Sm	۱۵۰/۵	۸۶	رادون	Rn	۲۲۲
۶۳	اروپیم	Eu	۱۵۲	۸۷	فرانسییم	Fr	۲۲۳*
۶۴	گادولینیم	Gd	۱۵۷	۸۸	رادیوم	Ra	۲۲۶
۶۵	تریم	Tb	۱۵۹	۸۹	آکتینیم	Ac	۲۲۷
۶۶	دیسپروسیوم	Dy	۱۶۲/۵	۹۰	توریم	Th	۲۳۲
۶۷	هولمیم	Ho	۱۶۵	۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۲۳۱
۶۸	اریبیم	Er	۱۶۷	۹۲	اورانیم	U	۲۳۸
۶۹	تولیم	Tm	۱۶۹	۹۳	نپتونیم	Np	۲۳۷*
۷۰	ایتربیم	Yb	۱۷۳	۹۴	پلوتونیم	Pu	۲۴۲*
۷۱	لوتسیوم	Lu	۱۷۵	۹۵	امریسیوم	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	اینشینیم	Es	۲۵۴
۷۶	اسمیم	Os	۱۹۰	۱۰۰	فرمیوم	Fm	۲۵۳
۷۷	ایریدیم	Ir	۱۹۲	۱۰۱	مندلیوم	Mv	۲۵۶
۷۸	پلاتین	Pt	۱۹۵	۱۰۲	نوبلیوم	No	۲۵۴
۷۹	طلا	Au	۱۹۷	۱۰۳	لاورانسیوم	Lw	۲۵۷
۸۰	جیوه	Hg	۲۰۰/۵				

اوزان اتمی عناصری که به علامت * مشخص شده مربوط به فراوانترین یا پائین ترین ایزوتوپهای آن عنصر است.

جدول تناوبی عناصر

گازهای بی اثر

آرایش الکترونی
عناصر انتهایی هر دوره

$1s^2 = 2$ الکترون

$2s^2 2p^6 = 8e$

$3s^2 3p^6 = 8e$

$4s^2 4p^6 4d^{10} = 18e$

$5s^2 5p^6 5d^{10} = 18e$

$6s^2 6p^6 6d^{10} 7f^{14} = 32e$

غیر فلزات				
IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
B ۵	C ۶	N ۷	O ۸	F ۹
Al ۱۳	Si ۱۴	P ۱۵	S ۱۶	Cl ۱۷
Ga ۳۱	Ge ۳۲	As ۳۳	Se ۳۴	Br ۳۵
In ۴۹	Sn ۵۰	Sb ۵۱	Te ۵۲	I ۵۳
Tl ۸۱	Pb ۸۲	Bi ۸۳	Po ۸۴	At ۸۵

۱	H
K	

فلزات بک

IA	IIA
Li ۳	Be ۴
Na ۱۱	Mg ۱۲
K ۱۹	Ca ۲۰
Rb ۳۷	Sr ۳۸
Cs ۵۵	Ba ۵۶
Fr ۸۷	Ra ۸۸

- فلزات
- شبه فلزات
- فلزات
- فلزات

فلزات واسطه

IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	IIB
Sc ۲۱	Ti ۲۲	V ۲۳	Cr ۲۴	Mn ۲۵	Fe ۲۶	Co ۲۷	Ni ۲۸
Y ۳۹	Zr ۴۰	Nb ۴۱	Mo ۴۲	Tc ۴۳	Ru ۴۴	Rh ۴۵	Pd ۴۶
Hf ۷۲	Ta ۷۳	W ۷۴	Re ۷۵	Os ۷۶	Ir ۷۷	Pt ۷۸	Au ۷۹
La ۵۷	Ce ۵۸	Pr ۵۹	Nd ۶۰	Pm ۶۱	Sm ۶۲	Eu ۶۳	Gd ۶۴
Th ۹۰	Pa ۹۱	U ۹۲	Np ۹۳	Pu ۹۴	Am ۹۵	Cm ۹۶	Bk ۹۷

دادهای آبی داخل پراسترا عدد اتمی و پایداری از دوتوب عناصر را در آن گنجانده است.

با شروع دوره هشتم در سامان الکترونی بیای

رسانا

وزن اتمی (بر پایه کربن-۱۲)

علامت اختصاری

عدد اتمی

سامان الکترونی

- گاز
- مایع
- جامد

La ۵۷	Ce ۵۸	Pr ۵۹	Nd ۶۰	Pm ۶۱	Sm ۶۲	Eu ۶۳	Gd ۶۴	Tb ۶۵	Dy ۶۶	Ho ۶۷	Er ۶۸	Tm ۶۹	Yb ۷۰	Lu ۷۱
Ac ۸۹	Th ۹۰	Pa ۹۱	U ۹۲	Np ۹۳	Pu ۹۴	Am ۹۵	Cm ۹۶	Bk ۹۷	Cf ۹۸	Es ۹۹	Fm ۱۰۰	Md ۱۰۱	No ۱۰۲	Lw ۱۰۳

لاانتانید

آکتینید