iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

شیمی

برای سال چهارم طبیعی و ریاضی

توانا بود هر که دانا بود
وزارت آموزش و پرورش

iranchembook.ir/edu

khosro۱۳۵۲

توانا بود هرکه دانا بود

وزارت آموزش و پرورش

شیمی

برای سال چهارم طبیعی و ریاضی

حق‌چاپ محفوظ

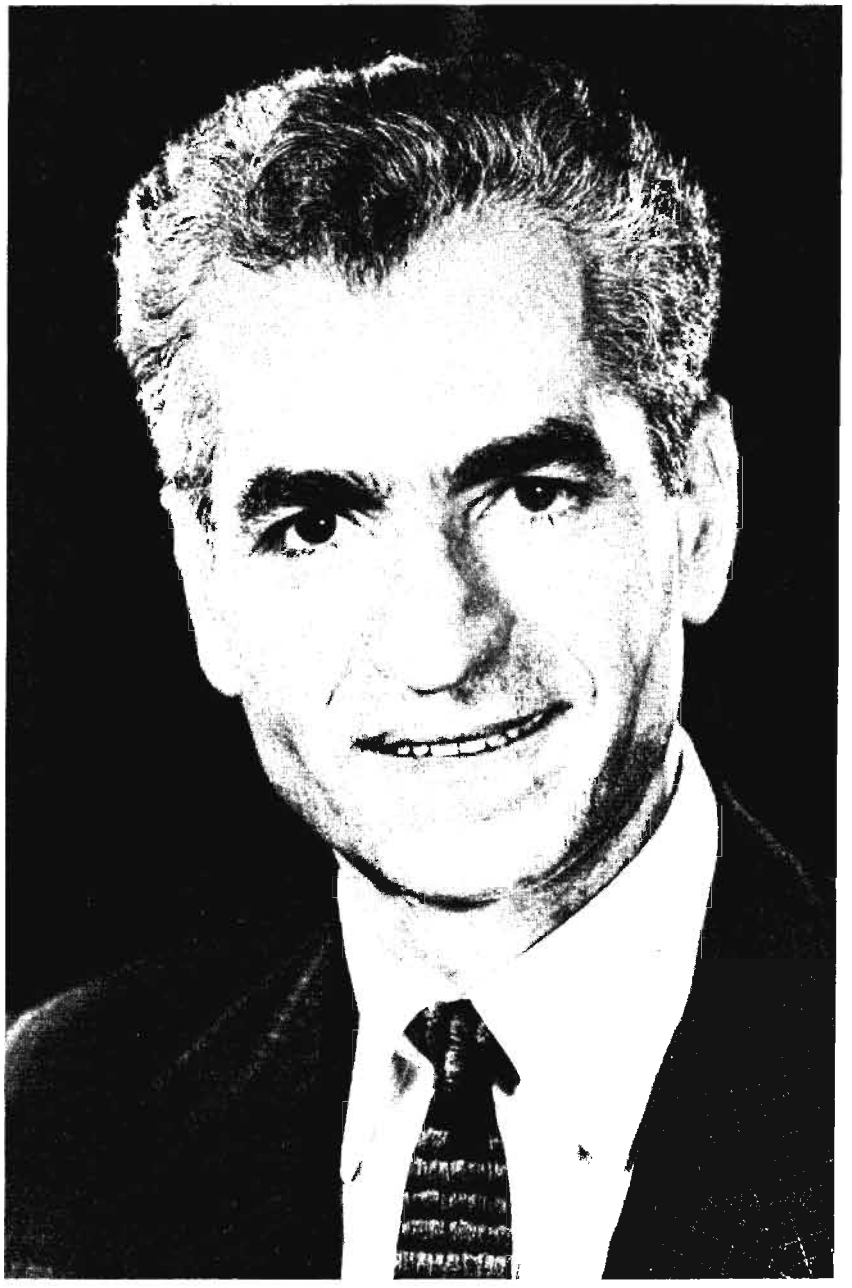
چاپ و توزیع از :

شرکت سهامی طبع و نشر کتابهای درسی ایران

۱۳۵۰

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲



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

چاپ از : مطبوعات

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
فصل اول ـ تاریخ مختصر تحول شیمی	۱
فصل دوم ـ ماده ، حالات مختلف ، تغییرات و ساختمان آن ـ	
ماده وحالات مختلف آن	۱۹
خواص فیزیکی و خواص شیمیایی	۲۰
تغییرات فیزیکی و تغییرات شیمیایی	۲۰
مخلوط و مرکب	۲۳
مادهٔ ساده و مادهٔ مرکب	۲۴
مولکول و اتم	۲۸
ساختمان اتم	۳۲
ظرفیت (والانس)	۴۰
طبقه‌بندی عناصر شیمیایی	۴۷
فصل سوم ـ ئیدروژن	۵۰
فصل چهارم ـ گروه هفتم (هالوژنها) ـ کلر	۵۸
هالوژنهای دیگر	۶۷
اسیدهای هالوژن‌دار ـ اسید کلریدریك (جوهر نمك)	۷۱
فصل پنجم ـ گروه ششم	۷۹
اکسیژن	۷۹
اوزون	۸۶
فصل ششم ـ اکسیداسیون و احیا	۸۸
فصل هفتم ـ قانون بقای ماده و انرژی	۹۳
فصل هشتم ـ آب	۹۹
پراکسید ئیدروژن	۱۰۴
محلولها	۱۰۶
فصل نهم ـ محلولهای نرمال	۱۱۳
فصل دهم ـ گوگرد و ترکیبات آن ـ گوگرد	۱۱۷

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

به نام خدا

Mansoor-Farhady-Mo-ir

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 درشئون مختلف زندگی ما بیشتر می‌شود .

بدون شك نخستین قدم در پیشرفت شیمی با کشف آتش واستفادهٔ از آن آغاز شده است . انسان ضمن استفادهٔ ازآتش ، مثلا 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 ، به‌وجود بعضی از فلزهاکه از پاره‌ای سنگها بدست می‌آمد پی‌برده و به‌چگونگی تهیهٔ 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 به‌مرور زمان ، در طی سالیان دراز و ضمن تجربیات طولانی حاصل شده است.

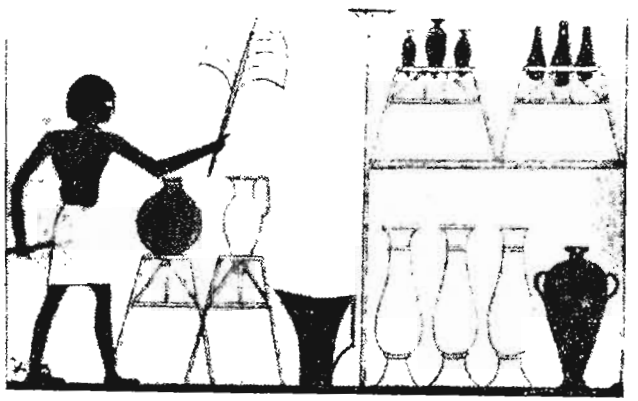
تجزیهٔ شیمیایی یك مجسمهٔ مسی، که در بین‌النهرین بدست آمده نشان می‌دهد که درحدود شش هزارسال قبل از این، اشیایی از این قبیل

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

را از مس می‌ساخته‌اند. اشیای مفرغی ، مربوط به‌چهار 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 ازهر یك از آنهاست .

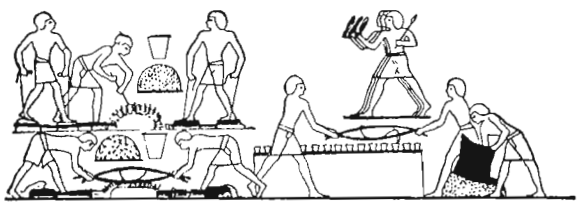
طلا نیز چون فلزی است که در طبیعت به‌حالت خالص وجود دارد ، درآن اعصار آن را می‌شناخته‌اند . یکی از صنایع بسیار قدیمی صنعت دباغی است . مردم فینیقیه در حدود سه هزار سال پیش از میلاد ازچرم ، سپر و مشك آب و چادر می‌ساختند. برای صنعت‌کوزه‌گری نیز نمی‌توان مبدأ معینی پیدا کرد . این هنر مانند لعاب دادن روی ظرف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



شکل۱ــ کوزه‌های سفالی را باد می‌زدند تا آب آنها تبخیر شود
(از آثار مصری)

آثاری‌که از مصر علیا در هزار و چهارصد سال قبل‌از میلاد بدست آمده پیشرفت این صنعت را بخوبی نشان می‌دهد (شکل۱) .

نقاشیهایی که روی تابوت مومیاییها در شهر **تب**[1] 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 شیشهٔ رنگی بسازند و آن را به اشکال مختلف جواهرهای قیمتی بتراشند . چشمهای مصنوعی که روی تابوت مومیاییها نصب شده از نقرهٔ میناکاری است . از این رو معلوم می‌شود که از فلزکاری نیز اطلاع داشته‌اند . صنعت رنگرزی پارچه‌ها با رنگهای گیاهی و معدنی ، تهیه و استفاده ازگچ در مصر قدیم به‌میزان قابل توجهی پیشرفت داشته است .



شکل۲ــ صنعت فلزکاری و ذوب آهن در مصر قدیم

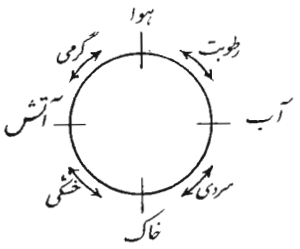
عناصر اربعه ــ فلاسفه و دانشمندان یونانی همواره در پی آن بودند که به‌رموز واسرار طبیعت دست یافته حقیقت ماده و خلقت را دریابند . بعضی عقیده داشتندکه تمام اجسام موجود در دنیا از یك مادهٔ اولیه ، **مادةالمواد** (**Materia Prima**) تشکیل شده است . مثلاً **طالس** اصل اشیا را آب، **هراکلیتوس** آتش ، و بالاخره **آناکسیمانوس** آن را هوا می‌پنداشت . درقرن پنجم قبل از میلاد **امپدوکلیس** سه نظر فلاسفهٔ قبل از خود را ترکیب و به‌آنها «خاك» را نیز اضافه کرد. یعنی او مواد اصلی سازندهٔ جهان را آب ، هوا ، آتش و خاك می‌دانست . نظر

۱- Thebes

iranchembook.ir/edu
khosro۱۹۵۲

این فیلسوف مبنای تئوری عناصر اربعه بود که تا دو هزار سال به اشکال گوناگون بر نظریات علمی حکمروایی داشت. درهمین عصر **دموکریتوس** فیلسوف دیگر یونانی نظر تازه و پرارزشی در مورد ساختمان ماده مطرح کرد . بنابر نظر دموکریتوس تمام اجسام در طبیعت از ذرات صلب غیر قابل نفوذ و غیرقابل تجزیه‌ای ساخته شده‌اندکه شکلها و اندازه‌های گوناگون دارند ولی مادهٔ اصلی آنها یکی است . این ذرات دیده نمی‌شوند و دارای حرکت جاوید می‌باشند . انقباض ، انبساط ، انحلال و دیگر پدیده‌های طبیعت همه مربوط به این ذرات است‌که او آنها را اتم می‌نامید .

اما نظر دموکریتوس بعدها مورد قبول واقع نشد و نظر دیگری‌که تمام پدیده‌های طبیعت را مربوط به‌خواص مجرد مواد می‌دانست توسعه یافت . پایه‌گذار این فکر **ارسطو** بود (۳۲۲ ـ ۲۸۴ ق . م .) . ارسطو چهار خاصیت سردی ، گرمی ، خشکی و رطوبت را خواص اصلی مادهٔ اولیه و چهار عنصر امپدوکلیس یعنی آب ، هوا ، آتش و خاك را بنابر نمودار زیر ترکیبی از این چهار خاصیت می‌دانست .



بنا بر نظر ارسطو این خواص بطور غیرقابل انفکاك با مادهٔ اولیه مربوط نیستند ، زیرا وقتی که مثلاً آب را گرم می‌کنیم سردی را ازآن می‌گیریم و گرمی به آن می‌دهیم و به‌همین دلیل است که به هوا تبدیل می‌شود . بالاخره او به این نتیجه می‌رسیدکه عناصر به‌یکدیگر تبدیل می‌شوند .

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

کیمیاگری ـ هنر مقدس ـ نام « شیمی » اولین بار درحکم امپراطور دیوکلسین در۲۹۶ بعد از میلاد آورده شده است. درحکم مزبور امر شده بود که «کتابهای مصری (اسکندریه) که در بارهٔ **Chémia** بوده و مربوط به ساختن (تقلیب) طلا و نقره است سوزانده شود» این کلمه در آثار نویسندگان یونانی ظاهر می‌شود ولی اصل این‌کلمه یونانی نیست .

هنرکیمیاگری‌که مصریان قدیم آن را به نام هنرمقدس می‌خواندند منحصراً در اختیارکاهنان و روحانیان مصر بود . این دسته با سوگندهای مرموز و وحشتناك متعهد می‌شدند که رموز این هنر را همواره پنهان نگاه دارندو جز به صورت معما سخنی از آن به میان نیاورند . کاهنان مصری هنگام کار از خدایان خود به صورت سحر وجادو و اوراد یاری می‌طلبیدند . 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 است‌که تا اندازه‌ای مقدمات کار کیمیاگران را روشن می‌سازد .

کیمیاگران به‌وجود جسم مرموزی به نام **اکسیر** یا **سنگ فیلسوفان** معتقد بودند و گمان می‌کردند که با کشف این **اکسیراعظم** می‌توانند مس را به طلا و سرب را به نقره تبدیل کنند . ولی هرگز در این راه توفیق نیافتند . یکی از عملیات فریبندهٔ کیمیاگران این بود که در بوته‌ای سفالی مقداری سرب نقره‌دار را در **مجاورت هوا** مدتی حرارت می‌دادند ، سرب در هوا به اکسید سرب تبدیل وجذب بوته می‌شد

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

وکمی نقره در ته بوته 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 بارهٔ تبدیل عناصر بوده است. کیمیاگران برای این منظور هرگونه مخلوطهای مختلف را باصطلاح سحق وصلایه[۱] 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 بارهٔ تهیهٔ بعضی مواد وخواص آنها شدند. پاره‌ای از مواد که امروزه مورد استفادهٔ ماست و همچنین روشهای کاری که در آزمایشگاههای شیمی معمول است از آن دوره باقی است. مثلاً **محمدبن زکریای رازی** (۲۵۱ ـ ۳۳۱ هجری) طبیب و کیمیاگر ایرانی در ضمن همین عملیات الکل را بدست آورد.

الکل از نام عربی «الکحل» گرفته شده که به معنی سرمهٔ چشم است و اینکه چگونه کلمهٔ الکحل که نام گردی است نرم برای یك مایع گذاشته شده اقوال مختلفی است که علت را روشن نمی‌کند.

یکی دیگر از کیمیاگران معروف **جابربن‌حیان طرطوسی** است که در حدود ۸۰۰ م. درکوفه می‌زیسته است وکتابی به نام «الرحمة» در کیمیا نوشته و در آن فصلی است از چگونگی تبدیل فلزها به طلا. طرز

۱ ـ سحق وصلایه کردن یعنی ساییدن.

تهیهٔ اسید سولفوریك، اسید نیتریك، 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 کاوشها 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 تهیهٔ بسیاری از ادویهٔ مفید گردید.

مقایسهٔ افزار و ادوات ساده‌ای که در اختیار آنان بوده است با وسایل کامل و مجهزی که امروز در اختیار شیمیدانهای معاصرمی‌باشد 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، دامنهٔ آزمایشهای خود را به اجزای مختلف بدن حیوانات بزرگ وکوچك و پیر و جوان کشانیدند و در همین زمان بود که **براند**[۱] کیمیاگر هامبورگی از تقطیر ادرار، فسفر بدست آورد و با مشاهدهٔ خواص نور افشانی و آتشگیر بودن این ماده یقین‌کرد که به کشف اکسیرموفق 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

۱ - Brand

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

نگردید زیرا از طرفی نظریهٔ ارسطو نمی‌توانست محققان را در راه صحیح پیشرفت علمی هدایت کند وازطرف دیگر کیمیاگران معلومات و اطلاعات خود را از دیگران پنهان داشته و از آشکار شدن آن مصراً خودداری می‌کردند .

تاریخ معاصر

این اوضاع تا اواخر قرن هفدهم باقی بود و هنوز نظریهٔ ارسطو دربارهٔ عناصر اربعه طرف توجه حکما قرار داشت و آن را در مدارس تدریس می‌کردند . هنوز کیمیاگران معتقد به تبدیل فلزها بودند و در این راه تلاش می‌کردند . هنوز نظریهٔ علمی دیگری که متکی به تجربه‌های متعدد باشد پیدا نشده بود تا مطالب و معلومات پراکندهٔ شیمی را به یکدیگرمربوط نماید . تا این تاریخ هنوز هم علم شیمی جزوعلوم اسرارآمیز بشمار می‌آمد وکارهای عجیب و غریب کیمیاگران هم براین ابهام می‌افزود . مطابق رسم قدیم مصر و بابل ، کیمیاگران اثرسعد ونحس کواکب و میل و رضای خدایان را در عملیات خویش دخیل و مؤثر می‌دانستند و مانند منجمان برای فلزها علایمی نظیر کواکب می‌گذاشتند (شکل ۳) ، زیرا معتقد بودند که بین فلزها و کواکب روابطی اسرارآمیز

☉	☾	♄	♃	☿	♂	♀
طلا	نقره	سرب	قلع	جیوه	آهن	مس
Au	Ag	Pb	Sn	Hg	Fe	Cu

شکل ۳ ــ رموز و علایم اختصاری قدیم برای نمایش فلزها

برقرار است. لیکن درقرن هجدهم یکباره وضع کیمیاگران دگرگون شد و به‌فاصلهٔ کوتاهی معلومات و اطلاعات آنان به‌صورت علم شیمی درآمد . علت این امر در مرتبهٔ اول پیشرفت فلسفه و فیزیك و ریاضیات ودرمرحلهٔ دوم این بود که علمای قرن شانزدهم و هفدهم کم و بیش به عقاید قدیمی پشت پا زدند وروش واستدلال علمی را بر بحثهای نظری و عقلی که متکی بر واقعیت نبود و همچنین بر روشهای تجربی محض کیمیاگران ترجیح دادند .

اولین کسی که دلیرانه باعقاید قدما دربارهٔ وجود عناصر چهارگانه مخالفت نمود **رابرت بویل**[۱] انگلیسی بود (۱۶۲۷ ــ ۱۶۹۱). بویل عنصر را بطور روشن تعریف کرد و بطور تجربی نشان داد که عناصر چهارگانهٔ ارسطو را بهیچ وجه نمی‌توان عنصر نامید . به عقیدهٔ بویل عنصر ماده‌ای است تجزیه ناپذیر و از ترکیب عناصر است که مواد مختلف بوجود می‌آیند. این تعریف علمی صحیحی بود که بویل در بارهٔ عناصر بیان کرد. بویل روش تجربی را مبنای مطالعهٔ اعمال شیمیایی قرار داد و معتقد بود که شیمی نه به خاطر کیمیاگری بلکه از نظر خود این علم قابل مطالعه است.

بالاخره **لاووازیهٔ**[۲] فرانسوی (۱۷۴۳ ــ ۱۷۹۴)که پایه‌گذارشیمی جدید محسوب می‌شود تجربه وسنجش توأم با نتیجه‌گیری صحیح از آنها را اساس این علم قرار داد. لاووازیه گفت : « ما ناگزیریم همواره استدلال خود را برپایهٔ آزمایش قرار دهیم وجز به واقعیت و عمل به چیزی اعتماد نداشته باشیم » .

۱– Robert Boyle ۲– Lavoisier

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

لاووازیه در زمرهٔ نخستین کسانی بود که ترازو را برای سنجش و تحقیق در واکنشهای شیمیایی بکار برد و در نتیجه متوجه شد که در هرعمل شیمیایی، مقدار مادهٔ موجود در قبل و بعد از عمل مساوی است و تغییر نمی‌کند و آن را به‌عنوان اصلی، مبنای کارهای تجربی خود قرار داد. قانون بقای جرم که امروزه ما برای موازنهٔ واکنشهای شیمیایی از آن استفاده می‌کنیم بیان همین مطلب است.

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

قبل ازلاووازیه سوختن را اینطور تعبیر می‌کردند که: «هرجسم سوختنی دارای ماده‌ای است به‌نام **فلوژیستیك**. چون جسم مشتعل شود این ماده از آن خارج می‌گردد. هر چه جسم بیشتر قابل اشتعال باشد بیشتر ازآن ماده دارد و آتش همان فلوژیستیك است که از جسم متصاعد می‌گردد. مثلاً وقتی فلز روی در حرارت قرمز می‌سوزد فلوژیستیك آن آزاد می‌شود وگرد سفیدی باقی می‌ماند که چنانچه آن را با زغال که دارای مقدار زیادی فلوژیستیك است حرارت دهیم باردیگر فلوژیستیك می‌گیرد و روی حاصل می‌شود».

لاووازیه با آزمایشهای متعدد ثابت کرد که وقتی ماده‌ای در هوا می‌سوزد اکسیژن می‌گیرد و وزنش اضافه می‌شود و در موقع تجزیه به همان مقدار اکسیژن از دست می‌دهد. او نظریهٔ فلوژیستیك را به این ترتیب اصلاح کرد که: هوای خالص (اکسیژن) ترکیبی از مادهٔ آتش

۱ – Phlogistique

شکل ۴ ــ لاووازیه

یا نوراست با یك مادهٔ اصلی درعمل احتراق، مادهٔ سوختنی مادهٔ اصلی را بشدت جذب می‌کند و مادهٔ حرارت را رها می‌کند وهمان‌است که به‌صورت شعله و حرارت و نور نمایان می‌شود. بدین ترتیب او برخلاف دانشمندان قبل از خود فلوژیستیك یا مادهٔ آتش را در نهاد اکسیژن می‌دانست.

لاووازیه به‌وسیلهٔ تجربه ثابت کرد که این مادهٔ آتش بی‌وزن است.

در همان اوان که این اعمال به‌وسیلهٔ لاووازیه انجام می‌شد، **دِوی**[۱] (۱۷۷۸ ــ ۱۸۲۹) موفق به‌کشف فلزات قلیایی گردید و **وولر**[۲] آلمانی به‌کمك پتاسیم توانست آلومینیم را بدست آورد و بدین ترتیب عناصر یکی پس‌از دیگری پیدا شدند.

در قرن نوزدهم با اختراع کوره‌های بلند و استفاده از آنها در استخراج آهن، کار صنایع شیمیایی و به‌موازات آن تحقیقات شیمیایی بالا گرفت. درقرن هجدهم اسید فسفریك و منیزی و بسیاری از نمکها را شناختند و پاره‌ای از فلزهای جدید مانند نیکل و منگنز نیز در اوایل این قرن کشف شد. در اواخر قرن هجدهم **کاوندیش**[۳] دانشمند ثروتمند

۱– Davy ۲– Wohler ۳ – Cavendish

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

انگلیسی خواص ئیدروژن را معلوم و مشخص کرد .

در همین قرن **پریستلی**[۱] انگلیسی اکسیژن را کشف کرد و **شئل**[۲] سوئدی کلر را کشف و مطالعه نمود . **برتوله**[۳] فرانسوی ترکیب اسید سیانیدریك وهمچنین امونیاك را معلوم نمود و در مورد اثر رنگ زدایی کلر و کلراتها و هیپوکلریتها تحقیقاتی بعمل آورد.

در ۱۷۹۷ **پروست**[۴] فرانسوی قانون نسبتهای ثابت را بدین ترتیب بیان کرد که تجزیه و ترکیب اجزای یك مادهٔ معلوم همیشه به نسبتهای ثابتی صورت می‌گیرد، پس می‌توان برای هر عمل شیمیایی یك فرمول معین نوشت .

در اوایل قرن نوزدهم **آووگادرو**[۵] فیزیکدان ایتالیایی فرض مولکولی و اتمی بودن گازها

شکل ۵ ــ کاوندیش

شکل ۶ ــ 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 می‌باشند .

برزلیوس[۱] شیمیدان سوئدی به‌جای علامت و رموز کیمیاگران یك یا دوحرف اول نام لاتین هرعنصر را علامت آن عنصر قرارداد و اعدادی را که امروز ما جرم اتمی می‌خوانیم برای بیشتر عناصر حساب کرد . او برای اولین بار با وجود وسایل ناقص آن زمان موفق شد با تجربه‌های دقیق جدولی از اوزان اتمی عناصری را که تا آن وقت می‌شناختند تهیه نماید ، (در حدود پنجاه عنصر) و فرمول مواد مرکب را نیز به‌صورتی که امروز معمول است بنویسد . هم او بود که عدهٔ اتمهای یك عنصر را در مواد مرکب به‌صورت یك عدد کنار آن عنصر نمایش داد .

برزلیوس همچنین بعضی عناصر را کشف کرد و درمبحث الکترولیتها مطالعه نمود .

در اواخر قرن نوزدهم **مندلیف**[۲] شیمیدان روسی ضمن طبقه بندی عناصر جدول معروف خود را تنظیم کرد و وجود عدهٔ زیادی از عناصر را پیش‌بینی کرد و با کشف آنها شیمی در ردیف علوم جدید و درجهٔ اول قرار گرفت .

الکتروشیمی ــ با کشف اولین پیل توسط **ولتا**[۳] در سال ۱۸۰۰، دورهٔ تازه‌ای درعلم شیمی آغاز شد. برزلیوس و دیگران از جریان برق پیل ولتا استفاده کرده و بسیاری از نمکها را تجزیه کردند . **دوی** از تجزیهٔ الکتریکی پتاس مذاب ، پتاسیم و سپس از سود گداخته ، سدیم را

۱- Berzelius ۲- Mendeleiev ۳- Volta

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

بدست آورد. دوی اولین کسی است که تفاوتهای بین انیدریدها واکسیدها را پیداکرد درصورتی که لاووازیه آنها را یکی می‌دانست . دوی باتجزیهٔ الکتریکی ثابت کرد که برخلاف عقیدهٔ لاووازیه تمام اسیدها اکسیژن ندارند . وی جوهر نمك را که فقط کلر و ئیدروژن دارد تجزیه کرد . آزمایشهای او بالاخره منجربه بیان فرضیهٔ یونها شد.

شکل ۷ ــ آرنیوس سوئدی

آرنیوس[۱] دانشمند سوئدی در سن ۲۹ سالگی تئوری یونیزاسیون را بیان کرد واز این رو به‌تئوری آرنیوس موسوم گردید . امروزه می‌دانیم که شیمی و صنعت فلزکاری تا چه اندازه مدیون این تئوری است .

پیدایش نظریهٔ اتمی ــ در حدود قرن‌پنجم قبل ازمیلادپاره‌ای از علمای یونان معتقد بودند که هرچیزاز ذرات بسیار ریز ومحکم وتقسیم ناپذیر بوجود آمده است . این ذرات را اتم نام نهادند . این نظریه طرفداران زیادی پیدانکرد وتا قرن نوزدهم در بوتهٔ فراموشی افتاد .

شکل ۸ ــ دالتن انگلیسی

دالتن[۲] دانشمند انگلیسی

۱- Arrhenius ۲- Dalton

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

پیشرفت شیمی آلی ــ تا حدود ۱۸۲۰ یعنی اوایل قرن نوزدهم توجه دانشمندان فقط به‌مواد معدنی معطوف بود ، لیکن دامنهٔ پیشرفت شیمی به‌مواد آلی نیز کشیده شد و علمای شیمی توانستند عقیدهٔ اثر نیروی حیاتی درتهیهٔ مواد آلی را که تا آن زمان وجود داشت از بین ببرند .

وولر با تهیهٔ اوره و **برتلو**[۱] فرانسوی با تهیهٔ مصنوعی الکل و استیلن ومتان و اسید فرمیك ضربهٔ قاطعی به‌این عقیده وارد آوردند . از آن پس مواد آلی یکی پس از دیگری مصنوعاً تهیه شد بطوری که تا امروز بیش از سیصد هزار مادهٔ آلی ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است .

پاستور[۲] دانشمند فرانسوی (۱۸۲۲ ــ ۱۸۹۵)ضمن تحقیق اثر نور پلاریزه بر یکی از مواد آلی (تارتراتها) به‌وجود میکروبها و باکتریها پی برد و دامنهٔ شیمی را از این جهت به‌تهیهٔ داروهای ضد عفونی به میزان قابل توجهی توسعه داد .

۱- Berthelo ۲- Pasteur

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

شکل ۹ ــ پاستور فرانسوی

نیوتن درفیزیك، لاووازیه درشیمی و پاستور در میکروب شناسی و پزشکی سه قیافهٔ فناناپذیر هستندکه تحول بزرگ علمی امروز را بوجود آورده‌اند.

ساختمان اتم و انرژی هسته‌ای ـ بالاخره بزرگترین و تازه‌ترین پیشرفت علم شیمی امروز آگاهی بیشتری به ساختمان ماده و دست یافتن به انرژی اتمی است.

هانری بکرل[۱] دانشمند فرانسوی روزی درکشو میز خود قطعه‌ای از سنگ معدن اورانیم قرار داده بود. در همان کشو مقداری هم کاغذ حساس عکاسی بالفافهٔ سیاه وجود داشت. اوپس از چاپ کردن کاغذها و ظاهر کردن آنها لکه‌های سیاهی برروی 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 وکاغذ را با وجود لفاف سیاه، سیاه کرده است.

تحقیقات بکرل را **ماری کوری**[۲] دنبال کرد وپس ازسالیان دراز و زحمات طاقت فرسا به کمك همسر خود **پی‌یر کوری** موفق به کشف رادیم گردید.

رادیم فلزی است که ازخود اشعهٔ نامرئی می‌دهد. این اشعه چیست که از اجسام کدر می‌گذرد و از کجا می‌آید؟ این سؤالی بود که پس از

۱- Henri Becquerel ۲- Marie Curie

کشف رادیم فکر دانشمندان را به خود معطوف داشت.

شکل ۱۰ ــ ماری کوری

تحقیقات و آزمایشهای مختلف نشان داد که از شکسته شدن هستهٔ اتم نور و انرژی پدید می‌آید و در مورد اورانیم و رادیم این عمل خود بخود انجام می‌گیرد. یعنی اتمهای رادیم تدریجاً شکسته شده از آن اشعه و ذراتی خارج می‌شود و خود نیز به عناصر سبکتر دیگری مانند سرب تبدیل می‌گردد. اینگونه مواد را رادیو اکتیو نام نهادند.

لرد راترفورد[۱] دانشمند انگلیسی (۱۸۷۱ ــ ۱۹۳۷) که می‌توان او را پدر فیزیك اتمی نامید موفق شد جنس اشعهٔ رادیو اکتیو را بشناسد و به‌وسیلهٔ یکی از آنها که او آن را اشعهٔ آلفا نامید اتمهای عناصر را بمباران کند و طرح ساختمان اتم را بریزد. او همچنین توانست یك عنصر مانند نیتروژن را به‌وسیلهٔ همین ذرات بمباران کرده و از آن اکسیژن بسازد وبدین ترتیب آرزوی کیمیاگران را عملی سازد. اهمیت این کشف از دو نظر جالب توجه بود: اولاً اینکه فکر دانشمندان به‌درون اتم یعنی درون همان ذرات بسیار ریزی که هیچ میکروسکوپی قادر به‌دیدن آن نیست راه یافت و در نتیجه ساختمان داخلی آن روشن

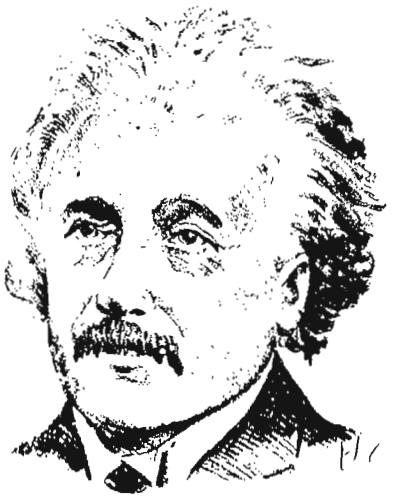
۱- Lord Rutherford

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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 رشته‌ای را بدست می‌آورند با دقت و پشتکار خستگی ناپذیری به دنبال آن می‌روند تا از آن برای بهبود زندگانی بشر بهره برداری کنند .



شکل ۱۱ ــ آلبرت اینشتاین

۱- Albert Einstein

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل دوم

ماده، حالات مختلف، تغییرات و ساختمان آن

ماده و حالات مختلف آن

تعریف ماده ـ 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 دراین جهان وجود دارد اجسام مادی هستند. معمولاً وجود ماده محسوس هم هست یعنی ما آن را به‌کمك حواسمان درمی‌یابیم.

حالات مختلف ماده ـ 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 والکل ومانند آنها که دارای حجم ثابتند ولی شکل معینی ندارند و همیشه به‌شکل ظرف خود در می‌آیند. گازها یا بخارات نه‌حجم ثابتی دارند و نه‌شکل ثابت و در هرظرفی که‌وجود داشته باشند آن ظرف را پر می کنند.

باید دانست که هر ماده می‌تواند تغییر حالت دهد یعنی از حالت جامد به‌حالت مایع وسپس به‌حالت بخار درآید. مثلاً یخ در اثر حرارت به آب و بعد به بخار آب تبدیل می‌شود. مولکولهای گازها و مایعات لاینقطع در حال حرکت می‌باشند. مولکولهای یك مادهٔ جامد نیز دارای

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

حرکت نوسانی است . درحالت گازی مولکولها عملاً تأثیری بر یکدیگر ندارند . درصورتی که در حالت مایع و جامد مولکولها متراکم بوده و هر مولکول تحت تأثیر نیروی جاذبهٔ مولکولهای دیگر می‌باشد .

خواص فیزیکی و خواص شیمیایی

هر مادهٔ خالص دارای خواصی است که به‌وسیلهٔ آنها مادهٔ مزبور مشخص می‌شود . این خواص دوگونه‌اند : یکی خواص فیزیکی ودیگر خواص شیمیایی .

خواص فیزیکی ـ خواص فیزیکی ماده آنگونه خواصی است که بدون تغییر دادن ماهیت ماده آن خواص را می‌توان شناخت مانند: بو ، طعم، رنگ ، مزه ، نقطهٔ ذوب ، نقطهٔ انجماد ، وزن مخصوص ، سختی ، و . . . مثلاً می‌گوییم اکسیژن گازی است بی‌بو ، بی‌طعم ، بی‌مزه، کمی محلول در آب و . . .

خواص شیمیایی ـ خواص شیمیایی یك ماده عبارت است از تأثیر آن ماده بر مواد دیگر . مثلاً اثر سدیم بر آب ، اکسیژن و غیره . در این مورد **اثرداشتن ، کم اثرداشتن ، یا بی‌اثر بودن** یك ماده را بر مواد دیگر مطالعه می‌کنیم .

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

تغییرات فیزیکی و تغییرات شیمیایی

تغییرات فیزیکی ـ یك قطعه یخ را حرارت می‌دهند آب می‌شود و پس از آب شدن اگر باز هم به حرارت دادن آن ادامه دهند آب به

بخار تبدیل می‌گردد . بخار را می‌توان به‌وسیلهٔ سرما دوباره به آب تبدیل کرد . آب را هم می‌توان به‌وسیلهٔ سرما به یخ تبدیل کرد ولی در هرصورت جنس و ترکیب شیمیایی آب عوض نشده است . اینگونه تغییرات را که موجب عوض شدن جنس و ترکیب ماده نمی‌شوند تغییرات فیزیکی می‌نامیم .

تغییرات شیمیایی ـ اگر کلر که گازی است سمی وسبز رنگ با سدیم که فلزی است سمی و جامد ، ترکیب شود ماده‌ای می‌دهد به نام کلرور سدیم یا نمك طعام که نه‌تنها سمی نیست بلکه وجودش برای انسان نیز بسیار لازم است .

پس جنس و خواص مواد اولیه بکلی تغییر کرده است . در سوختن کاغذ و تجزیهٔ آب هم تغییراتی ازهمین نوع مشاهده می‌شود . چنین تغییراتی که باعث تغییر ماهیت و عوض شدن کامل خواص و ترکیب مواد می‌شوند تغییرات شیمیایی نامیده می‌شوند . بطور کلی :

تغییرات شیمیایی تغییراتی است که در آنها جنس مواد مورد عمل تغییر می‌کند ومواد جدیدی با خواص تازه پدید می‌آید .

موضوع و تقسیم‌بندی علم شیمی ـ موضوع علم شیمی مطالعه و تحقیق در تغییرات شیمیایی مواد است . معمولاً علم شیمی به‌شعب مختلف تقسیم می‌شود :

۱ ـ شیمی معدنی که از موادی که منشأ معدنی دارند و اغلب در زمین موجود هستند بحث می‌کند ، مانند آب و آهن و نمك و غیره .

۲ ـ شیمی آلی که ازموادی بحث‌می‌کند که یادربدن موجودات زنده وجود دارد یا با موادی که از آنها استخراج می‌شود شباهت دارد ، و بهتر

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

است آن را شیمی ترکیبات کربن بنامیم .

۳ـ آن قسمت از شیمی که از خواص عمومی مواد و روابط بین آنها وقوانین موجود در شیمی بحث می‌کند شیمی عمومی نام دارد .

۴ـ تغییرات شیمیایی همیشه با تغییرات فیزیکی ماده همراه است از این رو فیزیك باشیمی رابطهٔ نزدیك دارد . آن قسمت ازشیمی را که با فیزیك مشترك است شیمی فیزیك می‌نامند .

از نظر مورد استعمال علمی و صنعتی ، شیمی را به شاخه‌های زیر تقسیم می‌کنند :

الف ـ شیمی پزشکی ، که واکنشهای داخلی بدن و علل پیدایش بیماریها و چگونگی معالجهٔ آنها را به‌راههای شیمیایی ، تحقیق و توجیه کرده آنها را با فرمولهای شیمیایی بیان می‌کند .

ب ـ شیمی دارویی که چگونگی تهیهٔ داروهای مختلف ، نگاهداری آنها و اثر شیمیایی آنها را بر بدن و میکروبهای مولد امراض بیان می‌کند .

ج ـ شیمی کشاورزی ، که طبیعت خاکها و مواد مرکب کنندهٔ گیاههای مختلف وکودهای شیمیایی وداروهای دفع آفات نباتی را مورد مطالعه و تحقیق قرار می‌دهد .

د ـ شیمی صنعتی که راههای صنعتی مواد مورد احتیاج مانند : چرم سازی ، چینی‌سازی و شیشه‌سازی، تهیهٔ فولاد ، آجر و سیمان وغیره را بحث می‌کند .

ه ـ شیمی صنایع نفت که تهیهٔ مواد مختلف از قبیل سوخت ، مواد پلاستیکی و حتی اقسام کائوچوی مصنوعی و غیره را از مواد نفتی مورد

مطالعه قرار می‌دهد .

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

مخلوط و مرکب

بین مخلوط ومرکب فرقهای اساسی چندی وجود دارد که به ترتیب اهمیت از این قرارند :

۱ـ وقتی که دو یا چند ماده با هم مخلوط شوند هر یك از مواد خواص خود را در مخلوط نگاه می‌دارد ، درصورتی که اگر با هم ترکیب شوند مادهٔ جدیدی می‌دهند که خواص آنها با خواص هریك از مواد اول متفاوت است .

۲ـ دو یا چند ماده را می‌توان باختیار به نسبتهای مختلف وزنی با یکدیگر مخلوط کرد ، درصورتی که در ترکیب ، مواد همواره به‌نسبت مشخص و معین با هم ترکیب می‌شوند .

مقصود این است که مثلاً باختیار می‌توانیم شکر و آرد را به هر نسبت وزنی با هم بیامیزیم ، یا گوگرد و برادهٔ آهن را به هر نسبت وزنی مخلوط کنیم ، لیکن اگر دو مادهٔ اخیر را با یکدیگر ترکیب کنیم همواره به نسبت ۳۲گرم گوگرد و۵۶ گرم آهن ترکیب می‌شوند و سولفور مصنوعی آهن می‌دهند و این نسبت همیشه و در همه‌جا ثابت است .

اگر یکی از آنها از این نسبت زیادتر باشد ، زیادی آن ترکیب

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

نشده ، باقی می‌ماند . این موضوع اولین بار به وسیلهٔ **پروست**[۱] دانشمند فرانسوی اعلام شد و امروزه به نام قانون نسبتهای معین یا قانون پروست معروف است .

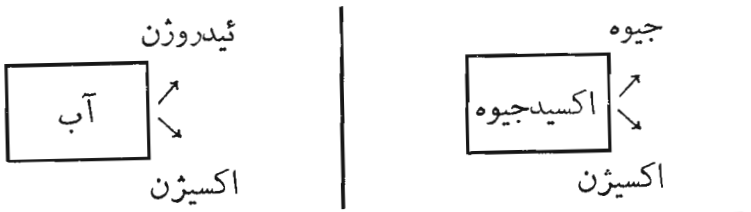
۳- مواد برای مخلوط شدن اغلب نه گرمایی می‌خواهند و نه گرمایی پس می‌دهند ، لیکن ضمن ترکیب همیشه یا حرارت می‌دهند یا حرارت می‌گیرند . مثلاً زغال در ضمن سوختن ، یعنی ترکیب شدن با اکسیژن ، حرارت می‌دهد ، بعکس برای ترکیب گوگرد با ئیدروژن باید به مخلوط حرارت داد تا با یکدیگر ترکیب شوند .

۴- مواد مخلوط را معمولاً می‌توان به‌طرق سادهٔ فیزیکی از قبیل تقطیر و صاف کردن از یکدیگر جدا کرد ، لیکن یك مادهٔ مرکب را نمی‌توان به وسایل ساده تجزیه کرد . تجزیهٔ مواد مرکب فقط با جریان برق ، یا حرارت یا مواد شیمیایی میسر است .

مادهٔ ساده و مادهٔ مرکب

مواد خالص به‌دو دسته تقسیم می‌شوند : **ساده** و **مرکب** .

مادهٔ مرکب - آب نمونه‌ای از یك مادهٔ مرکب است ، زیرا می‌توان به‌وسیلهٔ برق آن را تجزیه کرد و از آن دو عنصر ئیدروژن و اکسیژن را بدست آورد .



۱- Louis Joseph Proust

اکسید جیوه نیز نمونهٔ دیگری از یك مادهٔ مرکب است ، زیرا به‌وسیلهٔ حرارت می‌توان از آن جیوه و اکسیژن بدست آورد .

موادی مانند آب و اکسید جیوه را که در اثر حرارت یا جریان برق یا به‌وسایل شیمیایی می‌توان تجزیه کرد و مواد ساده‌تر بدست آورد مواد **مرکب** می‌نامند .

عدهٔ مواد مرکب بسیار زیاد و روز افزون است . شیمی هر روزه ترکیبات جدیدی به‌عالم عرضه می‌کند. مصنوعات شیمیایی ازقبیل داروها، ویتامینها ، و لاستیك مصنوعی ، همه ترکیبات جدیدی هستند که مسیر صنعت و اقتصاد و بطورکلی صحنهٔ زندگی را در سالهای اخیر دگرگون کرده‌اند .

مادهٔ ساده یاعنصر - در بین مواد خالص موادی از قبیل ئیدروژن ، اکسیژن ، جیوه ، زغال ، طلا ، نقره و غیره یافت می‌شود که به‌طرق معمول ، خواه فیزیکی خواه شیمیایی ، نمی‌توان آنها را به‌مواد ساده‌تری تجزیه کرد .

اینگونه مواد را **ساده**[۱] یا عنصر می‌نامند . مثلاً کربن ماده‌ای است ساده زیرا با هیچیك از وسایل تجزیه نمی‌توان از آن چیزی جز

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ذرات کربن بدست آورد ، به‌عبارت دیگر می‌توان گفت که عناصر ، مصالح اولیهٔ ساختمان تمام مواد مرکب بشمار می‌آیند .

تعداد عناصر ــ در طبیعت ۹۲ عنصر مختلف شناخته شده است ، ولی اخیراً ۱۲ عنصر جدید نیز بطور مصنوعی تهیه شده است ، بطوری که عدهٔ عناصر معلوم به ۱۰۴ عنصر می‌رسد .

نسبت عناصر درطبیعت ــ مقدار عناصر درطبیعت یکسان نیست بلکه بعضی به مقدار زیاد و برخی دیگر نادرند، بطوری که ازلحاظ وزنی تقریباً ۹۸ درصد قشرزمین فقط از۸عنصر و دو درصد دیگر ازسایر عناصر تشکیل شده است که از آنها ئیدروژن وتیتان وکلر وکربن از نظر فراوانی مهمترند .

جدول زیر نسبت هریك ازاین ۸ عنصر را نشان می‌دهد :

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

علایم اختصاری عناصر ــ کیمیاگران برای آنکه کسی از یادداشتهای آنها چیزی نفهمد اغلب آنها را به‌صورت رمز می‌نوشتند . مثلاً هریك از فلزها را به یك ستاره نسبت می‌دادند . طلا را به آفتاب و نقره را به‌ماه منسوب می‌ساختند و برای هریك علامتی مخصوص قائل می‌شدند . بعدها شیمیدانان برای آنکه خواص مواد را با فرمولهای

ساده و مختصر بیان کنند ، هر یك از عناصر را با یك 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

۱ــ چه تفاوتهای مهمی بین یك ترکیب شیمیایی ویك مخلوط وجود دارد؟ چرا حل نمك درآب یك ترکیب شیمیایی نیست ؟

۲ــ چگونه از مخلوطهای زیر شن را جدا کنیم ؟ اقلا یك راه برای هر مخلوط ذکر کنید :

(الف) شن نرم ونمك (ب) شن نرم و برادهٔ آهن (ج) شن نرم و گوگرد (د) شن نرم و گرد زغال .

۳ــ چه فرقهای مهمی بین تغییرات فیزیکی و شیمیایی می‌شناسید و از تغییرات زیر کدامیك فیزیکی و کدامیك شیمیایی است :

(الف) یخ بستن آب (ب) سوختن زغال (ج) حل شکر درآب (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 .

۴ــ کدامیك از تغییرات زیر فیزیکی و کدامیك شیمیایی است :

(الف) آب نمك را حرارت می‌دهیم تا نمك باقی بماند .

(ب) سدیم را درآب می‌اندازیم تا ناپدید شود .

(ج) گوگرد را در لولهٔ آزمایش حرارت می‌دهیم مایع و سپس بخار می‌شود . این‌بخار پس از سرد شدن دوباره مایع و جامد می‌شود .

۵ــ چگونه می‌توانید مخلوطهای زیر را از هم جدا کنید :

ماسه وشکر ــ خاکه‌زغال ونمك ــ نمك وبرادهٔ آهن .

۶ ــ ۱۰ عنصر و ۱۰ مادهٔ مرکب و ۱۰ مخلوط معمولی را نام ببرید .

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

۸ــ چند مادهٔ شیمیایی را به هر سه حالت فیزیکی دیده‌اید ؟

۹ــ چند خاصیت فیزیکی ازنمك طعام و دو خاصیت شیمیایی از ئیدروژن ذکر کنید .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

مولکول و اتم

مقدمه ـ قابلیت تقسیم ماده ـ چند جسم مادی (یك قطعه آهن یا یك لیتر آب یا یك مترمکعب گاز) را درنظر بگیرید. هریك از آنها وزن وحجم معینی دارد. اکنون یکی از آنها مثلاً قطعهٔ 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 ـ کمیتها بردو نوعند: بعضی مانند طول یك جسم اتصالی است یعنی مثلاً هرطولی از پارچه که در نظر بگیریم معقول و ممکن است، ولی بعضی دیگر از مقادیر انفصالی هستند. مثلاً اگر یك کیسه گندم یا یك صندوق تخم مرغ را در نظر بگیریم، ملاحظه می‌کنیم که عدهٔ دانه‌های گندم یا تخم مرغها عدد صحیح است، زیرا کیسهٔ گندم از دانه‌های گندم و صندوق تخم مرغ از دانه‌های تخم مرغ تشکیل یافته است.

مولکول ـ باید دانست که ساختمان ماده هم انفصالی است، یعنی هر ماده از دانه‌های خود آن ماده بوجود آمده است.

کوچکترین جزء مادهٔ خالص (ساده یا مرکب) که می‌تواند وجود داشته باشد ودارای خواص همان ماده باشد مولکول نامیده می‌شود.

وجود مولکولها و ابعاد و جرم آنها به راههای مختلف تعیین شده وهمهٔ راهها به یك نتیجه رسیده است.

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

تئوری اتمی دالتون ـ از دوهزار سال پیش دانشمندان یونان قدیم معتقد بودند که کلیهٔ مواد عالم از ذراتی بسیار ریز وتجزیه ناپذیر به نام اتم تشکیل شده‌اند. به‌عبارت دیگر می‌گفتند که قابلیت تقسیم ماده محدود است وحد آن جزء تجزیه ناپذیری به‌نام اتم است. به همین دلیل فلاسفهٔ اسلامی اتم را جزء لایتجزی می‌خواندند.

در اوایل قرن نوزدهم دالتون فرضیهٔ جدید اتمی را به‌شرح زیر بیان کرد:

۱ـ تمام مواد از اجزای کوچکی به نام اتم تشکیل یافته‌اند.

۲ـ تمام اتمهای یك عنصر یکسان هستند وجرمهای معین‌ومساوی دارند. ولی اتمهای عناصر مختلف یکسان نیستند و جرمشان با هم متفاوت است.

۳ـ یك ترکیب شیمیایی از به‌هم پیوستن تعداد معینی از اتمها به یکدیگر بدست می‌آید.

۴ـ در اثر واکنشهای معمولی شیمیایی اتمهای عناصر شکسته نمی‌شوند و تنها وضع قرارگرفتن خود را تغییر می‌دهند.

اتم ـ می‌دانیم که اگر آب را به کمك جریان الکتریك تجزیه کنیم دو ماده یعنی اکسیژن وئیدروژن بدست می‌آید. پس نتیجه می‌گیریم

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

که مولکول آب خود از دو عنصر اکسیژن وئیدروژن تشکیل یافته است. کوچکترین قسمت ممکن از یك عنصر [۱] را که می‌تواند در یك واکنش شیمیایی شرکت کند اتم می‌نامند .

بطورکلی مولکولهای هرمادهٔ شیمیایی (ساده ومرکب) از اجتماع عدهٔ معین اتم پدید آمده است . مولکول بعضی مواد مانند گازهای بی‌اثر یك اتمی است .

جرم اتمی و اتم‌گرم ـ 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 ئیدروژن است وجرم اتم گوگرد تقریباً دوبرابر جرم اتم اکسیژن وبنابراین تقریباً ۳۲ برابر جرم اتم ئیدروژن است .

جرم یك اتم بسیار کوچك و ناچیز است وباهیچ ترازویی نمی‌توان جرم یك اتم را اندازه گرفت . مثلاً جرم یك اتم اکسیژن $۲/۶۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ گرم است. این است که در محاسبات و آزمایشهای شیمیایی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و شیمیدانها معمولاً از جرم نسبی اتمها استفاده می‌کنند ، بدین معنی که $\frac{۱}{۱۶}$ جرم سبکترین ایزوتوپ (صفحهٔ ۳۸) اکسیژن را واحد اختیار کرده وجرم اتمهای دیگر را نسبت به آن می‌سنجند و عدد حاصل را جرم اتمی می‌نامند . بدین ترتیب واحد جرم [۲] اتمی $۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ گرم است که تقریباً برابر جرم اتم ئیدروژن می‌باشد . نسبت جرم اتم

۱ــ با در نظر گرفتن اختلاف مادهٔ ساده و عنصر تعریف فوق معنی دقیق‌تری پیدا می‌کند .

۲ــ تا سال ۱۹۶۱ واحد جرم اتمی $\frac{۱}{۱۶}$ سبکترین نوع اکسیژن بود ولی از آن به بعد $\frac{۱}{۱۲}$ جرم کربن ۱۲ به‌عنوان این واحد انتخاب شد .

اکسیژن به‌این واحد ۱۶ می‌شود که آن را جرم اتمی اکسیژن می‌نامیم. پس جرم اتمی عناصر نسبت جرم اتم آنها به واحد جرم اتمی یا جرم نسبی اتمها بر مبنای اکسیژن ۱۶ می‌باشد .

اکنون اگر از اتمهای اکسیژن آنقدر برداریم که ۱۶ گرم اکسیژن بدست آید ، گوییم یك **اتم‌گرم** اکسیژن داریم و آن را به حرف **O** (علامت اکسیژن) نمایش می‌دهیم . بنابراین علامت **O** نه تنها عنصر اکسیژن را نمایش می‌دهد ، بلکه علامت ۱۶ گرم اکسیژن هم هست . اگر از اتمهای ئیدروژن هم آنقدر برداریم که جرم آنها تقریباً یك گرم ($H = ۱/۰۰۸$) بشود ، یك اتم‌گرم ئیدروژن خواهیم داشت. به‌این ترتیب برای هر عنصری عددی به نام اتم‌گرم آن عنصر بدست می‌آید . مثلاً اتم گرم گوگرد ۳۲ گرم ($S = ۳۲$) و اتم‌گرم مس ۶۴ گرم ($Cu = ۶۴$) است.

عددی که جرم اتمی عنصری را نشان می‌دهد همان عددی است که اتم‌گرم آن را نمایش می‌دهد، منتهی درجرم اتمی این عدد نسبت میان دو جرم است بنابراین مقدارش برحسب گرم نیست (مثلاً برای اکسیژن ۱۶) و حال آنکه اتم‌گرم جرم عدهٔ معینی از اتمها بر حسب گرم است (مثلاً برای اکسیژن ۱۶ گرم است) .

جرم مولکولی و مولکول گرم ـ مجموع جرمهای اتمی کلیهٔ اتمهای موجود در مولکول یك ماده را جرم مولکولی آن ماده می‌نامند. مولکول‌گرم یك ماده مجموع اتم‌گرمهای موجود در مولکول آن است .

عدد آووگادرو ـ بنابرقانون آووگادرو ، حجمهای مساوی از تمام گازها درشرایط مساوی (درجه‌حرارت وفشار) شامل تعداد مولکولهای مساوی می‌باشند . وچون حجم یك مولکول‌گرم از تمام گازها باهم برابر

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

است پس تعداد مولکولهای موجود در یك مولکول‌گرم تمام مواد باهم برابر می‌باشند. این تعداد به طرق گوناگون اندازه‌گیری شده و به نام عدد آووگادرو موسوم گردیده است.

عدد آووگادرو = $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$

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 می‌شود که بعضی از آنها بار الکتریکی دارند.

مثلاً ازمتلاشی شدن خود بخود اتمهای اورانیم ورادیم که آنها را عناصر رادیو اکتیو می‌نامند ذراتی به صورت اشعهٔ نامرئی بیرون می‌تابد که دارای بار الکتریکی هستند، وآثار فیزیکی و شیمیایی مهمی دارند. در فیزیك سال سوم با آزمایشهای مربوط به الکتریسیتهٔ ساکن و جاری متوجه وجود الکتریسیته در اجسام شده‌اید.

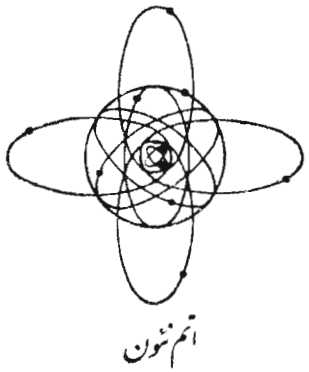
دانشمندان فیزیك و شیمی پس از تحقیقات و آزمایشهای زیاد چنین نتیجه گرفتند که اتم، یعنی همان جزء بسیار ریز که با قویترین میکروسکوپها دیده نمی‌شود، خود ازاجزای بسیار ریزی‌تشکیل‌شده است که مهمترین آنها پروتونها و نوترونها و الکترونها هستند. پروتونها و نوترونها در مرکز اتم تشکیل قسمتی به نام هسته را می‌دهند و الکترونها به دور هسته با سرعت زیاد می‌چرخند. جرم اتم در هستهٔ مرکزی جمع است وجرم الکترون در مقابل آن بسیار کم و ناچیز است.

الکترون ـ الکترون ذرهٔ باردار الکتریکی است که به اندازهٔ

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

پروتون ـ پروتون جزئی از هستهٔ اتم است که جرمش تقریباً به اندازهٔ جرم اتم ئیدروژن یعنی تقریباً برابر **یك 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 ـ نوترون نیز جزئی از هستهٔ 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 تجزیه می‌شود.



اتم نئون

شکل ۱۲

بدیهی است که پروتونها و نوترونها و الکترونهای تمام عناصر همه یك نوع و کاملا نظیرهم هستند. الکترونها در خارج هستهٔ اتم واقعند و همیشه عدهٔ پروتونهای هستهٔ هراتم با عدهٔ الکترونهای آن اتم برابر است، بطوری که اتم از لحاظ الکتریکی خنثی است.

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

الکترونها دور هسته برمدارهای معینی می‌چرخند . برای اولین‌بار راترفورد حرکت الکترونها را به‌دورهسته به‌گردش‌سیارات منظومهٔ‌شمسی به دور خورشید تشبیه کرد (شکل ۱۲) .

فاصلهٔ بین هسته والکترونها نسبت به ابعاد اتم بسیار زیاد است .

چنانچه گفته شد ، هسته درمرکز اتم قرار دارد و حجم[۱] بسیار کمی نسبت به‌حجم اتم دارد . در اتم ئیدروژن قطر هسته $\frac{۱}{۴۰۰۰۰}$ قطر اتم است .

اگر اتم اکسیژن را آنقدر بزرگ فرض‌کنیم که قطر هستهٔ آن یك مترشود، قطر مدار الکترونهای خارجیش ده‌کیلومتر خواهد شد، به‌عبارت دیگر فضای خالی بسیار عظیمی بین هسته والکترونها وجود دارد .

عدد اتمی ـ عدهٔ پروتونهای هستهٔ اتم هر عنصر را عدد اتمی آن عنصر می‌خوانند و آن را با حرف Z نشان می‌دهند .

مثلاً وقتی که می‌گویند عدد اتمی ئیدروژن ۱ و عدد اتمی اکسیژن ۸ وعدد اتمی کربن ۶ است یعنی هستهٔ اتم آنها بترتیب ۱ ، ۸ ، و ۶ پروتون دارد .

در هستهٔ عناصر سبك وزن ، عدهٔ نوترونها تقریباً برابر عدهٔ پروتونهاست ، ولی در هستهٔ عناصر سنگین عدهٔ نوترونها بیش از عدهٔ پروتونهاست .

عدد جرمی ـ عدد جرمی هراتم عدد صحیحی است که مساوی مجموع عدهٔ پروتونها و نوترونهای آن اتم است و آن را معمولا با حرف A نشان می‌دهند .

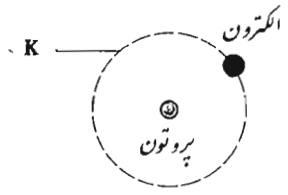
عدهٔ نوترونها ـ عدهٔ نوترونهای هرهسته برابر تفاضل **عددجرمی** و عدد اتمی است . یعنی اگر عدهٔ نوترونها را به n و عدهٔ پروتونها را به

۱ـ قطر تقریبی اتم درحدود ۸ـ۱۰ و قطر تقریبی هستهٔ اتم در حدود ۱۲ـ۱۰ سانتیمتر است .

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

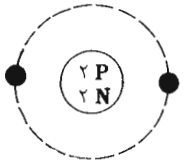
برای نشان دادن ساختمان هستهٔ یك اتم ، عدد جرمی وعدد اتمی آن را در طرف چپ علامت اختصاری عنصر می‌نویسیم . مثلاً ئیدروژن را به $_{۱}^{۱}H$ واکسیژن ۱۰ به $_{۸}^{۱۶}O$ و کربن را به $_{۶}^{۱۲}C$ نشان می‌دهیم .

اتم ئیدروژن ـ اتم ئیدروژن ساده‌ترین اتمهاست . هستهٔ اتم ئیدروژن معمولی تنها از یك پروتون تشکیل یافته است . این اتم دارای یك الکترون است که به دور هسته گردش می‌کند . این الکترون درلایه‌ای حرکت می‌کند که به‌حرف K نامگذاری شده است (شکل ۱۳) .



شکل ۱۳ ـ اتم ئیدروژن

اتم هلیم ـ پس از ئیدروژن ساده‌ترین اتمها هلیم ($_{۲}^{۴}He$) است که هستهٔ آن ۲ پروتون و ۲ نوترون دارد. برگرد هستهٔ اتم هلیم ۲ الکترون در لایهٔ K حرکت می‌کنند (شکل ۱۴) .



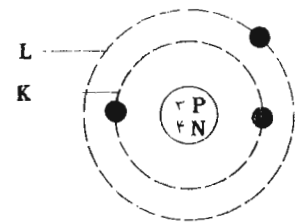
شکل ۱۴ ـ اتم هلیم

اتم لیتیم ـ هستهٔ اتم لیتیم ($_{۳}^{۷}Li$) ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد وعدهٔ الکترونهای آن برابر عدهٔ پروتونها یعنی ۳ خواهد بود که دو تای آنها در لایهٔ K و سومی در لایهٔ L (که دورتر از لایهٔ اول قرار دارد) گردش می‌کنند . پس لایهٔ K با دو الکترون پرمی‌شود و الکترون سوم درلایه‌ای دیگر به نام L قرار دارد (شکل ۱۵).

iranchembook.ir/edu

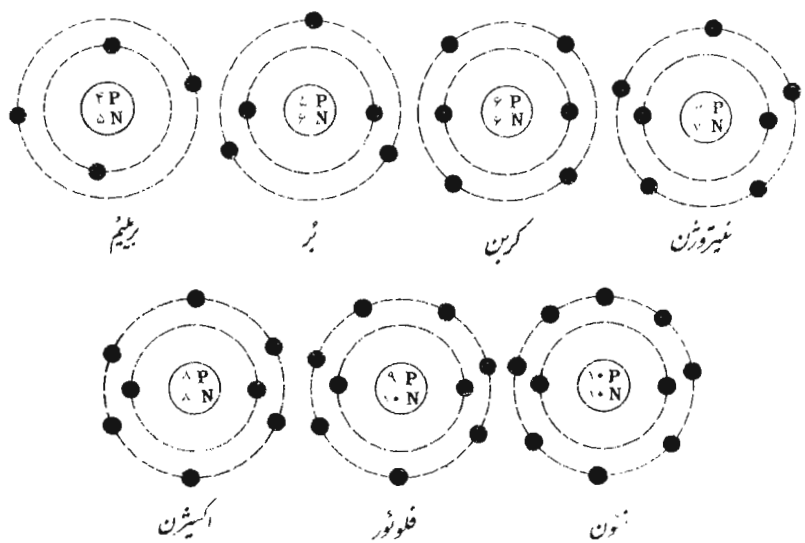
khosro۱۹۵۲

اتمهای دیگر ـ پس از لیتیم، اتمهای دیگری که الکترونهایشان فقط درلایه‌های K و L می‌باشند عبارتند از : بریلیم ($^{9}_{4}Be$)، بر ($^{11}_{5}B$)، کربن ($^{12}_{6}C$) ، نیتروژن یا ازت ($^{14}_{7}N$) ، اکسیژن ($^{16}_{8}O$) ، فلوئور ($^{19}_{9}F$)، نئون($^{20}_{10}Ne$) (شکل ۱۶)، که عدهٔ الکترونهای لایهٔ L آنها بترتیب ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ است . همانطور که لایهٔ K با ۲ الکترون



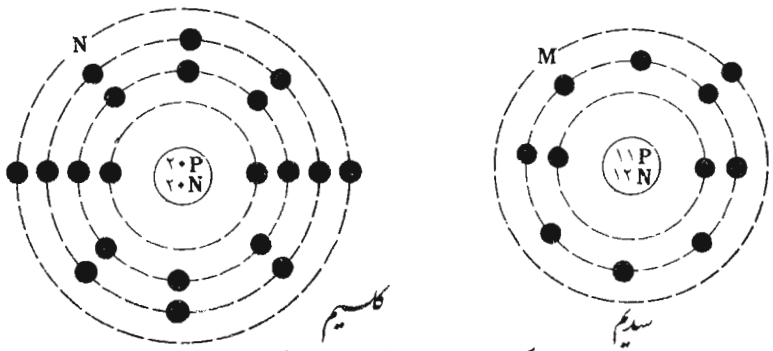
شکل ۱۵ ـ اتم لیتیم

کامل می‌شد ، لایهٔ L نیز با ۸ الکترون پر می‌شود ، و الکترونهای عناصر بعد از نئون در لایه‌های دیگری قرار می‌گیرند .



شکل ۱۶

پس‌از 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 پس‌از دیگری قرار دارد . مثلاً برای



شکل ۱۷ ـ اتمهای سدیم وکلسیم

سدیم ($^{23}_{11}Na$) لایهٔ M یك الکترون بیشتر ندارد ، ولی برای کلسیم ($^{40}_{20}Ca$) این لایه با ۸ الکترون پرمی‌شود و ۲ الکترون باقیمانده در لایهٔ جدید N قرار می‌گیرند (شکل ۱۷) . در کریپتون که عدد اتمی آن ۳۶ است لایهٔ N ، ۸ الکترون دارد .

معمولاً برای اختصار و آسانی به‌نمایش الکترونهای لایهٔ خارجی هر عنصر در اطراف علامت اختصاری آن قناعت می‌شود . مثلاً ئیدروژن را به $\dot{H}$ و هلیم را به He وکربن را به $\dot{\underset{\cdot}{C}}$ ونیتروژن را به $\dot{\underset{\cdot}{N}}$. و اکسیژن را به $:\ddot{O}$ و فلوئور وکلر را به $:\ddot{F}\cdot$ و $:\ddot{Cl}\cdot$ و سدیم وکلسیم را به $\dot{Na}$ و $\dot{Ca}$ نشان می‌دهند. برای توضیح بیشتر وضع قرار گرفتن الکترونهای عناصر، تعداد الکترونهای لایه‌ها را بترتیب به‌دنبال هم می‌نویسند . مثلاً الکترونهای اتم کلر را به صورت (۷ ـ ۸ ـ ۲) نشان می‌دهند . درجدول آخر کتاب الکترونهای لایه‌های مختلف برای هر عنصر به همین طریق

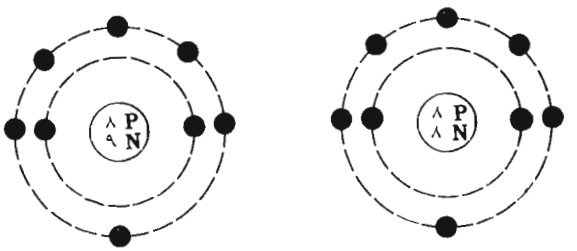
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

نشان داده شده است .

ایزوتوپها ـ اتمهای مختلف یك عنصر را که عدد اتمیشان یکی است ، یعنی تعداد پروتونها و در نتیجه تعداد الکترونهای آنها با هم برابر می‌باشد ولی عدد جرمی آنها با هم متفاوت است ایزوتوپهای آن عنصر می‌گویند . پس اختلاف ایزوتوپهای یك عنصر معین در تعداد نوترونها می‌باشد .

امروزه ثابت شده است که در اکسیژن معمولی ، دونوع اکسیژن $^{16}_{8}O$ ، $^{17}_{8}O$ و حتی کمی اکسیژن $^{18}_{8}O$ وجود دارد ، بنابراین اکسیژن معمولی مخلوطی از سه نوع اکسیژن است که در خواص شیمیایی تقریباً یکسانند ولیکن جرمهای اتمی آنها متفاوت است . این انواع اکسیژن را ایزوتوپهای اکسیژن می‌نامند (شکل ۱۸) .

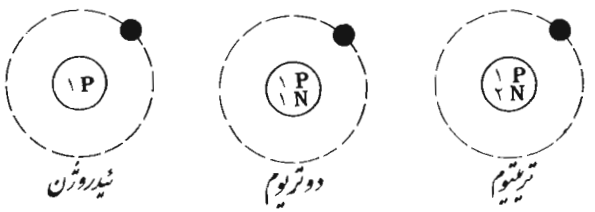


شکل ۱۸ ـ ایزوتوپهای اکسیژن

بنابه شرح فوق ایزوتوپهای مختلف یك عنصر تنها درجرم اتمی و عدهٔ نوترونها تفاوت دارند و درنتیجه تفاوت خواص آنها بسیار جزئی‌است.

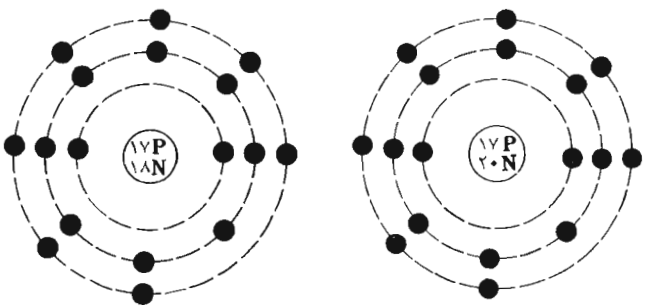
ئیدروژن نیز سه ایزوتوپ دارد. ئیدروژن ($^{1}_{1}H$) که یك پروتون و یك الکترون دارد . ئیدروژن ($^{2}_{1}H$ یا D) که هستهٔ آن دارای یك

پروتون و یك نوترون است و به نام ئیدروژن سنگین یا دوتریم [1] موسوم است (شکل ۱۹) . آب سنگین که در راکتورهای اتمی مورد استفاده قرار می‌گیرد ترکیبی است از این ئیدروژن با اکسیژن به فرمول D_2O و جرم مولکولی آن ۲۰ است . ایزوتوپ دیگری برای ئیدروژن بطور مصنوعی ساخته‌اند که جرم اتمی آن ۳ است و آن را تریتیم [2] می‌نامند و به ($^{3}_{1}H$ یا T) نشان می‌دهند .



شکل ۱۹ ـ ایزوتوپهای ئیدروژن

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



شکل ۲۰ ـ ایزوتوپهای کلر

۱-Deuterium ۲-Tritium

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

درصد از دومی (شکل ۲۰). این است که جرم اتمی کلر معمولی را ۳۵/۵ می‌گیرند .

$$Cl = ۰/۷۵ \times ۳۵ + ۰/۲۵ \times ۳۷ = ۲۶/۲۵ + ۹/۲۵ = ۳۵/۵$$

بنابراین علت اینکه بعضی از جرمهای اتمی اعداد کسری هستند این است که هرعنصر مخلوطی از دو یا چند ایزوتوپ است .

ظرفیت (والانس)

در فرمولهای زیر دقت کنید :

HCl	NaCl
$H_۲O$	$CaCl_۲$
$NH_۳$	$AlCl_۳$
$CH_۴$	$SnCl_۴$

عدهٔ اتمهای ئیدروژن و کلر که با یك اتم از عناصر مختلف ترکیب شده‌اند یکسان نیست، یعنی یك اتم کلر با یك اتم ئیدروژن یا با یك اتم سدیم ترکیب می‌شود ، ولی یك اتم اکسیژن با دو اتم ئیدروژن و یك اتم کلسیم با دو اتم کلر ترکیب می‌شود. همینطور نیتروژن با سه اتم ئیدروژن و Al با سه اتم کلر وکربن با چهار اتم ئیدروژن یا چهار اتم کلر ترکیب می‌شود . بنا به تعریف تعداد H یا دوبرابر تعداد اکسیژنی را که با یك اتم عنصری ترکیب می‌شود والانس یا ظرفیت آن عنصر گویند .

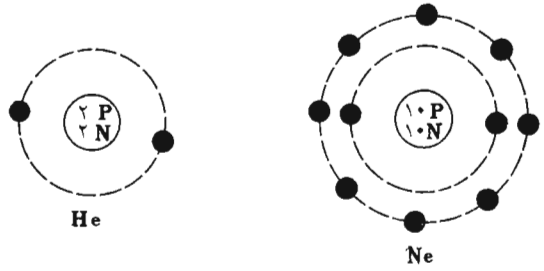
والانس وساختمان اتمی ـ اگر درساختمان اتمی عناصر نامبرده دقت شود می‌بینیم که عدهٔ الکترونهای لایهٔ خارجی فلزهای سدیم ، کلسیم، آلومینیم و قلع بترتیب :

$\overset{۱}{Na}$ $\overset{۲}{Ca}$ $\overset{۳}{Al}$ و $\overset{۴}{Sn}$. است . و عدهٔ الکترونهای لایهٔ خارجی غیر فلزها مثلاً کلر و اکسیژن و نیتروژن و کربن به شرح زیر است :

$\overset{۷}{:Cl:}$ $\overset{۶}{:O:}$ $\overset{۵}{.N.}$ و $\overset{۴}{.C.}$

این الکترونهای لایهٔ خارجی را **الکترونهای ظرفیت** می‌نامیم زیرا این الکترونها هستند که درپیوند شیمیایی اتم یك عنصر با اتم عنصر دیگر دخالت دارند .

عناصری که لایهٔ خارجی آنها دارای هشت الکترون (در لایهٔ K دو الکترون) است بی‌اثر بوده با عناصر دیگر ترکیب نمی‌شوند بنابراین ظرفیت ترکیب ندارند . مثل He و Ne .



شکل ۲۱

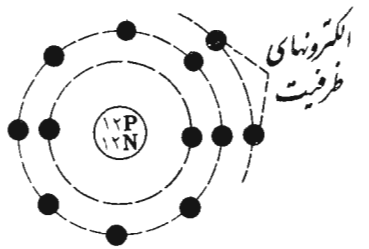
عناصری که تعداد الکترونهای آخرین لایهٔ آنها از ۸ الکترون کمتر است همیشه میل دارند بطریقی آخرین لایهٔ خود را کامل کنند و این عمل به دوطریق انجام می‌شود که یکی را الکتروالانس و دیگری را کووالانس می‌نامند .

پیوند به طریقهٔ الکتروالانس ـ در پیوند شیمیایی فلزها و غیر فلزها ، الکترونهای ظرفیت از لایهٔ خارجی اتم فلزها (که معمولاً ۱

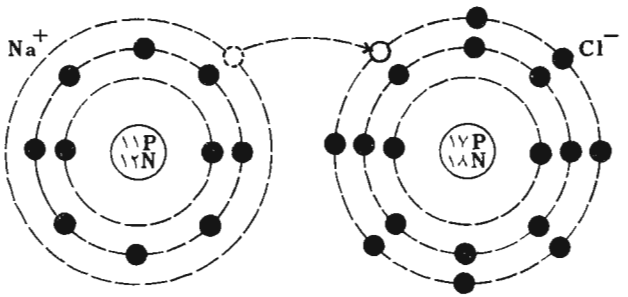
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

تا ۳ الکترون است) به لایهٔ خارجی اتم غیرفلزها منتقل می‌شوند و به‌این ترتیب اتم فلز از لحاظ الکتریکی مثبت و اتم غیر فلز منفی می‌شود ، یعنی اتمها به‌صورت یونهایی در می‌آیند که لایهٔ خارجی آنها پراست (ذرات دارای بار الکتریکی را یون می‌نامند). مثلاً وقتی که سدیم با کلر ترکیب می‌شود و کلرور سدیم می‌دهد الکترونی که در لایهٔ خارجی اتم سدیم قرار دارد به لایهٔ خارجی اتم کلر منتقل می‌شود و آن را کامل می‌کند. بنابراین یك الکترون لایهٔ خارجی اتم سدیم از بین می‌رود و سدیم به‌صورت یون مثبت سدیم و کلر به‌صورت یون منفی کلر درمی‌آید (شکل ۲۳).

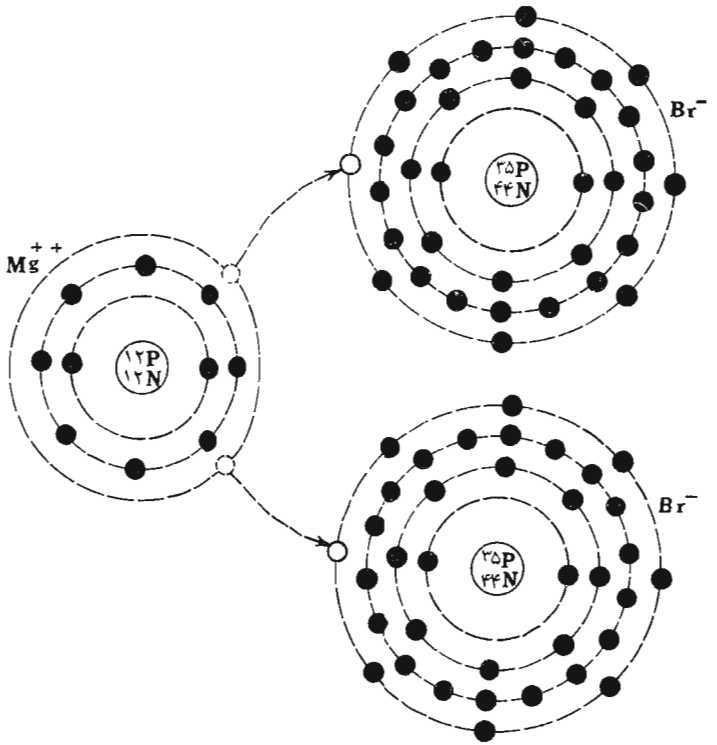


شکل ۲۲



شکل ۲۳ ــ ترکیب کلر با سدیم

همینطور وقتی‌که برم بامنیزیم ترکیب می‌شود ، لایهٔ خارجی برم‌که دارای ۷ الکترون است تنها یك الکترون لازم دارد تا کامل شود . بنابراین یك اتم منیزیم به‌دو اتم برم الکترون می‌دهد وعدهٔ الکترونهای لایهٔ خارجی آنها را به ۸ می‌رساند و برمور منیزیم ($MgBr_2$) می‌دهد (شکل ۲۴) .



شکل ۲۴ ــ ترکیب برم با منیزیم

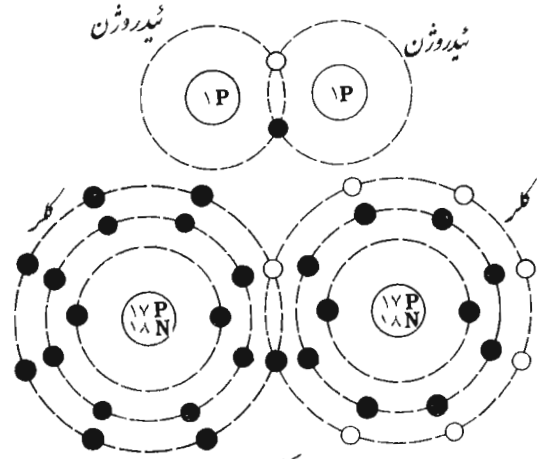
این نوع پیوند را الکتروواالانسی یا یونی می‌نامند .

دراین حالت ظرفیت یك عنصر عبارت‌از عدهٔ الکترونهایی است که اتم آن عنصر از دست می‌دهد یا بدست می‌آورد . مثلاً درترکیب کلرو سدیم (شکل ۲۳) ظرفیت کلر یك و ظرفیت سدیم نیز یك است ودر ($MgBr_2$) ظرفیت Mg دو و ظرفیت Br یك است .

پیوند به‌طریقهٔ کووالانس ـ در بعضی واکنشهای دیگر پیوند اتمها بدین صورت انجام می‌گیرد که الکترون از یك اتم به اتم دیگر منتقل نمی‌شود، بلکه دو اتم درچند الکترون باهم شرکت می‌کنند واین

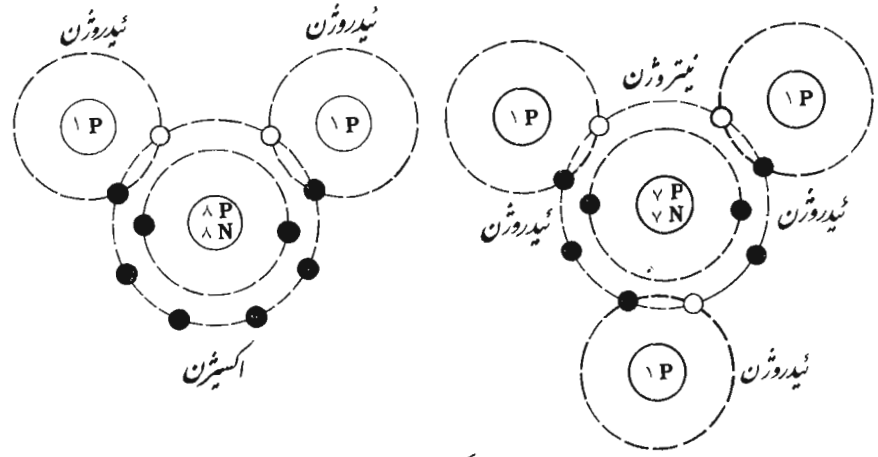
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲



شکل ۲۵

الکترونهای مشترك باعث کامل شدن هردو لایهٔ ناقص اتمها می‌شوند. یك مولکول دو اتمی مثل Cl_2 و H_2 به همین طریق تشکیل می‌شود. یعنی در مولکول ئیدروژن لایهٔ K دارای دو الکترون و کامل است. به همین‌جهت H از H_2 میل ترکیبی بیشتری دارد. همچنین در مولکول کلر، الکترونهای لایهٔ خارجی هر اتم کامل و برابر ۸ است (شکل ۲۵)،

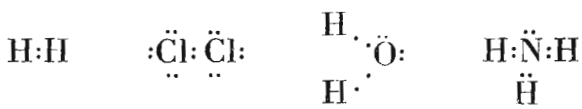


شکل ۲۶

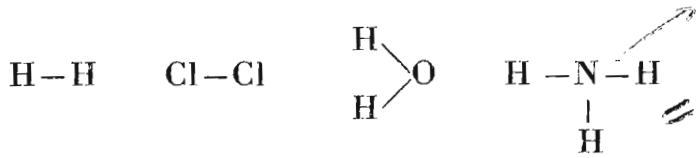
و نیز در مولکول آب و مولکول امونیاك (شکل ۲۶) که به‌همین طریق تشکیل می‌شوند الکترونهای لایهٔ خارجی اتمهای ئیدروژن به دو واز آن اکسیژن یا نیتروژن به ۸ می‌رسد. این نوع پیوند را کووالانسی می‌گویند.

دراین حالت ظرفیت یك عنصر عبارت از عدهٔ الکترونهای اتم آن عنصر است که در تشکیل جفت الکترونی شرکت می‌کنند. در مثال فوق اکسیژن ۲ و نیتروژن ۳ وئیدروژن یك ظرفیت دارند.

حال اگر هرالکترون ظرفیت را با نقطه‌ای نشان دهیم، مولکولهای ئیدروژن (H_2)، کلر (Cl_2)، آب (H_2O) و امونیاك (NH_3) را می‌توان چنین نمایش داد:



اگر هر جفت الکترون مشترك بین دو اتم را با یك خط نمایش دهیم، در آن صورت شکل حاصل را فرمول ساختمانی می‌نامیم. مثلاً فرمولهای ساختمانی مواد بالا چنین است:



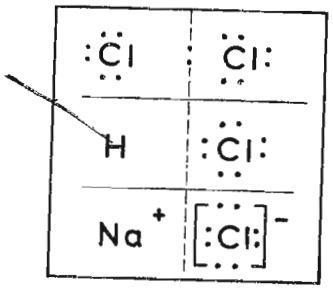
پیوندهای قطبی و غیر قطبی – درمولکولهای مواد ساده مانند H_2 و Cl_2، جفت الکترون که دو اتم را به یکدیگر پیوند می‌دهد، به‌هر دو اتم بطور یکسان تعلق دارد. این نوع پیوند کووالانسی را که معمولاً بین اتمهای یك عنصرغیرفلزی صورت می‌گیرد، غیرقطبی می‌نامند.

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

اما جفت الکترون که دو اتم متفاوت را به یکدیگر پیوند می‌دهد، بطور یکسان به‌هر دو اتم تعلق ندارد و یکی از اتمها الکترونها را بیشتر به‌سوی خود می‌کشد . این نوع پیوند کووالانسی را قطبی می‌نامند . در مولکولهای مواد مرکب مانند H_2O ، HF ، HCl پیوند بین اتمها کووالانسی قطبی است .

در تشکیل پیوند قطبی جفت الکترون به‌سوی یکی از اتمها بیشتر کشیده می‌شود، درصورتی که در تشکیل پیوند یونی الکترونها بطور کامل از یك اتم به اتم دیگر انتقال می‌یابند . شکل ۲۷ تبدیل پیوند غیرقطبی را به قطبی و یونی نشان می‌دهد .



شکل ۲۷

تمرین

۱ــ در کدامیك اتمهای بیشتر وجود دارد : در یك گرم سدیم یا در یك گرم پتاسیم ؟

۲ــ جرم مولکولی آب ۱۸ است . مولکول‌گرم آب وجرم یك مولکول آب را معین کنید .

۳ــ هستهٔ اتم یکی از عناصر نوترون ندارد. این عنصر کدام است ؟

۴ــ 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 .

۵ــ جرم مولکولی همهٔ انواع مولکولهای آب را که از ترکیب ایزوتوپهای ئیدروژن (۱ و ۲) و ایزوتوپهای اکسیژن (۱۶ و ۱۷ و ۱۸) تولید می‌شوند ، بنویسید .

۶ــ بار الکتریکی اتم مثبت است یا منفی یا خنثی ؟ چرا ؟

۷ــ الکترون و پروتون و نوترون هریك درچه قسمت از اتم قرار دارد ؟

۸ــ بین جرم اتمی وعدهٔ پروتونها و نوترونها و الکترونهای یك اتم چه رابطه‌ای برقرار است ؟

۹ــ عدد اتمی یعنی چه و با دانستن آن چه قسمت از اتم مشخص می‌شود ؟

۱۰ــ برای معرفی کامل اتم یك عنصر چه اعدادی از مشخصات اتم را باید بدانید ؟

۱۱ــ ساختمان الکترونی اتم عناصر $^{31}_{15}P$ و $^{27}_{13}Al$ و $^{32}_{16}S$ و $^{28}_{14}Si$ را رسم کنید .

۱۲ــ عدهٔ نوترونهای هستهٔ یك عنصر از کجا معلوم می‌شود و در چه حدود است ؟

۱۳ــ هر یك از لایه‌های K و L و M با چند الکترون کامل می‌شود ؟

۱۴ــ سه عنصر را که لایهٔ خارجی آنها کامل است نام ببرید .

۱۵ــ کلر و پتاسیم هر دوجزء عناصر یك ظرفیتی هستند درحالی که لایهٔ خارجی کلر ۷ الکترون ($:\ddot{Cl}:$) و لایهٔ خارجی پتاسیم ($\dot{K}$) یك الکترون دارد. پس این ظرفیتها چه تفاوتی دارند ؟

۱۶ــ فرمول ساختمانی مولکولهای F_2 ، O_2 ، N_2 ، HF ، H_2S ، CH_4 ، CO_2 را نمایش دهید .

طبقه‌بندی عناصر شیمیایی

هر علم باشناسایی واقعیتها آغاز می‌شود . واقعیتها هرچه بیشتر جمع شوند، لزوم طبقه‌بندی آنها بیشتر احساس می‌شود . نخستین طبقه‌بندی معمولاً کامل نیست . مثلاً در نخستین طبقه بندی عناصر شیمیایی ، آنها را به دو دسته تقسیم می‌کردند : فلز و غیر فلز .

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

برق و گرما را بخوبی هدایت می‌کنند. غیرفلزها جریان برق وگرما را بخوبی از خود عبور نمی‌دهند و معمولاً جلای فلزی ندارند. از نظر شیمیایی اکسید فلز با آب تولید باز می‌کند، درصورتی‌که اکسید غیرفلز با آب اسید می‌دهد. فلزها با ئیدروژن ترکیبات قرّار نمی‌دهند ولی غیرفلزها با ئیدروژن ترکیبات قرّار تولید می‌کنند.

با وجود این بین فلزها و غیر فلزها مرزی روشن وجود ندارد. مثلاً انتیموان جلای 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 بی‌اثر شامل عناصر هلیم He، نئون Ne، آرگون Ar، کریپتون Kr، گزنون Xe و رادون Rn است و یك خانواده از عناصر شیمیایی را تشکیل می‌دهند. این عناصر در پیوند با ئیدروژن و فلزها شرکت نمی‌کنند، یعنی ظرفیت آنها صفر است. مولکولهای گازهای بی‌اثر یك اتمی است.

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

فلوئور F، کلر Cl، برم Br، ید I و استاتین At نیز یك خانوادهٔ شیمیایی به‌نام هالوژنها راتشکیل می‌دهند. این‌عناصر ۷ الکترون

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

گروههای عناصر را در جدول آخرکتاب می‌بینید. این جدول به جدول تناوبی عناصر موسوم است وبر اساس عدد اتمی عناصر تنظیم شده است. هرعنصر درخانه‌ای ازجدول جا دارد که با شمارهٔ اتمی‌آن مطابقت می‌کند. جدول تناوبی عناصر دارای ۷ دورهٔ تناوب است که با هفت لایهٔ الکترونی (K، L، M، N، O، P، Q) مطابقت دارد. دورهٔ اول شامل ئیدروژن وهلیم است. هردورهٔ دیگر ازیك فلز قلیایی شروع می‌شود وبه یك گاز بی‌اثر 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 الکترونی شبیه غیر فلزهاست زیرا در تنها لایهٔ الکترونی خود (K) یك الکترون دارد واین لایه با دو الکترون پر می‌شود. بنابراین ئیدروژن در پیوند با فلزها مانند هالوژنها، گیرندهٔ الکترون است و جزء غیرفلزها بحساب می‌آید.

دربرنامهٔ سال چهارم از غیرفلزها وقبل از همه از ئیدروژن وسپس بترتیب از غیرفلزهای گروههای هفتم، ششم، پنجم و چهارم بحث می‌کنیم.

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل سوم

۴۹ صفحه + جدول تناوبی

ئیدروژن $_{1}^{1}H$

فرمول مولکولی ئیدروژن به‌حالت آزاد H_2 و فرمول ساختمانی آن $H-H$ است.

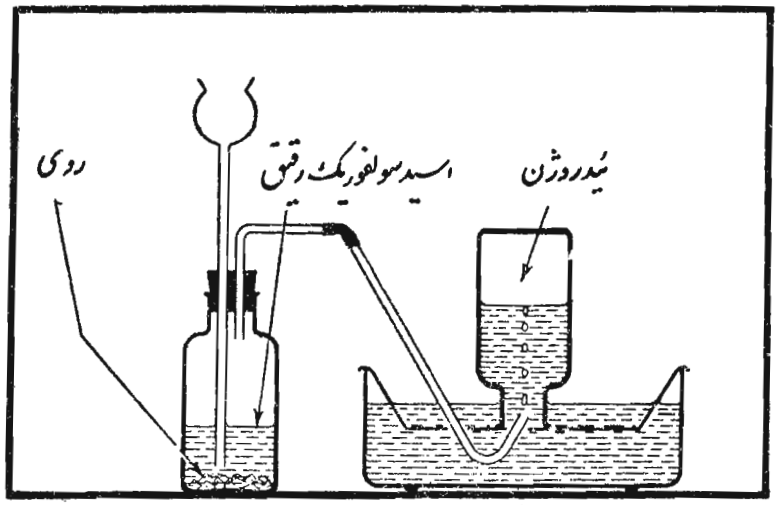
حالت طبیعی – ئیدروژن به‌حالت آزاد در طبیعت بسیار کمیاب ولی به‌حالت ترکیب بسیار فراوان است، مثلاً $\frac{1}{9}$ وزن آب ئیدروژن است. در نفتها و بافتهای حیوانی و گیاهی نیز این عنصر به‌مقدار زیاد یافت می‌شود. کیمیاگران این گاز را از اثر جوهر گوگرد بر آهن بدست می‌آوردند و آن را هوای سوزا می‌نامیدند. ولی خواص آن به‌وسیلهٔ **کاوندیش** مورد مطالعه قرار گرفت و **لاووازیه** آن را ئیدروژن یعنی «آبزا» نامید.

طرز تهیه: الف در آزمایشگاه: ۱ – اثر اسید برفلز – از اثراسید سولفوریك رقیق برقطعات روی گاز ئیدروژن بدست می‌آید (شکل ۲۸).

$$H_2SO_4+Zn\rightarrow ZnSO_4+H_2\uparrow$$

ممکن است به‌جای جوهر گوگرد جوهر نمك و به‌جای روی برادهٔ آهن بکار برد.

جوهر نمك بر آلومینیم نیز بشدت اثر کرده ئیدروژن می‌دهد.



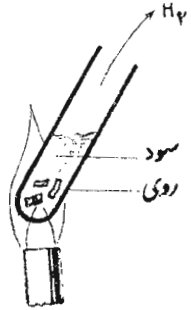
شکل ۲۸ – دستگاه تهیهٔ ئیدروژن

۲ – فلزهای فعال از قبیل سدیم و پتاسیم آب را بشدت تجزیه می‌کنند و ئیدروژن می‌دهند.

$$2Na+2H_2O\rightarrow 2NaOH+H_2\uparrow$$

سدیم را در یك کیسهٔ سیمی قرار داده در آب فرو می‌برند (شکل ۲۹)

شکل ۲۹



شکل ۳۰

۳ – از اثر محلول سود بر آلومینیم یا روی نیز ئیدروژن بدست می‌آید (شکل ۳۰).

$$2NaOH+2Al+2H_2O\rightarrow 2NaAlO_2+3H_2\uparrow$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ب ـ درصنعت : ۱ ـ تجزیهٔ الکتریکی آب ـ آب را به‌وسیلهٔ سود سوزآور هادی الکتریسیته کرده و در اثر جریان مستقیم (یك طرفه) تجزیه می‌کنند. در این عمل فقط آب مصرف می‌شود و مقدار سود ثابت می‌ماند . عمل را می‌توان بافرمول زیر خلاصه کرد :

$$۲H_۲O \rightarrow ۲H_۲\uparrow + O_۲\uparrow$$

درآزمایشگاه همین‌عمل دردستگاهی به‌نام ولتامتر انجام می‌گیرد.

۲ـ قسمت اعظم ئیدروژنی را که درصنعت مصرف می‌شود از تأثیر بخار آب برزغال سرخ شده بدست می‌آورند .

$$H_۲O + C \rightarrow H_۲\uparrow + CO\uparrow$$

مخلوط حاصل قابل سوختن است وآن را **گازآب** می‌نامند. اگر این مخلوط را مجدداً با بخارآب درمجاورت‌کاتالیزور عمل‌کنند گاز اکسید کربن به انیدرید کربنیك تبدیل می‌شود که با شست وشو آن را ازمخلوط جدا می‌کنند.

۳ـ از اثر آهن سرخ شده بر بخار آب نیز ئیدروژن **تولید** می‌شود . این طریقه امروز متداول نیست .

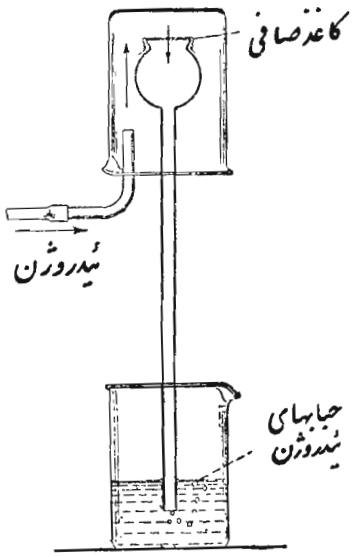
$$۳Fe + ۴H_۲O \rightarrow Fe_۳O_۴ + ۴H_۲\uparrow$$

خواص فیزیکی ـ ئیدروژن سبکترین گازهاست و تقریباً ۱۵ مرتبه ازهوا سبکتر است. به‌همین علت دانشمندان معتقدند که در اطراف خورشید و سایر کرات سنگین تر از زمین ئیدروژن به‌مقدار زیاد وجود دارد .

گازی است بیرنگ و بی‌بو و بی‌طعم ، در آب به‌مقدار کم حل می‌شود وبسختی به مایع تبدیل می‌گردد. قابلیت نفوذ ئیدروژن دراجسام

ازهمهٔ گازها بیشتر است .

آزمایش ۱ـ اگر دستگاهی مانند شکل ۳۱ سوارکنیم و دهانهٔ قیف را با یك قطعه کاغذ صافی ببندیم و در زیر سرپوش ئیدروژن وارد کنیم این گاز به‌علت قابلیت نفوذ زیادش از کاغذ صافی عبور می‌کند و به‌صورت حبابهایی از آب خارج می‌شود .



شکل ۳۱ ـ قابلیت نفوذ ئیدروژن

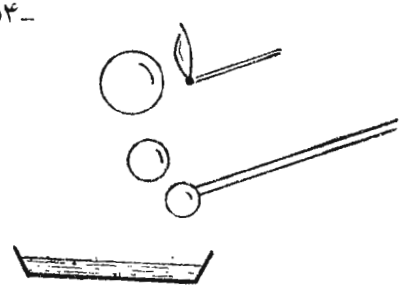
آزمایش ۲ـ برای نشان دادن سبکی ئیدروژن یك بالن نازك لاستیکی را از ئیدروژن پر کرده و در آن را می‌بندیم . اگر بالن را رها کنیم به‌هوا می‌رود، یا اگر سرلولهٔ ئیدروژن را درکف صابون فرو بریم حبابهای کف صابون تشکیل شده بالا می‌روند (شکل ۳۲) .

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

سوختن ئیدروژن ـ آزمایش ـ پس‌ازآنکه چندظرف ئیدروژن برای آزمایشهای خواص فیزیکی آن برداشتید و مطمئن شدید که در دستگاه ئیدروژن‌گیری دیگر هوا وجود ندارد ، کبریت افروخته‌ای به دهانهٔ لولهٔ ئیدروژن‌گیری نزدیك کنید. می‌بینید که ئیدروژن باشعلهٔ کم‌

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲



شکل ۳۲

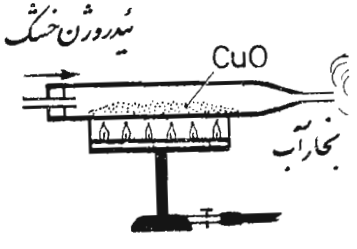
رنگ و پرحرارتی می‌سوزد و آب تولید می‌کند بطوری‌که اگر ظرف سردی بالای‌شعله بگیرید، دیوارهٔ ظرف مرطوب می‌شود (شکل۳۳)

$$۲H_۲+O_۲\rightarrow ۲H_۲O$$

مخلوط ئیدروژن واکسیژن به‌کمك 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 درگذشته برای جوشکاری و بریدن قطعات فلزی استفاده می‌کردند ولی امروزه از برق یا استیلن استفاده می‌کنند .

شکل ۳۳

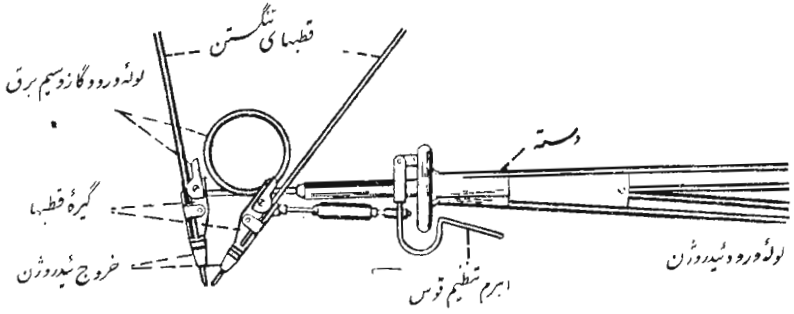
خاصیت احیا کنندگی ئیدروژن ـ آزمایش ـ جریانی‌ازئیدروژن را ازلولهٔ محتوی کلرور کلسیم بگذرانید تا رطوبت آن گرفته شود وسپس آن را از روی اکسید سیاه مس گرم عبور دهید. می‌بینید که رنگ سرخ مس آشکار می‌شود . در این عمل ئیدروژن اکسیژن اکسید مس را گرفته مس را آزاد کرده است . به‌همین مناسبت گویند که اکسید مس احیا 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 به‌وسیلهٔ ئیدروژن احیا نمی‌شود .

ئیدروژن اتمی‌ومولکولی ـ ئیدروژن معمولی همیشه به‌صورت مولکولی است . اگربین دو قطب تنگستن قوس الکتریکی ایجاد کرده ئیدروژن معمولی را از میان آن عبور دهند ، در اثر حرارت فوق‌العادهٔ



شکل ۳۵

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

اتمهای ئیدروژن پس‌از عبور ازمیان قوس بار دیگر به‌هم پیوسته ئیدروژن مولکولی بوجودمی‌آورند $H_۲\rightleftarrows H+H$. هنگامی که‌ئیدروژن 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 .

طرزشناختن ـ هرگاز خالصی که با اکسیژن بسوزد و از سوختن

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

آن منحصراً آب تولید شود ئیدروژن است .

ئیدروژن سنگین ـ ۲=D ئیدروژن سنگین یا دوتریم گازی است که به‌نسبت ۰/۰۲ درصد در ئیدروژن معمولی وجود دارد . از سوختن این گاز آب سنگین به فرمول D_2O بدست می‌آید .

تمرین ومسئله

۱ ـ چرا قبل از خارج شدن تمام هوای درون دستگاه ئیدروژن گیری نباید شعله را نزدیك دستگاه برد ؟

۲ ـ ۳ گرم آب را به یکی از طرق زیر تجزیه می‌کنیم :

الف ـ به صورت بخار که از روی آهن سرخ عبور می‌دهیم ،

ب ـ بر سدیم وارد می‌کنیم ،

ج ـ تحت تأثیر روان برق قرار می‌دهیم .

در کدام طریقه مقدار ئیدروژن حاصل کمتر است ؟

۳ ـ برای تهیهٔ یك گرم ئیدروژن از تأثیر جوهر نمك بر فلز ، کدامیك از فلزات سدیم ، منیزیم یا آلومینیم کمتر بکار می‌رود ؟

۴ ـ کدامیك از خواص فیزیکی ئیدروژن مهمتر و جالبتر است ؟

۵ ـ وقتی که ئیدروژن را از روی اکسید مس عبور می‌دهیم چه عنصری احیا و چه عنصری اکسید می‌شود ؟

۶ ـ اگر یك آتش افروخته را :

الف ـ در شیشهٔ اکسیژن ،

ب ـ در شیشهٔ ئیدروژن ،

ج ـ در شیشهٔ مخلوط آن دو وارد کنیم چه می‌شود ؟

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

۸ ـ چگونه می‌توانیم ئیدروژن را چند ساعت در یك شیشه نگاه داریم ؟

۹ ـ از تأثیر ۶/۵ گرم روی بر محلول اسید کلریدریك چند لیتر ئیدروژن در شرایط متعارفی بدست می‌آید ؟ اگر همین مقدار ئیدروژن را بخواهیم از حل

آهن در محلول اسید کلریدریك بدست آوریم ، چه مقدار آهن برای این‌عمل لازم است ؟ (ج : اول ۲/۲۴ لیتر ، دوم ۵/۶ گرم)

۱۰ ـ از تأثیر ۲/۸ گرم آهن بر اسید سولفوریك رقیق چند گرم ئیدروژن می‌توان بدست آورد ؟ برای تهیهٔ همین مقدار ئیدروژن چند گرم آب را باید تجزیهٔ الکتریکی کرد و در این صورت حجم اکسیژن حاصل چقدر است ؟

(ج : اول ۰/۱ گرم ، دوم ۰/۹ گرم ، سوم ۰/۵۶ لیتر)

۱۱ ـ از تأثیر ۲/۷ گرم آلومینیم بر محلول سود چند لیتر ئیدروژن می‌توان تهیه کرد ؟ اگر به جای محلول سود جوهر نمك بکار رود در این‌حالت حجم ئیدروژن حاصل چقدر خواهد بود ؟

(ج : اول ۳/۳۶ لیتر ، دوم ۳/۳۶ لیتر)

۱۲ ـ ۲/۲۴ لیتر ئیدروژن خشك را در لوله‌ای که در آن اکسید مس CuO ریخته‌ایم وحرارت داده‌ایم عبور می‌دهیم . تعیین کنید که چند گرم مس آزاد می‌شود و چند گرم آب بدست می‌آید .

(ج : اول ۶/۴ گرم ، دوم ۱/۸ گرم)

۱۳ ـ گرد روی معمولی آزمایشگاه معمولاً کمی اکسید روی همراه دارد؛ اگر ۲ گرم از این مخلوط در اثر اسید سولفوریك 672^{cc} ئیدروژن (در شرایط متعارفی) بدهد ، حساب کنید :

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

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

(ج : ۹۷/۵ درصد روی ، ۲/۵ درصد اکسید روی ، ۸/۷۹ گرم)

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل چهارم

گروه هفتم (هالوژنها)

کلر ($^{35}_{17}Cl$) (۷ـ۸ـ۲)

فرمول مولکولی کلر به‌حالت آزاد Cl_2 وفرمول ساختمانی آن $Cl-Cl$ است.

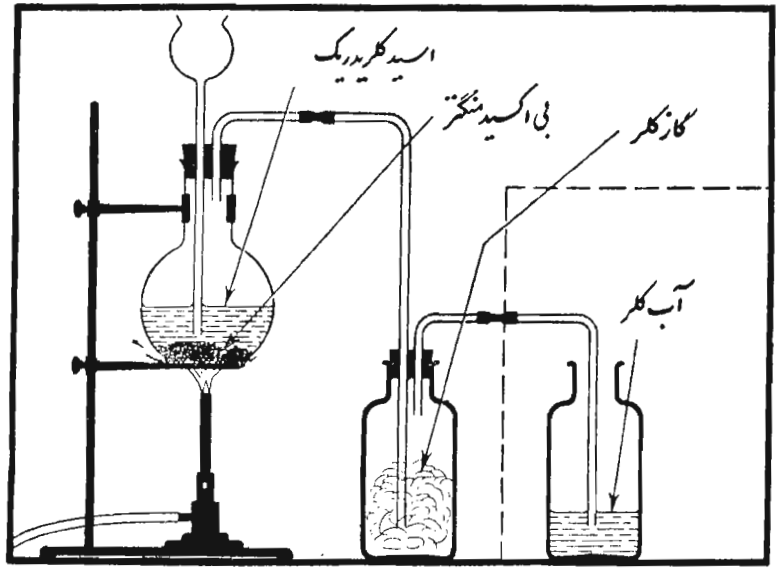
درسال ۱۷۷۴ شئل[1] شیمیدان سوئدی این گاز را از اثر جوهر نمك بر بی‌اکسید منگنز بدست آورد وآن را ترکیبی از اکسیژن و جوهر نمك پنداشت . حتی لاووازیه هم مدتها به‌همین عقیده بود . در سال ۱۸۱۰ دوی ، که‌هرچه کوشید نتوانست آن را تجزیه کند ، عنصر بودن آن را معلوم داشت .

حالت طبیعی ـ کلر به‌مناسبت میل ترکیبی زیاد به‌حالت آزاد یافت نمی‌شود ولی به‌حالت ترکیب به‌صورت کلرور ، مخصوصاً کلرور سدیم موجود است . دو درصد قشر جامد زمین از کلر است ونیز در آب دریاها به نسبت دو درصد به‌صورت کلرورهای محلول وجود دارد .

۱ـ Scheele

طرز تهیه : الف ـ در آزمایشگاه ـ ۱ـ **طریقهٔ شئل ـ** بی‌اکسید منگنز را در بالونی مطابق شکل ۳۶ می‌ریزند وجوهر نمك افزوده حرارت می‌دهند . چون کلر از هوا سنگین‌تر است هوای شیشه را خارج می‌کند وجای آن را می‌گیرد .

$$MnO_2+4HCl\rightarrow MnCl_2+2H_2O+Cl_2\uparrow$$



شکل ۳۶ ـ طرز تهیهٔ کلر در آزمایشگاه

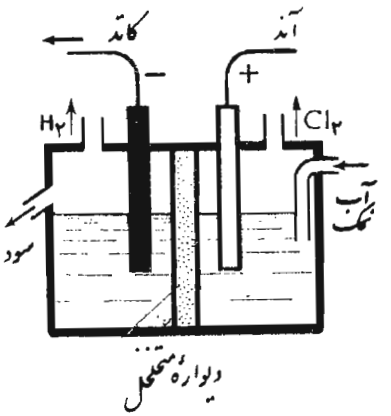
۲ـ برای تهیهٔ کلر بهتر است که در دستگاه ئیدروژن‌گیری پرمنگنات پتاسیم خشك ریخته بر آن قطره قطره جوهر نمك بیفزاییم .

$$2KMnO_4+16HCl\rightarrow 2MnCl_2+2KCl+5Cl_2+8H_2O$$

ب ـ طریقهٔ صنعتی ـ در صنعت برای تهیهٔ کلر محلول غلیظ نمك طعام را تجزیهٔ الکتریکی می‌کنند . دراین عمل کلر از قطب مثبت

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲



شکل ۳۷ ـ تهیهٔ صنعتی کلر

و ئیدروژن از قطب منفی متصاعد می‌شود . ضمناً محلول سود نیز بدست می‌آید . در عمل مطابق شکل ۳۷ محلول نمك طعام را در ظرف الکترولیزی که قطب مثبت آن از زغال قرع و قطب منفی آن از آهن می‌باشد می‌ریزند وجریان مستقیم از آن عبور می‌دهند . دو قسمت ظرف را به‌وسیلهٔ یك تیغهٔ چینی بی‌لعاب از یکدیگر مجزا می‌کنند تا محلول کلر وسود حاصل از تجزیه ، بریکدیگر اثر نکنند.

خواص فیزیکی ـ کلر گازی است زرد مایل به سبز، با بویی تند و محرك وچون سمی است تنفس آن خطرناك است (اولین گاز سمی که در جنگ مصرف شد) . کلر تقریباً ۲٫۵ بار از هوا سنگین‌تر است ($D=\frac{۷۱}{۲۹}=۲٫۴۵$) . یك لیتر آب در ۸ درجه حرارت تقریباً ۳ لیتر از این گاز را در خود حل می‌کند و آب کلر می‌دهد . کلر بآسانی مایع می‌شود . کلر مایع را درظرفهای فولادی بفروش می‌رسانند .

خواص شیمیایی ـ میل ترکیبی کلر بسیار زیاد است ، یعنی مستقیماً به کمك حرارت با بیشتر غیرفلزها وهمهٔ فلزها ترکیب می‌شود.

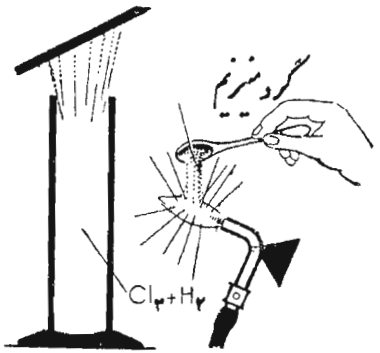
ترکیب بائیدروژن ـ آزمایش ـ در یك اتاق نیم‌روشن ئیدروژن و کلر را به‌حجمهای مساوی در یك استوانهٔ بلوری وارد کنید و دهانهٔ

استوانه را با کف دست پوشانده آن را واژگون نمایید تا هر دو گاز کاملا مخلوط شوند ، سپس استوانه را برگردانید و روی دهانهٔ آن یك صفحهٔ کوچك مقوایی قرار دهید :

۱ـ اگر مخلوط در تاریکی بماند هیچ واکنشی انجام نمی‌گیرد .

۲ـ اگر مخلوط در روشنایی روز (سایه) قرار گیرد رنگ کلر کم‌کم از بین می‌رود .

۳ـ اگر مخلوط را در مقابل نور آفتاب قرار دهیم ، یا یك نوار منیزیم را در مقابل استوانه روشن کنیم ، ترکیب کلر و ئیدروژن بشدت و با انفجار انجام می‌گیرد و صفحهٔ مقوا را به‌خارج پرتاب می‌کند[۱] (شکل ۳۸) .



شکل ۳۸ ـ ترکیب ئیدروژن با کلر

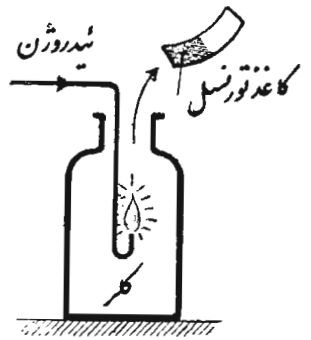
$$Cl_۲+H_۲\rightarrow ۲HCl$$

درآزمایشگاه می‌توانید مطابق شکل ۳۹ آزمایش کنید ، یعنی سر لولهٔ دستگاه‌ئیدروژن‌گیری راشعله‌ور ساخته در شیشهٔ گاز کلر فرو ببرید و ببینید که ئیدروژن در کلرهم‌می‌سوزد. می‌توانید تشکیل گاز HCl را با کاغذ تورنسل آبی نم‌دار ثابت کنید .

۱ـ این واکنش با تجزیهٔ مولکول کلر براثر انرژی نوری شروع می‌شود: $Cl_۲\rightarrow ۲Cl$. اتم کلر با مولکول ئیدروژن برخورد می‌کند : $Cl+H_۲\rightarrow HCl+H$. اتم ئیدروژن نیز با مولکول کلر در واکنش شرکت می‌کند : $H+Cl_۲\rightarrow HCl+Cl$ و . . . . چنین واکنشهایی را واکنشهای زنجیری می‌نامند .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲



شکل ۳۹ ــ سوختن ئیدروژن در کلر

نظر به‌همین میل ترکیبی زیاد، کلر ئیدروژن بعضی مواد ئیدروژن‌دار را می‌گیرد .

اثر بر امونیاك ــ در لولهٔ بلندی (تقریباً به طول یك متر) تا نه‌دهم آب کلر غلیظ بریزید و بقیهٔ لوله را بامحلول غلیظ امونیاك پر کنید .

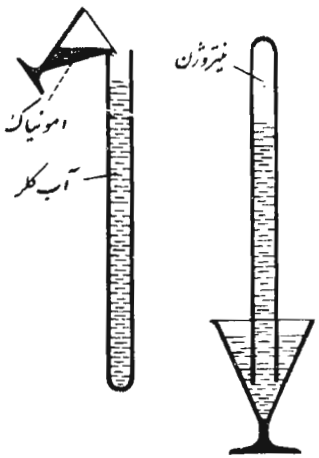
لوله را مطابق شکل ۴۰ برگردانید ، گاز نیتروژن در بالای لوله جمع می‌شود .

$$۲NH_۳+۳Cl_۲\rightarrow ۶HCl+N_۲\uparrow$$

البته اسیدکلریدریك حاصل با بقیهٔ امونیاك نوشادر تولید می‌کند .

$$HCl+NH_۳\rightarrow NH_۴Cl$$

اثر بر سولفور ئیدروژن ــ سولفور ئیدروژن گازی است که بخوبی در آب حل می‌شود . چند قطره از محلول این گاز درآب را درشیشهٔ کلر بریزید وتکان دهید. می‌بینیدکه رنگ کلر از بین می‌رود ورسوب شیری‌گوگرد پیدامی‌شود.



شکل ۴۰ ــ اثر کلر بر امونیاك

$$Cl_۲+H_۲S\rightarrow ۲HCl+S\downarrow$$

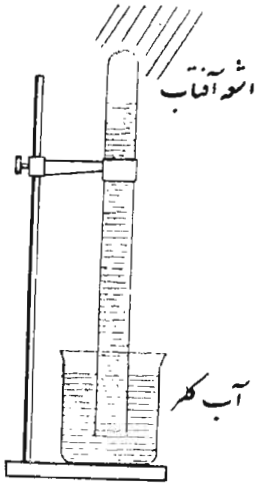
اثر بر آب ــ محلول کلر در آب ، آب کلر نامیده می‌شود و دارای همهٔ خواص کلر است .

آب کلر اگر در مقابل روشنایی قرار گیرد رنگ خود را ازدست می‌دهد و حبابهای اکسیژن از آن متصاعد می‌شود (شکل ۴۱) .

$$Cl_۲+H_۲O\rightarrow ۲HCl+\frac{۱}{۲}O_۲$$

آب کلر اکسید کننده است . مثلاً اسیدسولفورو را به‌اسیدسولفوریك تبدیل می‌کند .

$$Cl_۲+H_۲O+SO_۲+H_۲O\rightarrow H_۲SO_۴+۲HCl$$



شکل ۴۱

خاصیت رنگبریــ درمحلول آب‌کلر کمی تورنسل اضافه کنید. می‌بینیدکه محلول بیرنگ می‌شود همین آزمایش را با نیل یا جوهر تکرار کنید باز هم بیرنگ می‌شود . عمل رنگبری کلر مرطوب یا آب کلر به‌علت تشکیل اسید هیپوکلرو در محلول است .

$$Cl_۲+H_۲O\rightleftarrows HCl+HClO+H_۲O$$

اسید هیپوکلرو ازخود کلر اکسید کننده‌تر است .

اثر بر مواد آلی ــ یك برگ کاغذ صافی بردارید و کمی جوهر سقز (اسانس تربانتین) روی آن بریزید و آن را در شیشهٔ کلر خشك وارد کنید. مشاهده می‌کنید که کاغذ شعله‌ور می‌شود و دودسیاه متصاعد می‌گردد (شکل ۴۲) .

$$C_{۱۰}H_{۱۶}+۸Cl_۲\rightarrow ۱۰C+۱۶HCl$$

همهٔ مواد آلی ئیدروژن دارند و کلر در

شکل ۴۲ــ تجزیهٔ مواد آلی به وسیلهٔ کلر

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

شرایط مناسب ئیدروژن بعضی از آنها را می‌گیرد .

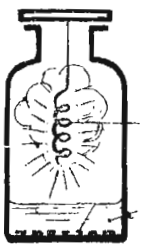
اثر برغیرفلزها ـ کلر باهمهٔ غیرفلزها، بجز با اکسیژن ونیتروژن وکربن ، مستقیماً و بآسانی ترکیب می‌شود .

۱ـ گوگرد گداخته در شیشهٔ کلر دود کلرور گوگرد S_2Cl_2 می‌دهد که مایع زردرنگی است وبا کلر زیاد ، دی کلرور گوگرد SCl_2 می‌دهد .

۲ـ فسفر بدون کمك حرارت در کلر آتش می‌گیرد و نخست تریکلرور فسفر PCl_3 و چنانچه مقدار کلر زیاد باشد پنتاکلرور فسفر PCl_5 می‌دهد .

اثر برفلزها ـ کلر با همهٔ فلزها ، مخصوصاً به کمك حرارت ، کلرور می‌دهد .

سدیم و پتاسیم گداخته در کلر با شعلهٔ رنگین می‌سوزند و $NaCl$ و KCl می‌دهند .



شکل۴۳ ـ سوختن مس در کلر

مفتول سرخ شدهٔ آهن در کلر می‌سوزد و دود قهوه‌ای کلرور فریك $FeCl_3$ می‌دهد .

با مفتول مسی گرم $CuCl_2$ (کلرور کوئیوریك) بدست می‌آید (شکل ۴۳) .

اگرچند قطره جیوه درشیشهٔ کلر بریزیم و آن را تکان بدهیم جیوه به‌صورت ورقهٔ نازکی جدار شیشه را می‌پوشاند وآن را آینه می‌سازد . حال اگر چند لحظه تأمل کنیم مشاهده می‌شود که ورقهٔ مزبور به‌علت ترکیب با کلر وتشکیل کلرور-مرکوریك $HgCl_2$ کم کم از بین می‌رود (شکل ۴۴) .

شکل ۴۴ ـ ترکیب کلر با جیوه

برای ترکیب طلا باکلر کافی است که یك برگ نازك زر را در آب کلر قرار داده بشدت تکان دهیم. محلول زردرنگ کلرورطلا $AuCl_3$ بدست می‌آید .

اثر بر بازها ـ محلول سرد ورقیق قلیاها بیشتر از آب گاز کلر را جذب می‌کند و مخلوطی از کلرورها و هیپوکلریتها بدست می‌آیدکه‌آنها را **کلرورهای رنگبر** می‌نامند.

با محلول سود فرمول عمل از این قرار است :

$$Cl_2+2NaOH\rightarrow NaCl+NaClO+H_2O$$

این مخلوط را **آب ژاول** می‌نامند .

آب ژاول مانند آب کلر اکسید کننده ، گندزدا و بیرنگ کننده است ولی اثر آن ازآب کلر ضعیف‌تر است و به‌همین مناسبت خطرش هم کمتر است وبه‌جای آب کلر مصرف می‌شود. باید دانست که هنگام مصرف محلول آب ژاول باید همیشه کمی اسید مثلاً سرکه به‌آن افزود .

از اثر کلر برمحلول گرم وغلیظ پتاس مخلوطی از کلرات وکلرور پتاسیم بدست می‌آورند .

$$3Cl_2+6KOH\rightarrow 5KCl+KClO_3+3H_2O$$

معمولا آب ژاول را از تجزیهٔ الکتریکی محلول سرد ورقیق نمك طعام و کلرات پتاسیم را از تجزیهٔ الکتریکی محلول گرم و غلیظ کلرور پتاسیم بدست می‌آورند .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

از اثر کلر بر آب آهک یا خمیر آهک مخلوطی از هیپوکلریت و کلرور کلسیم به نام کلروردوشو بدست می‌آید .

$$۲Cl_۲+۲Ca(OH)_۲\rightarrow \underbrace{Ca(ClO)_۲+CaCl_۲}_{۲CaOCl_۲}+۲H_۲O$$

از اثر کلروردوشو بر محلول کربنات سدیم می‌توان آب ژاول بدست آورد .

$$Na_۲CO_۳+CaOCl_۲\rightarrow CaCO_۳+NaCl+NaClO$$

خواص کلرورهای رنگبر ـ چنانچه گفتیم کلرورهای رنگبر خاصیت رنگ زدایی دارند . مثلاً محلول آب ژاول را علاوه بر آنکه برای گندزدایی آب آشامیدنی و آب انبارها مصرف می‌کنند ، برای سفید کردن پارچه‌ها و لباسهای سفید نخی نیز بکار می‌برند .

کلروردوشو نیز برای سفید کردن پارچه‌های نخی بکار می‌رود و مزیت آن بر آب ژاول آن است که هم بادوامتر است و هم حمل و نقل آن آسانتر است .

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

$$Na_۲SO_۳+NaClO\rightarrow Na_۲SO_۴+NaCl$$

کلرورهای رنگبر با محلول اسیدها کلر می‌دهند . اگر برروی

کلروردوشو کمی محلول جوهر نمک یا سرکه بریزید فوراً کلر متصاعد می‌شود .

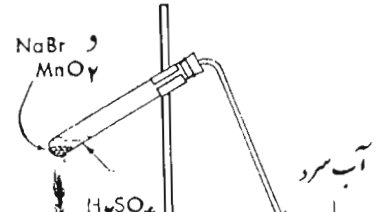
$$CaOCl_۲+۲HCl\rightarrow CaCl_۲+H_۲O+Cl_۲\uparrow$$

هالوژنهای دیگر

فلوئور (F = ۱۹) ـ فلوئور که سر دستهٔ هالوژنهاست در طبیعت به‌صورت فلوئورور کلسیم وجود دارد . گازی است به‌رنگ زرد کم رنگ و میل ترکیبی آن از تمام غیرفلزها بیشتر است . تهیهٔ فلوئور و آزمایش با آن بسیار مشکل و خطرناك است . فلوئور بر شیشه اثر می‌کند . این گاز را از تجزیهٔ الکتریکی $KHF_۲$ مذاب بدست می‌آورند .

برم (Br = ۸۰) ـ برم در آب دریا به‌صورت برمورپتاسیم محلول است؛ آب دریا بطور متوسط شامل ۰/۰۶۵ درصد برم است .

برای تهیهٔ برم مخلوطی از برمور سدیم و جوهر گوگرد را با بی‌اکسید منگنز حرارت می‌دهند (شکل ۴۵).



شکل ۴۵ ـ تهیهٔ برم

$$۲NaBr+۳H_۲SO_۴+MnO_۲\rightarrow$$
$$MnSO_۴+۲NaHSO_۴+۲H_۲O+Br_۲\uparrow$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

برم مایعی است سرخ مایل به قهوه‌ای و سنگین (d=۳) ، درآب حل می‌شود (۳۶ گرم درلیتر در ۲۰ درجه حرارت) و محلول سرخ رنگی به نام آب برم می‌دهد . برم در درجهٔ حرارت معمولی بخارهای رنگین متصاعد می‌کند که تنفس آن خطرناك است و اگر احیاناً تنفس شود باید کمی امونیاك بویید . خواص شیمیایی برم شبیه خواص شیمیایی کلر است.

یُد (I=۱۲۷) ـ یُد در آب دریا به‌صورت یدورهای سدیم یا پتاسیم یافت می‌شود (۲/۲ گرم در متر مکعب) . تهیهٔ ید مانند تهیهٔ برم است یعنی یدور پتاسیم را با اسید سولفوریك و بی اکسید منگنز حرارت می‌دهند (شکل ۴۵) .

ید ماده‌ای است جامد و بلورین به‌صورت پولکهای براق به‌رنگ خاکستری مایل به سیاه به وزن مخصوص ۴/۹۳ ، درآب کم محلول است (۰/۲ گرم درلیتر) ولی در الکل و محلول یدورپتاسیم بیشتر حل می‌شود. ید در درجهٔ حرارت معمولی کم‌کم تصعید می‌شود و بر اثر حرارت بخارهای بنفش رنگ از آن متصاعد می‌شود . بر کاغذ اثری قهوه‌ای می‌گذارد . مصرف ید در پزشکی برای تهیهٔ یدور پتاسیم و یدوفرم و تنتوریدِ است . ید در بدن انسان نیز عمل مهمی دارد و کمبود آن سبب ناراحتیهایی می‌گردد .

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

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

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

$$۲KBr+Cl_۲\rightarrow ۲KCl+Br_۲$$

$$۲KI+Br_۲\rightarrow ۲KBr+I_۲$$

تمرین و مسئله

۱ ـ هالوژنها در کدامیك از موارد زیر باهم شباهت دارند :
الف ـ الکترونهای لایهٔ خارجی . **ب** ـ اثر آب و قابلیت حل شدن در آن . **ج** ـ تهیه به کمك جریان برق . **د** ـ خاصیت سمی بودن . **هـ** ـ تهیه بکمك بی‌اکسید منگنز و اسید سولفوریك . **و** ـ اثر برفلزها . **ز** ـ خاصیت رنگبری .

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

۳ـ اثر گاز کلر وآب کلر تازه وآب کلر کهنه برکاغذ تورنسل چه تفاوتی دارند ؟

۴ـ آب کلر برکدامیك از محلولهای زیر اثر نمی‌کند :
کلرور پتاسیم ـ فلوئورور سدیم ـ یدور پتاسیم ـ برمور سدیم .

۵ـ چرا کلر را قبل از پرکردن بالونهای فولادی با آن ، بدقت خشك می‌کنند ؟

۶ـ برای تهیهٔ ۱۱/۲ لیتر گاز کلر در شرایط متعارفی چند گرم گاز HCl (به‌صورت محلول) و چند گرم بی‌اکسید منگنز لازم است ؟ این حجم گاز کلر چند گرم وزن دارد و چند مرتبه از هوای هم حجم خود سنگین‌تر است . از ترکیب کلر مزبور با ئیدروژن چند گرم گاز HCl تولید می‌شود ؟ (وزن هرلیتر هوا ۱/۲۹۳ گرم می‌باشد) (ج : اول ۷۳ گرم ،دوم ۴۳/۵ گرم ، سوم ۳۵/۵ گرم ، چهارم ۲/۴ ، پنجم ۳۶/۵ گرم .)

۷ـ ۱/۵۸ گرم پرمنگنات پتاسیم خالص را درمحلول اسید کلریدریك رقیق می‌ریزیم ، جرم کلر تولید شده را حساب کنید . همین مقدار کلر را با مس

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ترکیب می‌کنیم (حداقل مس ممکن برای ترکیب با تمام کار 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 سولفورو مخلوط کرده‌ایم . پس از انجام واکنشهای ممکن بر آن کلرور باریم ریخته‌ایم . جرم رسوب حاصل ۰/۲۳۳ گرم شده است . جرم کلر موجود در محلول و حجم SO_2 بکار رفته را محاسبه نمایید .

(ج : ۰/۰۷۱ گرم و ۲۲/۴ سانتیمتر مکعب)

۹- گاز کلرو گاز H_2S را مخلوط می‌کنیم . فرمول واکنش را بنویسید. اگر نتیجهٔ عمل را در محلول رقیق سود وارد کنیم ۲ گرم سود خنثی می‌شود . جرم مادهٔ جامد حاصل از این واکنش را تعیین کنید. همچنین اگر در این واکنش حجم کلر دو برابر مقدار لازم بوده باشد ، حجم دوگاز را که منجر به تولید مادهٔ 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- یك گرم بی‌اکسید منگنز ناخالص را با جوهر نمك حرارت داده‌ایم و گازها را در محلول گاز سولفورو و کلرور باریم وارد کرده‌ایم . ۲/۳۳ گرم رسوب سفید تولید شده است . تعیین کنید که بی‌اکسید مزبور چند درصد خالص است . (ج : ۸۷ درصد)

۱۱- برای تهیهٔ کلر ، مخلوط مناسبی از نمك طعام ومغنسیا (بی‌اکسید منگنز) وجوهر گوگرد را حرارت می‌دهیم. فرمول عمل را بنویسید و حساب کنید برای تهیهٔ ۱۱/۲ لیتر گاز کلر چندگرم ازهریك از مواد نامبرده لازم است .

(ج : ۱۴۷ ، ۵۸/۵ گرم ، ۴۳/۵ گرم)

۱۲- برای تهیهٔ یك کیلوگرم کلروردوشوی تجارتی چقدر کربنات کلسیم خالص را باید تکلیس کنیم و چقدر نمك طعام را باید تجزیهٔ الکتریکی نمود تا آهك وکلر حاصل برای تهیهٔ کلروردوشوی مزبور کافی باشد ، در صورتی که می‌دانیم کلروردوشوی تجارتی ۵۰ درصد آهك دارد .

(ج : تقریباً ۴۶۰ گرم ، تقریباً ۱۲۸۶ گرم)

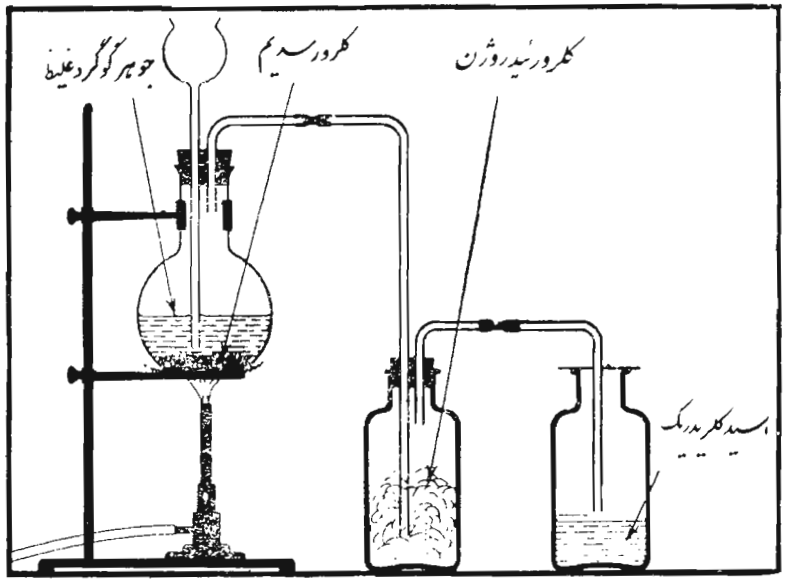
اسیدهای هالوژن‌دار

اسید کلریدریك (جوهر نمك)

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

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

$$H_2SO_4 + NaCl \rightarrow NaHSO_4 + HCl\uparrow$$



شکل ۴۶ - طرز تهیهٔ اسید کلریدریك در آزمایشگاه

ب - درصنعت - ۱ - درصنعت همین عمل در درجهٔ حرارت بیشتر

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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

$$H_2SO_4 + 2NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$$

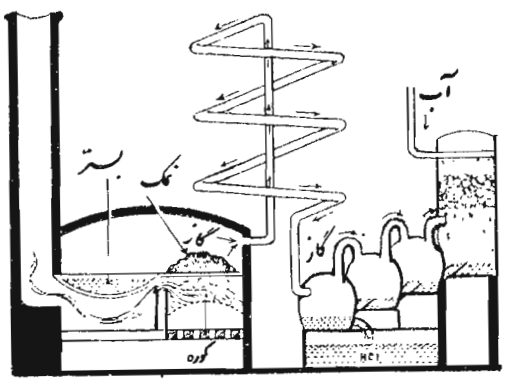
در حقیقت ابتدا در درجهٔ حرارت کم $NaHSO_4$ تولید می‌شود و این ماده دوباره در درجهٔ حرارت بالاتر بر $NaCl$ اثر می‌کند :

$$NaHSO_4 + NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + HCl\uparrow$$

کلرور ئیدروژن پس از عبور از لوله‌های چدنی سرد می‌شود و سپس در آب حل می‌شود (شکل ۴۷) .

۲ـ چنانکه در خواص کلر دیدیم ، می‌توان کلرور ئیدروژن را از ترکیب کلر با ئیدروژن بدست آورد و امروزه این طریقه بیشتر درصنعت معمول است .

$$Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$$



شکل ۴۷ ـ طرز تهیهٔ صنعتی اسید کلریدریك

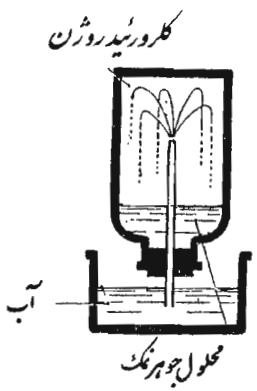
گاز حاصل را درآب حل می‌کنند ومحلول اسید کلریدریك بدست می‌آورند .

خواص فیزیکی ـ کلرورئیدروژن گازی است بیرنگ و سمی با

بوی تند و زننده ، تنفس آن اگر چه به اندازهٔ کلر خطرناك نیست ولی خفه‌کننده است. این گاز ازهوا سنگین‌تر است . چگالی آن نسبت به‌هوا مساوی $d = \frac{۳۶/۵}{۲۹} = ۱/۲۵$ است. این‌گاز به‌مقدار زیاد درآب حل‌می‌شود. یك لیتر آب سرد می‌تواند ۵۰۰ لیتر از این گاز را در خود حل کند .

محلول غلیظ اسیدکلریدریك تجارتی تا حدود ۴۰ درصد HCl دارد. آزمایش زیر تمایل انحلال کلرورئیدروژن درآب را نشان می‌دهد.

آزمایش ـ یك ظرف شیشه‌ای را از کلرورئیدروژن خشك پر کنید و لوله‌ای را به‌وسیلهٔ چوب پنبهٔ سوراخدار به دهانهٔ آن وصل نمایید و سرلوله را در طشتك آب قرار دهید . آب بتدریج درلوله بالا می‌رود و بعد بشدت درظرف فوران می‌کند (شکل ۴۸) .



شکل ۴۸

خواص شیمیایی ۱ـ ثبات ـ چنانکه گفته شد ، ترکیب کلر با ئیدروژن با تولید گرما و انفجار همراه است. از این رو گازکلرور ـ ئیدروژن ماده‌ای است با ثبات و برای تجزیهٔ آن حرارت زیاد لازم است .

۲ـ اثراکسیژن ـ اکسیژن در درجهٔ حرارت 450° در مقابل کاتالیزور نمك مس بر کلرور ئیدروژن اثر می‌کند :

$$4HCl + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2Cl_2$$

این عمل با اکسیدکننده‌ها از قبیل بی‌اکسید منگنز یاپرمنگنات ـ

iranchembook.ir/edu
khosro۱۹۵۲

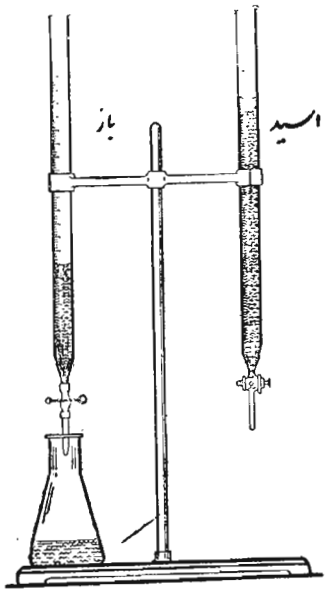
پتاسیم آسانتر انجام می‌گیرد (طریقهٔ شئل برای تهیهٔ کلر) .

۳ـ خاصیت اسیدی ـ محلول کلرور ئیدروژن در آب (جوهر نمك یا اسید کلریدریك) اسیدی است قوی ، یعنی :

الف ـ رنگ معرفها را بشدت تغییر می‌دهد .

ب ـ برقلیاها اثر می‌کند (واکنش خنثی شدن) .

$$HCl+NaOH\rightarrow NaCl+H_2O$$



شکل ۴۹

دراین مثال، اگر غلظت محلول سود معلوم باشد ، از روی حجم محلول سود مصرف شده می‌توان مقدار اسید را اندازه گرفت . در آزمایشگاه عمل اندازه‌گیری مطابق شکل ۴۹ به وسیلهٔ بورت انجام می‌گیرد .

ج ـ جریان الکتریسیته را بخوبی هدایت می‌کند .

د ـ براغلب فلزها (جزطلا و طلای سفید و نقره و مس و جیوه) اثر می‌کند و گاز ئیدروژن می‌دهد. در کلرور حاصل ، فلزکمترین ظرفیت خود را دارد ، در صورتی که در کلروری که از اثر کلر بر فلزها بدست می‌آید ، فلز بزرگترین ظرفیت خود را دارد .

$$\frac{۳}{۲}Cl_2+Fe\rightarrow FeCl_3$$

$$۲HCl+Fe\rightarrow FeCl_2+H_2\uparrow$$

ه ـ اثر براکسیدها ـ اغلب اکسیدها درجوهر نمك حل می‌شوند ونمك و آب می‌دهند .

$$۲HCl+CuO\rightarrow CuCl_2+H_2O$$

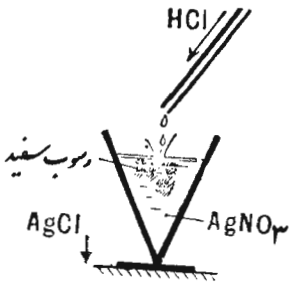
از این خاصیت برای زدودن زنگ فلزها استفاده می‌شود .

طرز شناختن محلول اسیدکلریدریك ـ اول به‌کمك معرفهای رنگین مخصوص اسیدها تشخیص می‌دهیم که محلول مورد آزمایش اسید است . سپس شیشهٔ محتوی محلول اسید را کنار شیشهٔ محتوی محلول امونیاك قرار می‌دهیم و در آنهارا برمی‌داریم. اگردود سفیدی تشکیل شود ممکن است که اسید کلریدریك باشد (شکل ۵۰) .

شکل ۵۰ ـ طرز شناختن جوهر نمك

$$HCl+NH_3\rightarrow NH_4Cl$$

برای اطمینان کامل مقداری از محلول را درکمی محلول نیترات نقره می‌ریزیم . تشکیل رسوب سفید کلرور نقره وجود اسید کلریدریك را اثبات می‌کند (شکل ۵۱) .



شکل ۵۱

$$HCl+AgNO_3\rightarrow AgCl\downarrow+HNO_3$$

کلرورها ـ کلرورها نمکهای جوهر نمك هستند وغالباً جامد و در آب محلولند . کلرور نقره ($AgCl$) وکلرورسرب ($PbCl_2$)

iranchembook.ir/edu

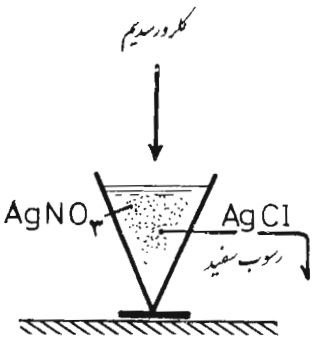
khosro۱۹۵۲

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 نیترات نقره رسوب سفید کلرور نقره می‌دهند که این رسوب در مقابل نور سیاه شده و در محلول امونیاك حل می‌شود.

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

ازاین واکنش برای تشخیص کلرورها استفاده می‌کنند.

سایر اسیدهای هالوژن‌دار ـ دیگر هالوژنها نیز اسیدهایی نظیر اسید کلریدریك دارند، مثلاً از فلوئور، اسیدفلوئوریدریك، و از برم، اسیدبرمیدریك، و بالاخره از ید، اسید یدیدریك نتیجه می‌شود. طرز تهیهٔ این اسیدها نظیر طرز تهیهٔ اسید کلریدریك است. مثلاً برای بدست آوردن اسید فلوئوریدریك (که شیشه را درخود حل می‌کند)



شکل ۵۲

اسید سولفوریك را بر فلوئورور کلسیم اثر می‌دهند و فلوئورور ئیدروژن بدست آمده را در آب حل می‌کنند.

$$H_2SO_4 + CaF_2 \rightarrow CaSO_4 + 2HF\uparrow$$

تمرین و مسئله

۱ـ یك قطعه سیم نازك آهنی را در گاز کلر بسوزانید و یك قطعهٔ دیگر را در جوهر نمك حل کنید. کلرورهای حاصل چه تفاوتی با هم دارند و چگونه از هم تمیز داده می‌شوند؟

۲ـ فلوئورورها، کلرورها، برمورها و یدورهای محلول را چگونه ازهم تمیز می‌دهند؟

۳ـ چرا اسید کلریدریك غلیظ در هوا «دود می‌کند»؟

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

کربنات کلسیم ـ اکسید کلسیم ـ نیترات کلسیم.

۵ـ ۱۰۰cc از محلول اسید کلریدریك با یك گرم کربنات کلسیم خنثی شده است. اولا 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 درلیتر، ثانیاً، ۰/۲۲۴ لیتر، ثالثاً ۴/۴۸ حجم)

۶ـ بر روی ۱۰۰cc ازمحلول اسید کلریدریك آب ریخته‌ایم تا حجمش به ۱۰۰۰cc رسیده است. ۱۰cc از محلول رقیق شده ۱۰cc 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)

۷ـ از تأثیر ۱۰cc محلول اسید کلریدریك بر فلز روی ۲۲۴cc 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 درلیتر، دوم ۰/۶۵ گرم، سوم $560cm^3$)

۸ـ محلولی از اسید کلریدریك به غلظت یك مولکول‌گرم در لیتر موجود است. ۲۰cc آن را بر روی ۲۰cc دیگر را بر آهن و ۲۰cc 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 با هم تشکیل می‌دهند؟

(ج: حجم گاز در سه حالت یکی است،

$m_{Zn} : m_{Fe} : m_{Al} = ۳۲/۵ : ۲۸ : ۹$)

۹ـ ۱۰cc محلول اسید کلریدریك بامحلول نیترات نقره ۰/۲۸۷ گرم رسوب سفید تولید کرده است، غلظت اسید را تعیین کنید. ۱۰۰cc از محلول

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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

(ج : اول ۷/۳ گرم در لیتر ، دوم ۲۰۰cc)

۱۰- ۵۰ سانتیمتر مکعب از یك 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 برچه مقدار برادهٔ آلومینیم اثر می‌کند و چه حجم ئیدروژن می‌دهد .

(ج : اول ۰/۳۶ گرم ، دوم ۰/۴۴۸ لیتر)

Hg_2O

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل پنجم

گروه ششم

مقدمه ـ این گروه شامل اکسیژن ، گوگرد ، سلنیم وتلور است.
فعالیت شیمیایی عناصر این‌گروه از اکسیژن به تلور کاهش می‌یابد .
اکسیژن وگوگرد در خواص شیمیایی با هم شباهت بسیار دارند ، چنانکه نظیر ترکیباتی از اکسیژن ترکیباتی از گوگرد می‌شناسیم .

الکل	C_2H_5OH	H_2O	CuO
تیوالکل	C_2H_5SH	H_2S	CuS

اکسیژن $^{16}_{8}O$ (۲−۶)

فرمول مولکولی اکسیژن به حالت آزاد O_2
و فرمول ساختمانی آن $O=O$ است .

حالت طبیعی ـ اکسیژن با آنکه فراوانترین عنصر کرهٔ زمین است و بیش از ۵۰ درصد وزن کرهٔ زمین را تشکیل می‌دهد ، تا اواخر قرن هجدهم بطور خالص شناخته نشده بود ، زیرا هوا را که مخلوطی از اکسیژن و نیتروژن است یك عنصر می‌دانستند . اولین‌بار شئل اکسیژن را در سال ۱۷۷۲ بدست‌آورد وسپس پریستلی در سال ۱۷۷۴ مستقل از او اکسیژن را از حرارت دادن اکسید جیوه به‌وسیلهٔ اشعهٔ آفتاب و ذره‌بین

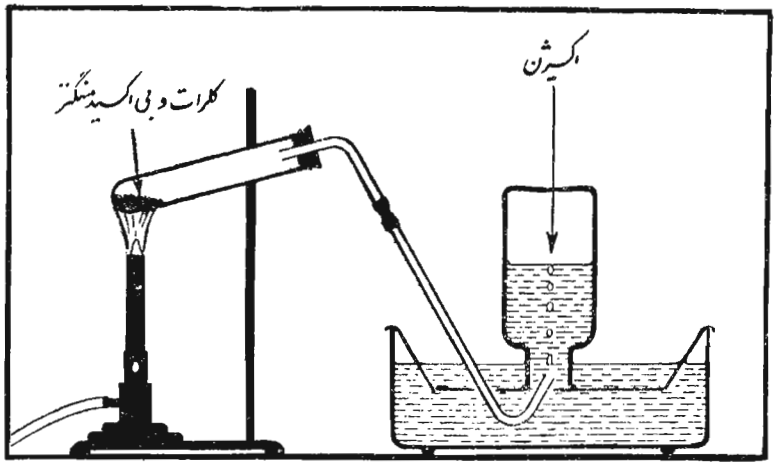
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

بدست آورد واین عمل با آزمایش معروف لاوازیه تکمیل شد .

طرز تهیه : الف ـ در آزمایشگاه ـ ۱ ـ برای تهیهٔ اکسیژن کلرات پتاسیم را با بی‌اکسید منگنز دریك قرع بلوری یا یك لولهٔ آزمایش بزرگ حرارت می‌دهند. کلرات پتاسیم به اکسیژن وکلرور پتاسیم تجزیه می‌شود (شکل ۵۳) .

$$۲KClO_۳ \rightarrow ۲KCl + ۳O_۲\uparrow$$



شکل ۵۳ ـ طرز تهیهٔ اکسیژن در آزمایشگاه

اگر با کلرات خالص عمل کنیم واکنش تجزیه بکندی صورت می‌گیرد ولی با افزودن بی‌اکسید منگنز به کلرات پتاسیم سرعت واکنش افزایش می‌یابد . این قبیل مواد ، که سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما خود مصرف نمی‌شوند ، کاتالیزور نامیده می‌شوند .

۲ـ از اثر آب برپراکسیدسدیم ($Na_۲O_۲$) اکسیژن بدست می‌آید.

$$Na_۲O_۲ + H_۲O \rightarrow ۲NaOH + \frac{۱}{۲}O_۲\uparrow$$

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

پراکسید سدیم وارد کرد .

ب ـ در صنعت ـ درصنعت اکسیژن را از تقطیرهوای مایع بدست می‌آورند ، بدین ترتیب که هوا را در اثر فشار زیاد و سرما (۲۰۰° ـ) به مایع تبدیل می‌کنند و بعد می‌گذارند کمی گرم شود . در این صورت نیتروژن آن تبخیر می‌شود و اکسیژن باقی می‌ماند ، زیرا نیتروژن در ۱۹۳° ـ بخار می‌شود .

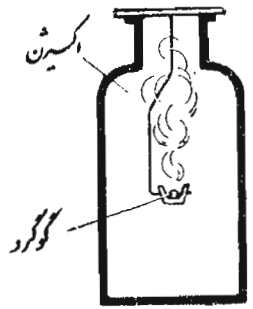
از تجزیهٔ آب نیز می‌توان به مقدار زیاد و به‌قیمت ارزان اکسیژن تهیه کرد .

خواص فیزیکی ـ اکسیژن گازی است بیرنگ ، بی‌بو و بی‌مزه . چگالی آن نسبت به هوا $\frac{۳۲}{۲۹}$ است . اکسیژن کمی در آب حل می‌شود و از همین مقدار اکسیژن است که ماهیها در آب تنفس می‌کنند .

این گاز خیلی دیر به مایع تبدیل می‌شود . نقطهٔ جوش اکسیژن مایع ۱۸۳° ـ است .

خواص شیمیایی ـ میل ترکیبی اکسیژن بسیار زیاد است و مخصوصاً به کمك حرارت با اکثر عناصر ترکیب شده اکسید می‌دهد .

الف ـ ترکیب باغیرفلزها ـ ۱ـ گوگرد گداخته درهوا بملایمت و در اکسیژن بشدت با شعلهٔ آبی رنگ می‌سوزد (شکل ۵۴)



شکل ۵۴ ـ گوگرد در اکسیژن می‌سوزد

$$S + O_۲ \rightarrow SO_۲\uparrow$$

۲ـ اگر کمی فسفر را دریك کپسول چینی یا سفالی قرار دهیم وآن راگرم کنیم، یانوك میلهٔ فلزی

iranchembook.ir/edu

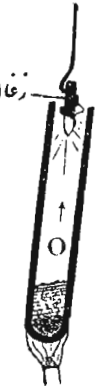
khosro۱۹۵۲

داغ را به‌آن بچسبانیم، فسفر شعله‌ور می‌شود وچنانچه کپسول را درشیشهٔ اکسیژن وارد کنیم با نوری خیره‌کننده و بشدت می‌سوزد و دود سفید غلیظ انیدرید فسفریك می‌دهد. (شکل ۵۵).

شکل ۵۵ ـ سوختن فسفر در اکسیژن

$$۴P+۵O_۲\rightarrow ۲P_۲O_۵$$

۳ـ یك قطعهٔ کوچك زغال چوب را در شعله بگیرید تا سرخ شود، سپس آن را درظرف اکسیژن فروبرید. زغال با نورخیره‌کننده‌ای بشدت می‌سوزد و انیدریدکربنیك می‌دهد (شکل ۵۶).



شکل۵۶ ـ سوختن زغال در اکسیژن

$$C+O_۲\rightarrow CO_۲$$

ب ـ ترکیب با فلزها ـ

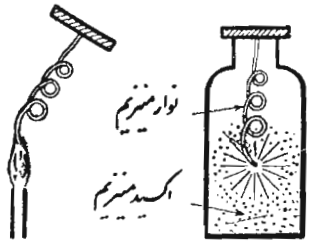
۱ـ یك‌نوار منیزیم را با انبرآهنی بگیرید و انتهای آن را به شعله نزدیك کنید و سپس در ظرف اکسیژن فروبرید. ملاحظه می‌کنید که با نور شدیدتری می‌سوزد و گرد سفید اکسید منیزیم می‌دهد (شکل ۵۷)

$$۲Mg+O_۲\rightarrow ۲MgO$$

۲ ـ یك مفتول نازك آهنی را سرخ کرده در ظرف اکسیژن فرو برید آن هم با نور شدید می‌سوزد وجرقه‌هایی پرتاب می‌کند (شکل ۵۸).

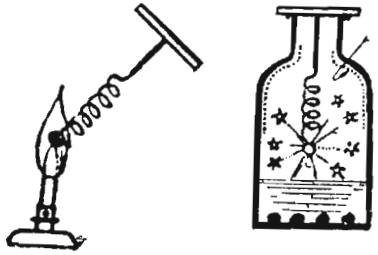
$$۳Fe+۲O_۲\rightarrow Fe_۳O_۴$$

سایر فلزها هم بر اثر حرارت با اکسیژن ترکیب می‌شوندواکسید می‌دهند ، ولی نقره و طلا و طلای سفید مستقیماً با اکسیژن ترکیب نمی‌شوند .



شکل ۵۷

احتراق ـ واکنش مواد را با اکسیژن احتراق یا سوختن گویند. دیدیم که گوگرد و فسفر و کربن و منیزیم و آهن در اکسیژن بشدت می‌سوزند و حرارت زیاد تولید می‌کنند . این واکنشها را **احتراق تند** می‌نامند



شکل ۵۸

$$C+O_۲\rightarrow CO_۲+\text{حرارت}$$

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 ازاحتراق **کند** است .

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

iranchembook.ir/edu

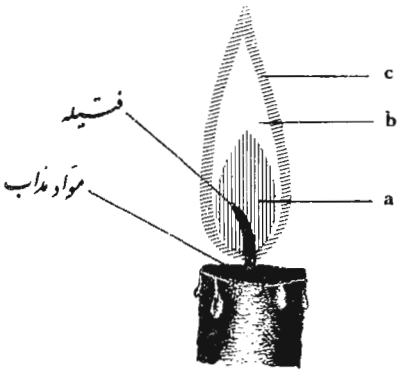
khosro۱۹۵۲

انفجار ـ هرگاه حجم کمی از یك ماده یا یك مخلوط به‌علت تولید گرمای ناگهانی یا تجزیه درمدتی بسیار کوتاه به‌حجم زیادی تبدیل شود ، چون به جدار ظرف یا هوای مجاور ضربه‌ای شدید می‌زند، صدای شدیدی تولید می‌کند ومی‌گویند مادهٔ مزبور منفجر شده است .

آتش سوزی خودبخود ـ پاره‌ای ازمواد مانند پارچه‌های آغشته به روغن بزرك، خاك اره، کاه یا پشته‌های علوفهٔ حیوانات گاهی خودبخود 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 درجهٔ حرارت رفته رفته بالا می‌رود و مواد سوختنی را به درجهٔ حرارت اشتعال می‌رساند و حریق ایجاد می‌کند .

برای خاموش کردن حریق ، به‌وسایل مختلف ، اطراف محل آتش‌سوزی را سرد می‌کنند تا درجهٔ حرارت آن از درجهٔ حرارت اشتعال پایین‌تر بیاید. ضمناً از رسیدن اکسیژن به شعله جلوگیری می‌کنند .

شعله ـ شعله معمولا نتیجهٔ واکنش یك مادهٔ شیمیایی فرار با اکسیژن هواست .



شکل ۵۹ ـ شعله

بنابراین : **سوختن هنگامی با شعله همراه است که مادهٔ سوختنی به‌صورت گاز درآید و بسوزد .**

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

می‌کنیم شمع که از پارافین واسید استئاریك ساخته شده، در اثر گرمای سرفتیله ذوب می‌شود. این مواد که دارای ئیدروژن وکربن هستند، پس‌از ذوب از فتیله بالا رفته تدریجاً تبخیر می‌شوند . ناحیهٔ تاریك دور فتیله ازهمین بخارات تشکیل شده که هنوز به‌درجهٔ حرارت اشتعال نرسیده‌اند. ضمناً اکسیژن هوا بزحمت به این ناحیه می‌رسد (ناحیهٔ a) .

درغلاف روشن بعدی (ناحیهٔ b) هنوز اکسیژن‌کافی برای احتراق کامل بخارات نمی‌رسد ، به این سبب در این ناحیه قسمتی از ذرات کربن نسوخته درشعله وجود دارد وهمین ذرات کربن است که **به حالت التهاب درآمده شعله را پرنور و روشن می‌کنند .**

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

درغلاف کم نور (ناحیهٔ 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 یك مفتول فلزی در نوك شعله نگاه دارید روی آن دود نمی‌زند . شعلهٔ چراغ الکلی که کم‌نور است به‌علت این است که عمل احتراق کامل است یعنی تمام ذرات کربن موجود در الکل کاملاً می‌سوزد و دوده ندارد ودر 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 به‌وسیلهٔ یك لولهٔ شیشه‌ای یا یك آبدزدك یا یك قطره‌چکان گازهای ناحیهٔ a را به‌خارج برد و مشتعل نمود یا خود شمع را درلولهٔ آزمایش گرم کرد و بخارات حاصل را مشتعل نمود تا معلوم شود

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

که شعله از سوختن بخارات قابل اشتعال حاصل می‌گردد .

باد تند که شعله را خاموش می‌کند به این علت است که گازهای آمادهٔ سوختن را پراکنده و سرد می‌کند ودرجهٔ حرارت آن را از درجهٔ حرارت اشتعال پایین‌تر می‌آورد .

موارد استعمال اکسیژن ـ اهمیت اکسیژن در تنفس موجودات زنده محتاج به تذکر نیست . اکسیژن از راه ششها وارد خون شده وهمراه آن به سلولهای بدن می‌رسد و جذب آنها می‌شود . سلولها از اکسیژن برای اکسیداسیون مواد غذایی استفاده می‌کنند .

اکسیژن در تنفس مصنوعی و مداوای مسمومیت از گاز اکسید کربن بکار می‌رود .

در ارتفاعات زیاد نیز که هوا رقیق می‌شود خلبانها از ماسکهای اکسیژن استفاده می‌کنند .

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

در تصفیهٔ آب نیز اکسیژن برای ازبین بردن میکروبهای موجود در آب لازم است. چراغهای فلاش عکاسی دارای اکسیژن و نوارهای نازك آلومینیم یا منیزیم است . بمحض ایجاد جرقه درداخل چراغ ، نوارها مشتعل شده نور خیره کننده‌ای می‌دهند . در استخراج آهن در کوره‌های بلند و تهیهٔ فولاد اکسیژن هوا به‌مقدار زیاد مصرف می‌شود .

اوزون O_3 = ۴۸

طرز تهیه ـ ساده‌ترین راه تهیهٔ این ماده آن است که درظرف پر از اکسیژن بین دو قطب پلاتین جرقه‌های الکتریکی تولید کنیم . در

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

$$3O_2 \rightarrow 2O_3$$

باید دانست که اکسیژن تحت تأثیر اشعهٔ ماورای بنفش کمی به اوزون تبدیل می‌شود (یکی از علل ضدعفونی کننده بودن نور همین خاصیت است) .

خواص ـ اوزون گازی است با بوی نافذ (بویی که بعد از رعد و برق درکوهستان استشمام می‌شود). چون در اطراف‌ماشینهای الکتریکی نیز تولید می‌شود ، همین بو در نزدیکی آنها نیز به‌مشام می‌رسد . به مقدار کم ، بیرنگ و زیادش ، آبی آسمانی است . تنفس آن به‌مقدار زیاد و مداوم خطرناك است وسبب تورم جهاز تنفس می‌شود .

خاصیت اکسیدکنندگی اوزون خیلی بیشتر از اکسیژن است بطوری که نقره و جیوه را بدون کمك حرارت اکسید می‌کند .

اوزون را برای گندزدایی آب آشامیدنی بکار می‌برند ؛ یعنی از آب ، گاز اوزون را عبور می‌دهند تا آب ضدعفونی شود .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل ششم

اکسیداسیون و احیا

درجهٔ اکسیداسیون ـ بنا به تعریف :

۱ ـ درجهٔ اکسیداسیون هر عنصر قبل از ترکیب و به حالت آزاد (مانند H_2 ، Cl_2) صفر است .

۲ ـ درجهٔ اکسیداسیون اکسیژن در هر ترکیب (۲ ـ) است مگر در پراکسیدها که (۱ ـ) می‌باشد .

۳ ـ درجهٔ اکسیداسیون ئیدروژن در تمام ترکیباتش (۱+) است مگر در ئیدرورها که (۱ ـ) می‌باشد .

۴ ـ درجهٔ اکسیداسیون غیرفلزها منفی است وقتی که با فلزات ترکیب می‌شوند و مثبت است وقتی که با اکسیژن ترکیب می‌شوند .

۵ ـ درجهٔ اکسیداسیون فلزات در ترکیبات آنها همیشه مثبت است . مثلاً درجهٔ اکسیداسیون **Na** و **K** در تمام ترکیبات آنها (۱+) است .

۶ ـ جمع جبری درجات اکسیداسیون اتمهای یك ترکیب صفر است .

اکسیداسیون و احیا ـ هرگاه در واکنشی درجهٔ اکسیداسیون عنصری زیاد شود گوییم اکسید شده وهرگاه درجهٔ اکسیداسیون عنصری کم شود گوییم احیا شده است .

مثلا در واکنشهای زیر :

$$2\dot{Fe}+\frac{3}{2}\dot{O}_2\rightarrow \overset{+3}{Fe}_2\overset{-2}{O}_3$$

$$\dot{S}+\dot{O}_2\rightarrow \overset{+4}{S}\overset{-2}{O}_2$$

$$\dot{Cu}+\frac{1}{2}\dot{O}_2\rightarrow \overset{+2}{Cu}\,\overset{-2}{O}$$

می‌گوییم **Fe** و **S** و **Cu** اکسید شده‌اند چون درجهٔ اکسیداسیون آنها زیاد شده است و اکسیژن احیا شده است چون درجهٔ اکسیداسیون آن کم شده است .

همچنین در واکنشهای زیر :

$$\dot{S}+2\dot{K}\rightarrow \overset{+1}{K}_2\,\overset{-2}{S}$$

$$\dot{N}_2+3\dot{H}_2\rightarrow 2\overset{-3}{N}\overset{+1}{H}_3$$

S و **N** احیا و **K** و **H** اکسید شده‌اند .

مطابق شرح فوق همیشه اکسیداسیون و احیا با هم همراه هستند ، یعنی اکسیدکننده ، احیا و احیاکننده ، اکسید می‌شود . البته اگر یك مادهٔ اکسیژن‌دار مانند **FeO** یا SO_2 با اکسیژن بیشتری ترکیب شود باز هم عمل اکسیداسیون و احیا انجام می‌گیرد .

$$2\overset{+2}{Fe}\overset{-2}{O}+\frac{1}{2}\dot{O}_2\rightarrow \overset{+3}{Fe}_2\overset{-2}{O}_3$$

$$\overset{+4}{S}\,\overset{-2}{O}_2+\dot{O}\rightarrow \overset{+6}{S}\,\overset{-2}{O}_3$$

مثالهای زیر نمونه‌های دیگری از واکنشهای اکسیداسیون و احیا می‌باشند :

$$\overset{+2}{Cu}\overset{-2}{O}+\dot{H}_2\rightarrow \dot{Cu}+\overset{+1}{H}_2\overset{-2}{O}$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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

$$\overset{+۱\ +۵\ -۲}{۲KClO_۳} \rightarrow \overset{+۱\ -۱}{۲KCl} + ۳\mathring{O}_۲$$

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

تعیین درجهٔ اکسیداسیون غیر فلز در نمکهای اکسیژن‌دار -

برای تعیین درجهٔ اکسیداسیون غیرفلز در بنیان نمکهای اکسیژن‌دار (یا فلزی‌که عمل غیرفلز را انجام می‌دهد) شمارهٔ اتمهای اکسیژن را در ۲+ ضرب می‌کنیم و ظرفیت اتمهای فلز را از آن می‌کاهیم .

مثال ۱ - درجهٔ اکسیداسیون گوگرد در $H_۲SO_۴$

$۴ \times (+۲) - ۲ = +۶$ است .

مثال ۲ - درجهٔ اکسیداسیون نیتروژن در $KNO_۳$

$۳ \times (+۲) - ۱ = +۵$ است .

توضیح اکسیداسیون و احیا مطابق تئوری الکترونی ظرفیت -

وقتی که کلر باسدیم ترکیب می‌شود ، درجهٔ اکسیداسیون آنها بترتیب از صفر به (۱-) و (۱+) می‌رسد .

$$\mathring{Na} + \mathring{Cl} \rightarrow \overset{+۱\ -۱}{\mathring{Na}Cl}$$

پس می‌گوییم که سدیم احیاکننده بوده و اکسید شده است و کلر اکسیدکننده بوده و احیا گردیده است . از طرف دیگر ، بنا به تئوری

ساختمان اتم ، در واکنش فوق سدیم یك الکترون از دست داده و کلریك الکترون گرفته است . بنابراین تعریف تازه‌ای برای اکسیداسیون واحیا بدست می‌آید :

هرعنصر که الکترون بدهد اکسید می‌شود و درجهٔ اکسیداسیون آن زیاد می‌گردد ، و هرعنصر که الکترون بگیرد احیا می‌شود ودرجهٔ اکسیداسیون آن کم می‌شود .

برای توضیح بیشتر در مثال زیر دقت کنید :

وقتی که روی بر اسیدها اثر می‌کند و ئیدروژن می‌دهد

$$\mathring{Zn} + ۲\overset{+۱\ -۱}{HCl} \rightarrow \overset{+۲\ -۱}{ZnCl_۲} + \mathring{H}_۲\uparrow$$

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

تمرین :

۱- درفرمولهای زیر درجهٔ اکسیداسیون اتمهایی را که زیر آنها خط کشیده شده است تعیین کنید :

$$\underline{Cr}_۲(\underline{SO_۴})_۳ \qquad Ca(\underline{ClO})_۲ \qquad \underline{Na}_۲\underline{SO}_۳ \qquad \underline{NaCl}$$

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

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_۲O$$
$$CuSO_۴ + Zn \rightarrow ZnSO_۴ + Cu$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

۳- در هر یک از واکنشهای زیر :

$$۲KI+Cl_۲ \rightarrow ۲KCl+I_۲$$

$$CuO+H_۲ \rightarrow H_۲O+Cu$$

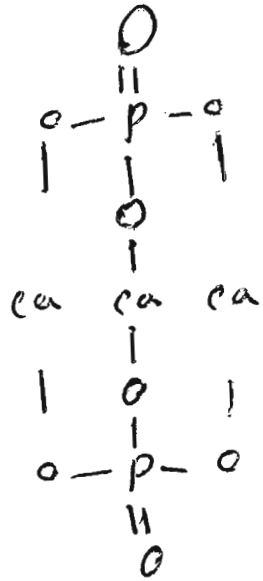
$$Cl_۲+Mg \rightarrow MgCl_۲$$

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 درجهٔ اکسیداسیون عنصری که اکسید شده باعدهٔ اتمهای عنصری که احیا شده و یا بالعکس تغییر درجهٔ اکسیداسیون عنصری که احیا شده باعدهٔ اتمهای عنصری که اکسید شده است، ارتباطی دارند ؟ چرا ؟

فرمول گستردهٔ ضفت سر یکلیک



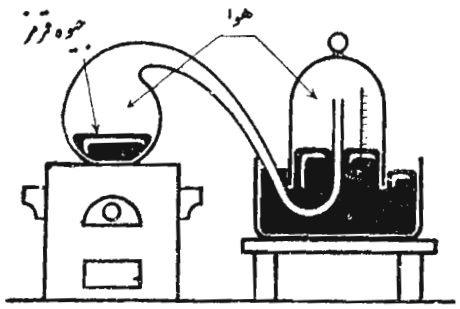
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل هفتم

قانون بقای ماده و انرژی

قانون لاووازیه ـ پیش از لاووازیه خیال می‌کردند که در اثر سوختن مواد ، قسمتی از آنها نابود می‌شود. لاووازیه دانشمند معروف فرانسوی ، برای تحقیق این‌موضوع‌مقداری‌جیوه را در بالونی که مطابق شکل ۶۰ سوار کرده بود حرارت داد و از آغاز روز دوم مشاهده کردکه روی سطح جیوه دانه‌های سرخ رنگی تشکیل می‌شود وحجم هوای زیر سرپوش نیز بتدریج نقصان می‌یابد ودر نتیجه سطح‌جیوه در زیر سرپوش از سطح جیوهٔ طشتك بالاتر می‌رود . لاووازیه احتیاطاً حرارت دادن را تا ۱۲ روز ادامه



شکل ۶۰ ـ آزمایش لاووازیه

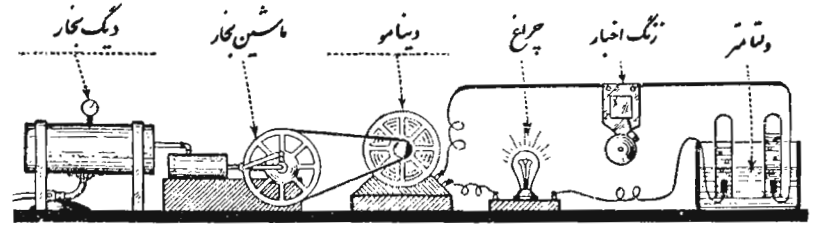
داد ، ولی مشاهده کرد که از روز سوم به بعد تغییری حاصل نمی‌شود (زیرا اکسیژن هوا که تقریباً $\frac{۱}{۵}$ حجم هوای دستگاه را شامل می‌شود، با جیوه ترکیب و تمام شده بود) . لاووازیه پس از آنکه دانه‌های سرخ رنگ را از سطح جیوهٔ بالون جمع کرد و حرارت داد ، مشاهده کرد که این دانه‌ها ترکیبی از جیوه وگازی است که برای تنفس مفید می‌باشد. او این گاز را

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

اکسیژن نامید . لاووازیه همچنین به وسیلهٔ آزمایشهای متعدد متوجه شد که وزن جیوه واکسیژنی که بدست آمده درست برابر وزن اکسید جیوهٔ تجزیه شده است و بدین ترتیب نتیجه گرفت که در اثر تجزیهٔ شیمیایی وزن اکسید جیوه کم یا زیاد نشده است و بوضوح اعلام کرد که وزن مواد ضمن یك واکنش شیمیایی همیشه ثابت است، یا به گفتهٔ دیگر وزن مواد بدست آمده برابر است با مجموع وزن موادی که در ترکیب وارد شده‌اند. پس می‌توان حکم کرد که در جهان هیچ چیز بوجود نمی‌آید و هیچ چیز از بین نمی‌رود .

قانون بقای انرژی ـ می‌دانیم که تمام دستگاههای مولد کار ، مانند موتورها و ماشینهای برق ، در حقیقت **کار یا برق خلق نمی‌کنند بلکه نوعی از کار یا انرژی را به نوع دیگر آن تبدیل می‌نمایند** . مثلاً دستگاه مولد برق تا موقعی برق می‌دهد که هستهٔ آن به وسیلهٔ موتور یا توربین بگردد و این هسته تا هنگامی به حرکت خود ادامه می‌دهد که ذغال در



شکل ۶۱ ـ تبدیل انرژیها به یکدیگر

کوره وجود داشته و بسوزد (شکل ۶۱). دینامو‌ی دوچرخه‌های معمولی وقتی برق می‌دهد که هستهٔ داخلی آن را بحرکت در آورند .

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

انرژی حرکتی یا مکانیکی به انرژی الکتریکی است .

یك موتور یا یك 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 نمی‌شود . پس حرارت لامپ از تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی حاصل می‌گردد .

از مثالهای فوق چنین نتیجه می‌شود که : **انرژی بوجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود فقط در اعمال مختلف ، نوع آن تغییر می‌کند .**

به عبارت دیگر می‌گویند : **انرژی همیشه باقی می‌ماند** ، ولی از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌شود .

رابطهٔ بین ماده و انرژی ـ از قانون لاووازیه یا قانون بقای ماده چنین نتیجه می‌شود 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 یك مولکول گرم گازکربنیك (به وزن ۴۴ گرم) حاصل می‌شود .

$$C+O_2 \rightarrow CO_2+۹۴/۴ \text{ کالری}$$

$$۱۲+۳۲=۴۴$$

ولی می‌دانید که زغال هنگام سوختن مقداری حرارت ایجاد می‌کند که می‌توان آن را به انرژیهای دیگر تبدیل نمود . در لوکوموتیوها حرارت حاصل از سوختن زغال سنگ یا سایر مواد سوختنی به حرکت و کار تبدیل می‌گردد و به اصطلاح علمی می‌گوییم که **انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی** تبدیل شده است . اکنون این سؤال پیش می‌آید که این

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

حرارت که خود یك نوع انرژی است از کجا می‌آید؟ اینشتاین جواب این سؤال را داد .

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

اینشتاین با استنتاج از آزمایشها و محاسبات ریاضی ثابت‌کرد 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 ماده‌ای 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 یك بمب اتمی ، اتم عنصری مثلاً اورانیم $U_{۲۳۵}$ شکسته شده موادی می‌دهد که مجموع جرمهای آنها از جرم اتم اورانیم کمتر است ، پس مقداری جرم از دست می‌رود و در عوض انرژی عظیمی ظاهر می‌گردد . نسبت تبدیل جرم به انرژی کاملاً از فرمول سادهٔ فوق متابعت می‌نماید .

از آنچه گفته شدچنین نتیجه می‌شودکه ماده و انرژی صور مختلف چیز واحدی هستند و به‌هم قابل تبدیل می‌باشند و به اصطلاح فیزیك هسته‌ای ، قوانین بقای جرم و بقای انرژی را در رابطه با هم باید بیان کرد. بدین ترتیب‌که ماده و انرژی هیچگاه ایجاد نمی‌شوند و یا از بین نمی‌روند بلکه می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند .

باید دانست که چون جرم از بین رفته[1] در واکنشهای شیمیایی بسیار کم است ، عملاً می‌توان از تغییر جرم در این واکنشها صرف نظر نمود .

تمرین و مسئله

۱ ــ سوختن ، تنفس و خاصیت اکسیدکنندگی اکسیژن را شرح دهید .

۲ــ 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 ــ چرا نباید درچراغ نفتی بنزین ریخت و چرا نمی‌توان به‌جای بنزین در اتوموبیل نفت مصرف کرد ؟

۴ ــ اگر اشتباهاً در شیشهٔ بی‌اکسید منگنز زغال ریخته باشیم ، آیا می‌توان از مخلوط کردن آن با کلرات، اکسیژن تهیه کرد ؟

۵ ــ بایك آزمایش نشان دهید که مواد در اثر سوختن بر وزنشان افزوده می‌شود ؟

۶ ــ یك لامپ آلومینیم مخصوص عکاسی را قبل از استعمال و پس‌از سوزاندن وزن کنید . از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت ؟

۷ ــ برای خاموش کردن شعلهٔ پتاسیم کدامیك از مواد زیر مناسب است : آب ، گازکربنیك یا ماسهٔ نرم ؟

۸ ــ چرا کاغذ تورنسل آغشته به محلول یدورپتاسیم در مجاورت اوزون آبی می‌شود ؟

۹ ــ می‌خواهیم اکسیژن تهیه کنیم . برای تهیهٔ 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 پراکسیدسدیم تعیین کنید . می‌دانیم

---

۱ ــ ماده‌ای که برای تشکیل ۹۴/۴ کالری حرارت از بین می‌رود در حدود ۲۰ــ۱۰ گرم است درصورتی که ترازوهای حساس امروزی تا ۷ــ۱۰ گرم را بیشتر نشان نمی‌دهد .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

که کلرات به کمك گرما و آب با تجزیهٔ الکتریکی و پراکسید سدیم به وسیلهٔ آب ، اکسیژن تولید می‌کنند .

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

۱۰ ــ مصرف زغال سالانهٔ یك کارخانهٔ کوچك ۱۰ تن است ، درصورتی که ۸۰٪ زغال کربن باشد ، تعیین کنید که سالانه چند تن انیدرید کربنیك به وسیلهٔ این کارخانه تولید می‌شود .

(ج : تقریباً ۲۹/۳ تن)

۱۱ ــ فرمول سوختن سولفور کربن ($CS_۲$) را بنویسید و تعیین کنید که از هر مولکول مادهٔ مزبور چند مولکول گاز تولید می‌شود و هر گرمش به چند لیتر گاز تبدیل می‌گردد و هر لیتر مخلوط گاز حاصل از احتراق چند گرم وزن دارد .

(ج : اول ۳ مولکول ، دوم ۰/۸۸ لیتر، سوم ۲/۵۶ گرم)

۱۲ ــ الکل دارای فرمول $C_۲H_۶O$ 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 می‌کنیم و مخلوط را می‌سوزانیم و نتیجهٔ احتراق را سرد می‌کنیم . حجم موادی را که پس از احتراق موجود است حساب کنید . در هر پنج لیتر هوا یك لیتر اکسیژن موجود است و بقیه تقریباً نیتروژن است .

(ج : اول ۷/۳ لیتر، دوم ۲۶/۸۸ لیتر نیتروژن و ۴/۴۸ لیتر $CO_۲$)

۱۳ ــ ۶۱/۵ گرم کلرات پتاسیم را با بی‌اکسید منگنز حرارت می‌دهیم . پس از جدا شدن ۴/۴۸ لیتر اکسیژن (در شرایط متعارفی) حرارت را قطع می‌کنیم . حساب کنید چند گرم کلرات پتاسیم در قرع باقی مانده است .

(ج : ۴۵/۱۷)

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

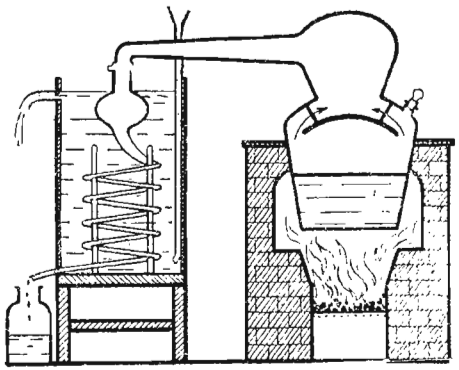
فصل هشتم

آب $H_2O=18$

حالت طبیعی ـ 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 به‌صورت اقیانوسها و رودخانه‌ها قسمت مهمی از سطح زمین را فرا گرفته است، در حدود ۷۰ درصد وزن بدن انسان و جزء مهم گیاهان ومواد غذایی را نیز تشکیل می‌دهد .

آب مقطر ـ آبهای موجود در طبیعت خالص نیستند و مقداری مواد معدنی ونیز مقداری گاز به صورت محلول در آنها وجود دارد .

برای تهیهٔ آب خالص (آب مقطر) ، آب معمولی را تقطیر می‌کنند. برای این کار آب را در یك قرع یا بالون حرارت می‌دهند و بخارهای حاصل را از یك لولهٔ 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 .



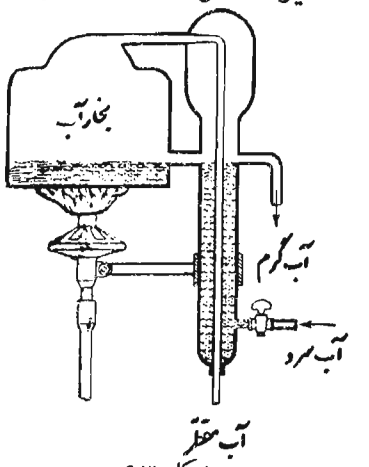
شکل ۶۲ ـ تقطیر آب

خواص فیزیکی آب ـ آب خالص مایعی بیرنگ

iranchembook.ir/edu
khosro۱۹۵۲

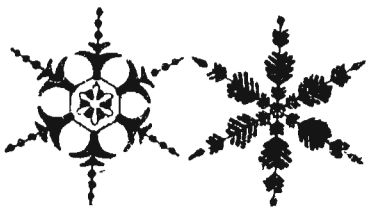
و بی‌بو و بی‌طعم است . اگر ضخامت آن زیاد باشد آبی بنظر می‌رسد .

بنابر قرارداد درجهٔ انجماد آب صفر و درجهٔ حرارت جوش آن درکنار دریا (جایی که فشار هوا مساوی فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه است) درجهٔ صد میزان‌الحرارهٔ صد قسمتی است . همچنین جرم مخصوص آب در $4°C$ ، $1g/cm^3$ و گرمای ویژهٔ آن یك کالری برگرم بردرجه‌است.



شکل ۶۳

حجم آب هنگام انجماد افزوده می‌شود و همین افزایش حجم باعث شکستن لوله‌های آب و حوضها وظروف آب دراثر سرمای شدید می‌شود؛ بعلاوه همین خاصیت در کوهستانها سبب متلاشی شدن سنگها ودر نتیجه باعث تغییر شکل ظاهری زمین می‌شود .


شکل ۶۴ ـ بلورهای برف

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

آب مشهورترین و بهترین حلال است .

خواص شیمیایی آب ـ ۱ ـ ثبات ـ آب ماده‌ای است بسیار باثبات و اگر بخارآب را تا حدود ۱۲۰۰ درجه گرم کنیم تنها چند هزارم آن به اکسیژن وئیدروژن تجزیه می‌شود .

۲ ـ اثر بر فلزها ـ آب به وسیلهٔ بعضی از فلزها که میل ترکیبی زیاد با اکسیژن دارند تجزیه می‌شود .

بعضی از فلزها مانند سدیم و پتاسیم و کلسیم بدون حرارت آب را تجزیه می‌کنند .

$$K + H_2O \rightarrow KOH + \frac{1}{2}H_2\uparrow$$

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$$

برخی دیگر مانند روی و منیزیم و آهن به کمك حرارت بر آب اثر می‌کنند .

$$Mg + H_2O \xrightarrow{\text{بخار}} MgO + H_2\uparrow$$

۳ ـ اثر بر غیرفلزها ـ کلردر مقابل نورآب را تجزیه می‌کند.

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow 2HCl + \frac{1}{2}O_2\uparrow$$

کربن در حرارت سرخ بخار آب را تجزیه می‌کند .

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2\uparrow$$

۴ ـ اثر بر اکسیدها ـ آب با انیدریدها ترکیب می‌شود و اسید می‌دهد. مثلاً از ترکیب انیدرید فسفریك باآب اسیدفسفریك تولید می‌شود.

$$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$

آب بر اکسیدهای بازی از قبیل اکسیدهای سدیم ، پتاسیم ، باریم و کلسیم اثر می‌کند و ئیدروکسید می‌دهد .

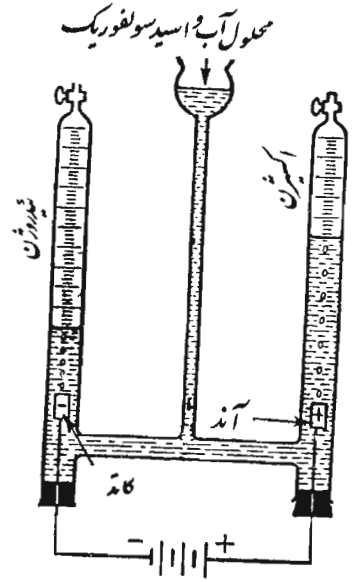
$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

به‌کمی بخار آب است ، بطوری که اگر دوگاز کاملاً خشك باشند عمل بسختی انجام می‌گیرد . در زنگ زدن آهن هم آب عمل مهمی دارد ونیز برای انجام بعضی ازواکنشهای شیمیایی آب لازم است وتاآب نباشد عمل آغاز نمی‌شود . مثلاً اجزای نمك میوه هنگامی بر هم اثر می‌کنند و گاز CO_2 می‌دهند که در آب ریخته شوند .



شکل ۶۵ ـ تجزیهٔ آب در ولتامتر

بعضی از مواد هنگامی که به‌صورت محلول‌در آب درمی‌آیند یونیزه می‌شوند ، یعنی به اجزایی تفکیك می‌شوندکه بار الکتریکی دارند و اگر محلول یونیزه نشود الکتریسیته از آن نمی‌گذرد . بعضی از واکنشها هم موقعی انجام‌پذیراست‌که موادبه‌صورت محلول یونیزه در آیند . مثلاً نیترات نقرهٔ خشك و کلرور سدیم خشك بر یکدیگر بی‌اثرند ولی دو محلول آنها برهم اثر می‌کنند و کلرور نقره تولید می‌شود .

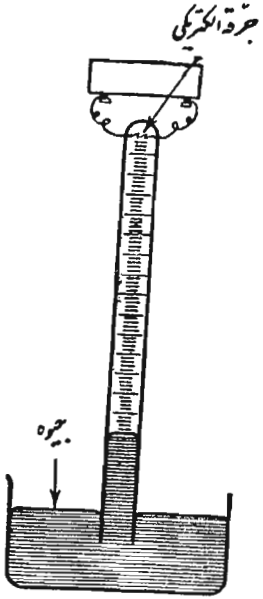
$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

که در حقیقت به این صورت است :

$$(\overset{+}{Na} + \overset{-}{Cl}) + (\overset{+}{Ag} + \overset{-}{NO_3}) \rightarrow AgCl\downarrow + (\overset{+}{Na} + \overset{-}{NO_3})$$

تجزیهٔ آب ـ در ولتامتری مطابق شکل ۶۵ به کمك کمی اسید یا باز آب را تجزیه می‌کنیم . مشاهده می‌شود که همیشه حجم ئیدروژنی که در قطب منفی جمع می‌شود دو برابر حجم اکسیژنی است که درقطب مثبت جمع می‌گردد .

از لحاظ وزن ، از تجزیهٔ ۱۸ گرم آب ۲ گرم ئیدروژن و ۱۶ گرم اکسیژن تولید می‌شود .



شکل ۶۶ ـ آب‌سنج

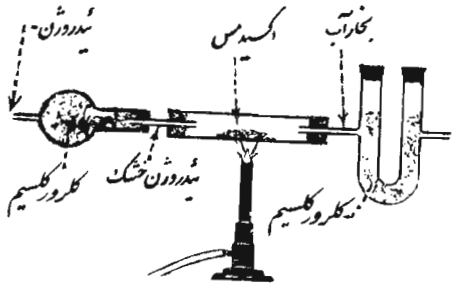
ترکیب حجمی آب ـ در اسبابی به نام آب‌سنج (شکل ۶۶) دو حجم ئیدروژن و یك حجم اکسیژن وارد می‌کنیم و جرقهٔ الکتریك تولید می‌کنیم . مخلوط بشدت منفجرمی‌شود و به‌آب‌تبدیل می‌گردد . پس معلوم می‌شود که آب از ترکیب دو حجم ئیدروژن ویك حجم اکسیژن تولید می‌شود.

ترکیب وزنی آب ـ برای تعیین ترکیب وزنی‌آب در دستگاهی مطابق شکل ۶۷ گاز ئیدروژن خشك را از روی اکسید مس گرم عبور می‌دهیم. چنانکه سابقاً دیدیم، ئیدروژن، اکسیژن اکسید مس را می‌گیرد و آب تولید می‌کند . بخار آب حاصل را به‌وسیلهٔ لوله‌ای که محتوی کلرور کلسیم است جذب می‌کنیم . واضح است که‌کاهش وزن لولهٔ محتوی اکسید مس وزن اکسیژن مصرف شده را تعیین می‌کند و افزایش وزن

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

لولهٔ کلرور کلسیم وزن آب حاصل در این آزمایش است . از تفاضل وزن آب و وزن اکسیژن ، وزن ئیدروژن معلوم می‌شود . آزمایشهای زیاد



شکل ۶۷ ـ دستگاه برای تعیین ترکیب وزنی آب

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

آب سنگین (D_2O) ـ برای تهیهٔ آب سنگین می‌توان دوتریم (ئیدروژن سنگین) را در اکسیژن معمولی سوزاند .

وزن مولکولی آب سنگین ۲۰ ، نقطهٔ انجماد آن ۳/۸۲ و نقطهٔ جوشش ۱۰۱/۴ می‌باشد . کاربرد آب سنگین در راکتورهای اتمی است.

پراکسید ئیدروژن

فرمول مولکولی پراکسید ئیدروژن H_2O_2 وفرمول ساختمانی آن $H-O-O-H$ است .

پراکسید ئیدروژن (آب اکسیژنه) در ۱۸۱۸ به وسیلهٔ تنارد[1] کشف شد .

۱– Thenard

طرز تهیه ـ گرد پراکسید باریم را در آب یخ می‌ریزند و بر آن محلول رقیق اسید سولفوریك می‌افزایند .

$$H_2SO_4 + BaO_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + H_2O_2$$

می‌توان برای تهیهٔ پراکسید ئیدروژن غلیظ ، اسید سولفوریك نیمه غلیظ را تجزیهٔ الکتریکی[1] کرد .

خواص فیزیکی ـ پراکسید ئیدروژن غلیظ و شربتی شکل ۱/۴۶ بار از آب سنگین‌تر است. نقطهٔ انجماد آن نزدیك به‌آب یعنی ۰/۹ — است ولی نقطهٔ جوش آن ۱۵۱ است .

خواص شیمیایی ـ ماده‌ای است بی‌ثبات ودر اثر نور و حرارت تجزیه می‌شود واکسیژن می‌دهد. از این جهت ماده‌ای است اکسیدکننده.

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$$

باید دانست که تجزیهٔ پراکسید ئیدروژن به وسیلهٔ بعضی از مواد مانند ذغال و نقره وطلا واکسیدفریك وبی‌اکسید منگنز تسریع می‌شود .

معمولاً ارزش پراکسید ئیدروژن ، حجم اکسیژنی است که ازیك حجم آن تولید می‌شود . مثلاً اگر $12cm^3$ گاز اکسیژن در شرایط متعارفی از یك سانتیمتر مکعب محلول پراکسید ئیدروژن بدست آید گویند پراکسید ئیدروژن مزبور ۱۲ حجم است .

چون پراکسید ئیدروژن می‌تواند اکسیژن آزاد کند ، برموادی‌که میل ترکیبی با اکسیژن دارند اثر می‌کند و آنها را اکسید می‌کند مثلاً

۱ـ در تجزیهٔ الکتریکی اسید سولفوریك غلیظ در قطب مثبت اسید پرسولفوریك $H_2S_2O_8$ ایجاد می‌شود که این اسید با آب تولید پراکسیدئیدروژن و اسید سولفوریك می‌نماید .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

محلول انیدرید سولفورو را به اسید سولفوریك تبدیل می‌کند .

$$SO_2+H_2O_2\rightarrow H_2SO_4$$

نیز سولفور سرب سیاه رنگ را به سولفات سفید تبدیل می‌کند .

$$PbS+4H_2O_2\rightarrow PbSO_4+4H_2O$$

موارد استعمال ـ پراکسید ئیدروژن گندزدای مشهوری است . در ضدعفونی کردن دهان و گوش و شست و شوی زخمها از آن استفاده می‌شود . پراکسید ئیدروژن در سفید کردن ابریشم ، پشم ، پر ، عاج و کلاههای حصیری وچوب پنبه نیز بکار می‌رود .

محلولها

حل شدن ـ اگر کمی نمك یا پرمنگنات پتاسیم را در آب بریزیم پس از چند لحظه مخلوط یکنواخت و محلول شفافی بدست می‌آید . در این صورت می‌گوییم که نمك یا پرمنگنات پتاسیم در آب حل شده‌است ، در این عمل آب را حل کننده (حلال) و نمك یا پرمنگنات پتاسیم را حل شدنی و مخلوط حاصل را محلول می‌گویند . اگر ماده‌ای در آب حل نشود آن را نامحلول می‌گویند .

باید دانست که برخی از مواد با آب مخلوط می‌شوند ولی آب را کدر می‌کنند (مثلاً آب گل‌آلود) ، در این حالت ماده در آب محلول نبوده بلکه در آب شناور است .

غلظت ـ جرم مقداری از مادهٔ حل شدنی که در یك‌لیتر محلول

موجود است غلظت آن محلول نامیده می‌شود . مثلاً اگر در یك لیتر محلول سود ۴۰ گرم سود خالص موجود باشد ، می‌گویند که‌غلظت‌آن محلول ۴۰ گرم درلیتر است . غلظت مولکولی یك محلول عبارت است از عدهٔ مولکول گرمهای مادهٔ خالص در یك لیتر محلول . مثلاً غلظت مولکولی محلول سود فوق یك مولکول‌گرم درلیتر است (مولکول‌گرم سود ۴۰ گرم است) .

محلول رقیق وغلیظ ومحلول سیرشده ـ کمی شکر را در آب بریزید و آب را هم بزنید ، مشاهده می‌کنیدکه شکر حل می‌شود . اگر بتدریج بر مقدار شکر بیفزایید ، مشاهده خواهید کرد که پس از مدتی دیگر شکر در آب حل نمی‌شود . پس محلول رقیق را می‌توان بتدریج غلیظ‌کرد ولی قدرت حل‌کنندگی آب محدود است و پس ازحد معینی آب سیر می‌شود (اشباع می‌شود) و دیگر نمی‌تواند مقدار بیشتری از ماده را درخود حل کند .

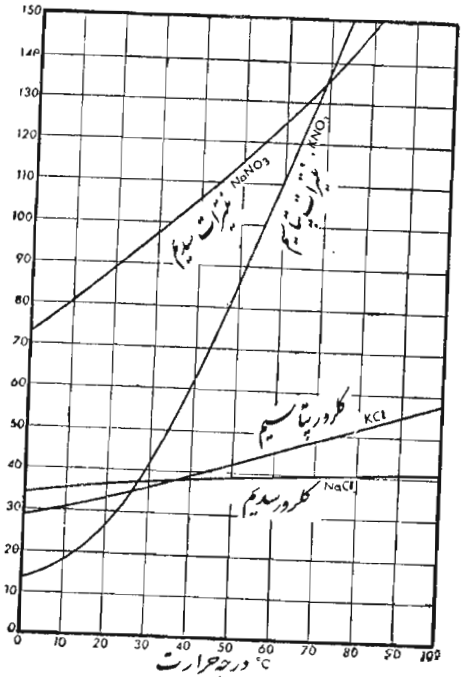
باید دانست‌که قدرت حل کنندگی آب و حلالهای دیگر به درجهٔ حرارت بستگی دارد . این قدرت اغلب با افزایش‌درجهٔ حرارت زیاد می‌شود . به‌شکل ۶۸ توجه کنید ، بر محور طولها درجات حرارت و بر محور عرضها مقدار مادهٔ حل شده دریك لیتر، ثبت شده‌است . چنانکه ملاحظه می کنید درجهٔ حرارت تأثیر چندانی درحل شدن نمك طعام و کلورپتاسیم ندارد ، در صورتی که در حل شدن نیترات سدیم و نیترات پتاسیم بسیار مؤثر است .

تبلور ـ اگر محلولهای سیر شدهٔ بعضی مواد را سرد کنیم ، ذرات مواد حل شدنی از محلول جدا و متراکم شده به‌صورت مواد جامدی

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ظاهر می‌شوند که دارای شکل منظم هندسی هستند . این قبیل مواد را بلورین و هر دانهٔ آنها را یك بلور خوانند . هر ماده‌ای را که بتواند به صورت بلور درآید قابل تبلور گویند . شکل دانه‌های بلور هر ماده ثابت و مخصوص به خود آن ماده است، ولی اندازهٔ آنها ممکن است کوچك یا بزرگ باشد. از روی این اشکال در معدن‌شناسی برای تشخیص نوع سنگ معدن استفاده می‌کنند. باید دانست که اغلب مواد وقتی که به صورت بلور درمی‌آیند، مقدار معینی آب همراه دارند . این آب را **آب تبلور** گویند . عدهٔ مولکولهای آب تبلور همراه با هر مولکول مادهٔ بلورین ثابت است . مثلاً یك مولکول گرم سولفات مس با ۵ مولکول گرم آب ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) و یك مولکول گرم سولفات آهن با ۷ مولکول گرم آب ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) همراه است .



شکل ۶۸ ـ تأثیر درجهٔ حرارت در انحلال مواد در آب

شکفتن مواد متبلور ـ هرگاه مادهٔ بلورینی که دارای آب تبلور است در معرض هوای خشك قرار گیرد، کم‌کم آب تبلور خود را ازدست

می‌دهد . در این صورت مادهٔ بلورین تبدیل به‌گرد می‌شود . این خاصیت را شکفتن بلورها گویند .

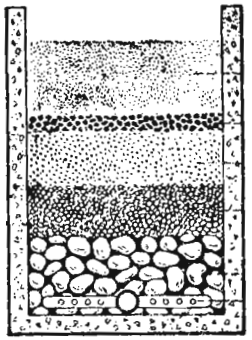
محلول چسب مانند ـ هرگاه ماده‌ای در مایعی ناپدید شود و پراکندگی آن در همه جای مایع یکسان باشد آن ماده حل شده است و اگر مایع را کدر کرده باشد شناور مانده است .

مواد شناور به دو دسته تقسیم می‌شوند . در یك دسته پراکندگی ماده در همه جای مایع یکسان است و نمی‌توان به کمك صافی آن دو را از یکدیگر جدا کرد . این مواد را چسب مانند یا کولوئید گویند ، ولی اگر به‌کمك صاف شدن ، مادهٔ مخلوط شده ازمایع جدا شود ومایعی که از زیر صافی می‌چکد زلال و شفاف باشد ، گویند ماده در آن مایع معلق است .

آب آشامیدنی ـ آب یکی از مهمترین عوامل انتقال دهندهٔ بیماریهای ساری است وآنچه درسالهای اخیر سبب کم شدن و ازبین رفتن اینگونه بیماریها بوده ، تهیهٔ آب سالم وآشامیدنی در شهرهاست .

برای تهیهٔ آب مشروب در منازل می‌توان دستگاهی مطابق شکل ۶۹ ازشن وماسه وسنگریزه تهیه نمود .

در مواقع اضطرار و در جبهه‌های جنگ قرصهای هیپوکلریت را در آب می‌اندازند تا آن را ضدعفونی کند .



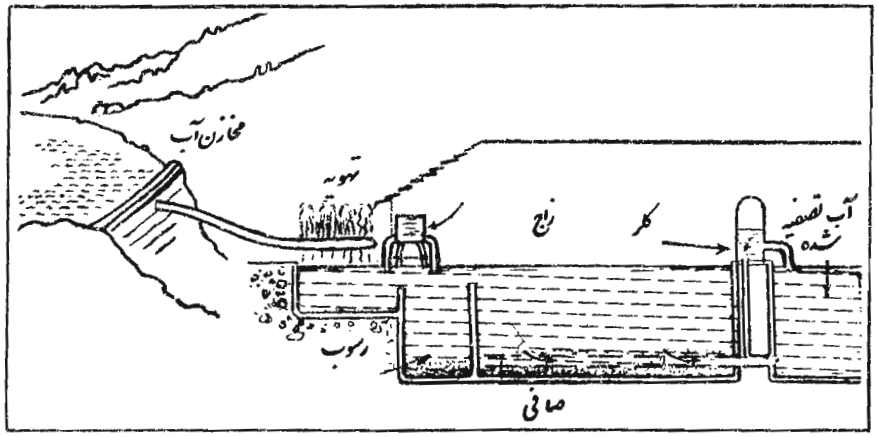
شکل ۶۹

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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

آبی‌که 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 ضدعفونی



شکل ۷۰ ــ مراحل مختلف تصفیهٔ آب

می‌شود. سپس به این آب تصفیه شده کمی کلر (یك یا دوگرم در مترمکعب آب) اضافه می‌کنند تا درآب 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 درلوله‌های شهر وارد می‌نمایند . یکی از مراحلی که قبل

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

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

۱ ــ راسب کردن گل ولای وترکیبات آهکی اضافی در آب .

۲ ــ صاف کردن آب ، ۳ ــ تهویه ، ۴ ــ کلرزدن .

تمرین و مسئله

۱ ــ چگونه آب را از مایعات بیرنك دیگر تمیز می‌دهید ؟

۲ ــ چرا آب را برای خاموش کردن آتش بکار می‌برند ؟

۳ ــ چرا آب باران خالص‌ترین آب طبیعی است و چرا آب رودخانه ناخالص و چرا آب دریا و دریاچه‌ها خیلی غلیظ‌تر است ؟

۴ ــ چرا باید آب بیاشامیم و آیا خوب است همیشه آب مقطر بنوشیم ؟

۵ ــ مقصود از تصفیهٔ آب چیست ودر تصفیه چه موادی از آب جدا می‌شود ؟

۶ ــ درصد حجمی و وزنی اجزای تشکیل دهندهٔ آب را تعیین کنید .

۷ ــ اگر ۷۰ سانتیمتر مکعب ئیدروژن و ۵۰ سانتیمتر مکعب اکسیژن را مخلوط و منفجر کنیم چه مقدار و از کدامیك باقی می‌ماند ؟

۸ ــ چه موادی برای خشك کردن گازها مصرف می‌شوند ؟

۹ ــ چند نمك بلورین آبدار نام ببرید و بگویید آیا تمام نمکهای بلورین دارای آب هستند ؟

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

۱۰ ــ دو فلز و دو غیر فلز و دو اکسیدفلزی ودو انیدرید نام ببرید وفرمول اثر آنها را بر آب بنویسید .

۱۱ ــ ۲/۲۴ لیتر گاز سولفورو را در محلول پراکسیدئیدروژن ۱۱/۲ حجمی حل کرده‌ایم . چند cc از پراکسید ئیدروژن مزبور بکار می‌رود و اسید حاصل با چند گرم کربنات سدیم متبلور که ۱۰ مولکول آب تبلور دارد خنثی می‌شود ؟ (ج : اول cc ۱۰۰ ، دوم ۲۸/۶گرم)

۱۲ ــ cc ۱۰ محلول سولفات مس راتبخیر کرده‌ایم . غلظت مولکولی محلول یك مولکول گرم در لیتر است. در نتیجهٔ ایــن عمل ۲/۵ گرم سولفات بلورین بدست می‌آید. تعیین‌کنید عدهٔ مولکولهای آب تبلور سولفات مس را.
(ج : ۵ مولکول)

۱۳ ــ بر cc ۱۰ پراکسیدئیدروژن ۱۱/۲ حجمی، اسید سولفوریك رقیق وسپس قطره‌قطره محلول پرمنگنات پتاسیم که درهر لیترش $\frac{۱}{۵۰}$ مــولکول گــرم پرمنگنات پتاسیم محلول است می‌ریزیم . تعیین کنید چند cc از محلول پرمنگنات پتاسیم باید بریزیم تا دیگر رنگش زایل نشود . واز این عمل چند $cm^۳$ گاز بدست می‌آید ؟ (ج : اول cc ۲۰۰، دوم cc ۲۲۴)

۱۴ ــ مخلوطی از اکسیژن وئیدروژن ۱۰ گرم وزن‌دارد . پس‌از برقراری جرقهٔ الکتریك و ترکیب آنها یك گرم اکسیژن باقی مانده است . وزن اکسیژن و ئیدروژن اولیه را حساب کنید. (ج : ۱ گرم ئیدروژن و ۹ گرم اکسیژن)

۱۵ ــ در یك تجزیهٔ الکتریکی آب ۰/۳۶ گرم آب مصرف شده‌است . حساب کنید حجم ئیدروژن و اکسیژن حــاصل را . اگر همین مقدار آب را یك مرتبه بر سدیم و بار دیگر بر پراکسید سدیم اثر دهیم ، حجم ئیدروژن و اکسیژن حاصل چقدر خواهد بود ؟
(ج : ۰/۴۴۸ لیتر ، ۰/۲۲۴لیتر ، ۰/۲۲۴ لیتر ئیدروژن، ۰/۲۲۴ لیتر اکسیژن) .

۱۶ ــ ۵ سانتیمتر مکعب از یك نمونهٔ پراکسیدئیدروژن را در مقداری محلول گاز سولفورو می‌ریزیم وکلرور باریم زیاد اضافه می‌کنیم . رسوب حاصل را خشك کرده وزن می‌کنیم ، ۰/۶۹۹ گرم رسوب بدست می‌آید . حساب کنید ارزش حجمی پراکسیدئیدروژن را . (ج : ۶/۷۲حجم)

۱۷ ــ از ۴/۸۸ گرم سولفات منیزیم بی‌آب ۱۰گرم بلور بدست می‌آید . فرمول سولفات منیزیم متبلور را معین کنید .
(ج : $MgSO_۴ \cdot ۷H_۲O$)

iranchembook.ir/edu

khosro ۱۹۵۲

فصل نهم

محلولهای نرمال

برای اندازه‌گیری حجمی باید محلولهایی با غلظتهای معین داشته باشیم که این محلولهارا محلولهای سنجیده می نامیم. معمولترین محلولهای سنجیده محلولهای نرمال هستند .

محلول نرمال یك اسید یا یك باز یا یك نمك محلولی است که درهرلیتر آن یك اکی‌والان‌گرم[۱] از ماده حل شده باشد. یك اکی‌والان‌گرم از اسید مقداری از آن است که یك گرم ئیدروژن اسیدی داشته باشد .

مثلاً اکی‌والان‌گرم HCl مساوی ۳۶٫۵ = $\frac{۳۶٫۵}{۱}$ گرم از آن است چه هرمولکول آن فقط یك اتم ئیدروژن اسیدی دارد. همینطور اکی‌والان گرم $H_۲SO_۴$ برابر $\frac{۹۸}{۲}$ = ۴۹ گرم از آن اسید است و اکی‌والان گرم $H_۳PO_۴$ مساوی ۳۲٫۷ = $\frac{۹۸}{۳}$ گرم از آن است . اکی‌والان‌گرم یك باز مقداری از آن است که دارای ۱۷ گرم OH بازی باشد زیرا هر OH با یك H اسیدی خنثی می‌شود .

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_۲O$$

مثلاً اکی‌والان گرم سود مساوی ۴۰ = $\frac{۴۰}{۱}$ گرم از سود واکی‌والان

۱- Equivalent – gramme

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

گرم ئیدروکسید کلسیم معادل ۳۷ = $\frac{۷۴}{۲}$ گرم از این باز است .

در مورد نمکها ، اکی‌والان گرم مقداری از نمك است که از یك اکی‌والان گرم اسید نتیجه شده باشد .

مثلاً از معادلهٔ یونی :

$$(Na^+ + OH^-) + (H^+ + Cl^-) \rightarrow (Na^+ + Cl^-) + H_2O$$

معلوم می‌شود که به ازای هر گرم H اسیدی که خنثی می‌شود ۵۸/۵ گرم نمك طعام حاصل می‌گردد . پس اکی‌والان‌گرم نمك طعام مساوی ۵۸/۵ = $\frac{۵۸/۵}{۱}$ گرم نمك است .

همچنین از معادلهٔ یونی :

$$(Ca^{++} + ۲OH^-) + ۲(H^+ + Cl^-) \rightarrow (Ca^{++} + ۲Cl^-) + ۲H_2O$$

نتیجه می‌شود که به‌ازای دوگرم H اسیدی مقدار ۱۱۱ گرم کلرور کلسیم بدست می‌آید ، پس اکی‌والان گرم کلرور کلسیم مساوی ۵۵/۵ = $\frac{۱۱۱}{۲}$ گرم از این ماده است .

از این دومثال نتیجه می‌گیریم که اکی‌والان‌گرم هر نمك مساوی است با مولکول‌گرم آن نمك تقسیم بر مجموع ظرفیت فلزی آن .

مثلاً مجموع ظرفیت فلزی $Al_2(SO_4)_3$ مساوی ۶ است ، پس اکی‌والان‌گرم آن ۵۷ = $\frac{۳۴۲}{۶}$ گرم می‌شود . از آنچه گفته شد نتیجه می‌گیریم که اکی‌والان‌گرمهای هر دسته از مواد باهم معادلند وبنابراین محلولهای نرمال به حجم مساوی بر یکدیگر اثر می‌کنند و از اینجا اهمیت محلولهای نرمال و امتیاز آنها برسایر محلولها معلوم می‌گردد .

نرمالیته ـ ممکن است محلولی شامل یك اکی‌والان‌گرم ماده

درلیتر نباشد . در این صورت غلظت آن را با محلول نرمال همان ماده مقایسه‌می‌کنند وارزش شیمیایی آن را برحسب نرمال تعیین می‌نمایند . مثلاً محلولی راکه شامل ۲۰ گرم سودخالص درلیتر است محلول نیم‌نرمال می‌نامند ، زیرا ۲۰ گرم سود مساوی $\frac{۱}{۲}$ = $\frac{۲۰}{۴۰}$ اکی‌والان‌گرم آن است . یامحلولی‌که شامل ۹۸ گرم اسید سولفوریك درلیتر باشد محلول «دونرمال» نام دارد زیرا ۹۸ گرم اسید سولفوریك معادل ۲ = $\frac{۹۸}{۴۹}$ اکی‌والان‌گرم از این اسید است . همینطور محلول ۳/۶۵ گرم در لیتر جوهر نمك را محلول یك‌دهم نرمال یا دسی‌نرمال می‌گویند ، چون این‌مقدار جوهر نمك مساوی $\frac{۱}{۱۰}$ = $\frac{۳/۶۵}{۳۶/۵}$ اکی‌والان‌گرم از آن است یا غلظت آن نسبت به غلظت نرمال آن $\frac{۱}{۱۰}$ است. این نسبتها را بنابه‌تعریف **نرمالیتهٔ** محلول می‌نامند. به گفتهٔ دیگر نرمالیتهٔ هر محلول عدهٔ اکی‌والان‌گرمهایی از مادهٔ حل شده است که دریك لیتر آن محلول وجود دارد .

مسئله

۱ـ ۱۰۰cc محلول نرمال سود سوزآور دارای چندگرم سود می‌باشد ؟ (۴ گرم)

۲ـ برای خنثی کردن ۵۰cc محلول نرمال اسید سولفوریك چند گرم سود لازم است ؟ (۲ گرم)

۳ـ بر ۱۰۰cc محلول اسید سولفوریک کلرور باریم می‌افزاییم ۴/۶۶ گرم رسوب تولید می‌شود غلظت و نرمالیتهٔ محلول اسید را حساب کنید .

(۱۹/۶ گرم درلیتر ، ۰/۴ نرمال)

۴ـ ۲ گرم سود را در آب حل کرده و آنقدر آب بدان می‌افزاییم تاحجم کل آن به ۱۰۰cc برسد. اولا غلظت ونرمالیتهٔ این محلول را معین کنید. ثانیاً معین کنید چه حجم از این محلول برای خنثی کردن ۱۰۰cc اسید سولفوریک

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

$\frac{۱}{۱۰}$ مولکول‌گرم در لیتر لازم است ؟

(۲۰ گرم درلیتر ، $\frac{۱}{۲}$ نرمال، ۴۰cc)

۵- برای رسوب دادن کامل یونهای کلر موجود در ۱۰۰cc محلول کلرور سدیم ۵۰cc محلول نرمال نیترات نقره لازم شده است. غلظت محلول کلرورسدیم را حساب کنید .

(۲۹/۲۵ گرم درلیتر)

۶- چه حجم آب به یك لیتر محلول نرمال اسید کلوریدریک اضافه کنیم تا محلول دسینرمال این اسید بدست آید ؟

(۹ لیتر)

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل دهم

گوگرد و ترکیبات آن

گوگرد

$^{۳۲}_{۱۶}S$ (۶-۸-۲)

گوگرد یکی ازقدیمترین غیرفلزهاست و تقریباً همهٔ مردم آن را می‌شناسند .

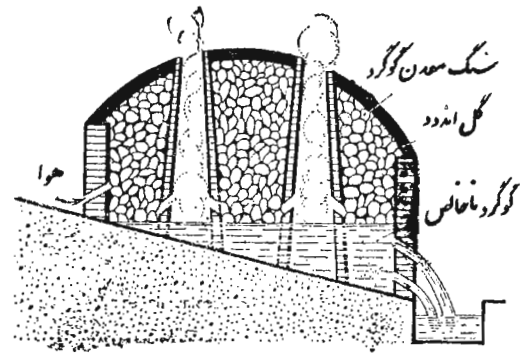
حالت طبیعی ـ درطبیعت به‌حالت آزاد نزدیك نواحی آتشفشانی مانند سیسیل ، مکزیك و ژاپن مخلوط با خاك وجود دارد . گوگرد به صورت ترکیب یعنی سولفورهای آهن ، سرب ، مس و جیوه فراوان است و به صورت سولفات هم مانند سولفاتهای کلسیم و سدیم در طبیعت زیاد است .

استخراج ـ برای جداکردن گوگرد ازشن وخاکی‌که باآن‌همراه است در نقاطی مانند جزیرهٔ سیسیل که منابع عظیمی از گوگرد وجود دارد ، گوگرد را به صورت توده‌های شبیه به کوره‌های زغال طوری تل می‌کنند که دودکشهایی بین آنها وجود داشته باشد و روی آن را بامصالح بنایی‌می‌پوشانند و از راه دودکشها آن را آتش می‌زنند. قسمتی‌از گوگرد می‌سوزد و گرمای حاصل از آن بقیهٔ گوگرد را گداخته و جاری می‌کند که در قالبهای چوبی جمع می‌کنند (شکل ۷۱) .

این گوگرد دارای ۳ تا ۵ در صد سنگ و شن است و می‌بایستی

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

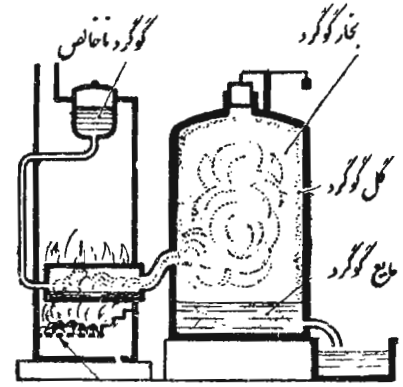


شکل ۷۱ ـ طرز استخراج گوگرد در جاهایی که منابع گوگردی زیاد است

به‌وسیلهٔ تقطیر تصفیه شود . تقطیر گوگرد بدین ترتیب انجام می‌شود که :

در دستگاهی مطابق شکل ۷۲ گوگرد ناخالص را در یك ظرف چدنی ذوب می‌کنند .

مایع گوگرد به‌محفظهٔ آهنی دیگری وارد می‌شود که در اثر حرارت زیادتر به‌صورت بخار درآمده وارد اتاقی می‌شود که از آجر ساخته شده است. ابتدا که اتاق سرد است بخارات مزبور به‌صورت پودری که معروف به‌گل گوگرد است به‌دیوارهٔ اتاق می‌نشیند ولی کم‌کم که درجهٔ حرارت از ۱۲۰° زیادتر شد گوگرد ذوب می‌شود و از مجرایی که در انتهای اتاق مزبور قرار گرفته است خارج و در قالبهای چوبی جمع‌آوری می‌شود.

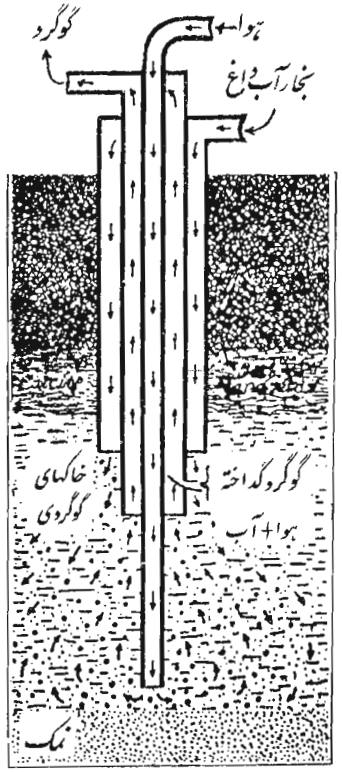


شکل ۷۲

طریقهٔ Frasch[1] ـ در لوییزیان، یکی از ایالات متحده، گوگرد به‌مقدار زیاد در اعماق زمین (۱۵۰ متر) و در زیر طبقات ماسه وجود

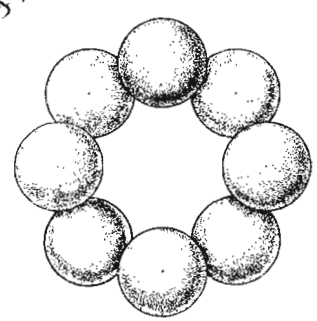
۱ ـ Herman Frasch نام یك مهندس شیمی امریکایی است که روش استخراج گوگرد در عمق زیاد زمین را طرح کرده است .

دارد و به این جهت حفر تونل و راههای زیرزمینی غیرممکن است. دراین نواحی برای بدست آوردن گوگرد پس از حفر سوراخ در زمین سه لولهٔ متحدالمحور در آن داخل می‌کنند . پس از رسیدن به منطقهٔ گوگرد از لولهٔ خارجی بخار آب ۱۷۰° وارد می‌کنند (شکل ۷۳) . در اثر گرمای زیاد بخار آب ، گوگرد گداخته شده در اثر فشار هوای متراکم که از لولهٔ مرکزی وارد می‌شود از لولهٔ دوم بالا می‌آید درجهٔ خلوص این گوگرد به ۹۹٫۹٪ می‌رسد .



شکل ۷۳

خواص فیزیکی ـ گوگرد ماده‌ای است جامد ، شکننده، زرد رنگ، به‌وزن مخصوص در حدود ۲ ، در آب نامحلول ولی در بنزن حل می‌شود و بهترین حلال آن سولفورکربن است. گوگرد حرارت را بخوبی هدایت نمی‌کند و عایق بسیار خوبی برای الکتریسیته است



شکل ۷۴

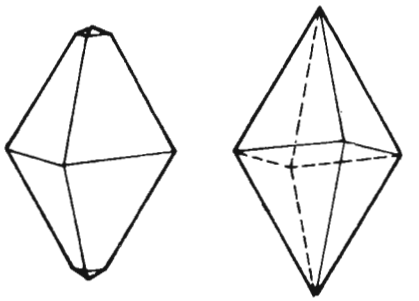
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

و از این خاصیت در ساختمان اقسام ابونیت (ترکیب گوگرد و کائوچو) استفاده می‌شود . مولکول گوگرد اغلب هشت اتمی (S_8) و به صورت یك حلقه می‌باشد (شکل ۷۴) .

شکلهای مختلف گوگرد ـ گوگرد به‌اشکال مختلف درمی‌آید.

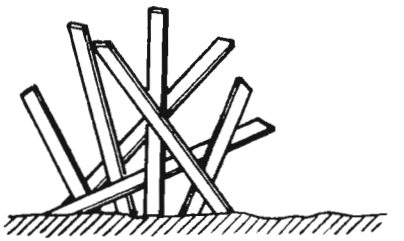
آزمایش ۱ ـ مقداری گوگرد را در سولفور کربن حل کنید و بگذارید محلول خود بخود بخار شود . بعد از یك ساعت گوگرد دوباره متبلور شده به شکل هشت‌وجهیهای منظم[1] در می‌آید (شکل ۷۵) .



شکل ۷۵ ـ گوگرد متبلور هشت‌وجهی

این گوگرد در ۱۱۲٫۸ درجه ذوب می‌شود ، رنگش زرد است و در آب حل نمی‌شود ولی درسولفور کربن و بنزن حل می‌شود و در درجهٔ حرارت معمولی پایدار است .

آزمایش ۲ـ مقداری گوگرد را در یك بوتهٔ سفالی ذوب کنید و بگذارید دوباره سرد شود. این دفعه گوگرد به صورت‌سوزنهایی‌متبلورمی‌شود که شکل هندسی آن منشوری[2] است (شکل ۷۶) .



شکل ۷۶ـ بلورهای منشوری‌شکل گوگرد

نقطهٔ ذوب این گوگرد ۱۱۹ درجه و رنگ آن زرد تیره است ،

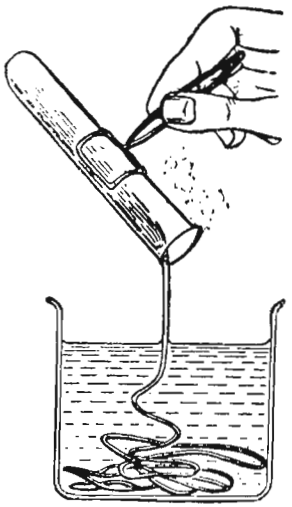
۱ـ Rhombic ۲ـ Monoclinic

اگر درجهٔ حرارت آن به‌کمتر از ۹۶ درجه برسد به‌گوگرد هشت‌وجهی تبدیل می‌شود بنابراین فقط بین درجات حرارت ۹۶ درجه و ۱۱۹ درجه پایدار است .

آزمایش ۳ ـ کمی گوگرد را ذوب کنید ووقتی که خوب روان و سیال شد آن را در آب سرد بریزید . این بار گوگرد به‌صورت یك رشتهٔ کشدار و نرم درمی‌آید که هیچ شکل هندسی ندارد و می‌گویند «بی‌شکل» است (شکل ۷۷) . این نوع گوگرد در سولفور کربن حل نمی‌شود .

گوگرد مذاب قبل از ۱۲۰ درجه مایع زرد رنگی است . ولی در ۲۰۰ درجهٔ حرارت سفت و خرمایی رنگ می‌گردد بقسمی که اگر ظرف حاوی آن را واژگون کنیم گوگرد نمی‌ریزد . در نزدیك ۴۰۰ درجهٔ حرارت دوباره سیال و روان می‌گردد و در ۴۴۴ درجه می‌جوشد .

آزمایش ۴ ـ برمحلول هیپوسولفیت سدیم‌کمی جوهرگوگرد بیفزایید.گوگرد کولوییدی بدست می‌آید که در محلول معلق می‌ماند .



شکل ۷۷ ـ گوگرد بی شکل

آزمایشهای فوق نشان می‌دهد که گوگرد به‌اشکال‌مختلف درمی‌آید ولیکن خواص شیمیایی همهٔ آنها یکسان است و از این حیث هیچ تفاوتی با هم ندارند . این کیفیت ،یعنی وجود یك عنصر به‌چند صورت را **آلوتروپی** نامند .

در جدول صفحهٔ بعد خواص فیزیکی اقسام مختلف آلوتروپی

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

گوگرد ذکر شده است :

خواص فیزیکی	هشت سطحی	منشوری	بی‌شکل (کشدار)
رنگ	زرد	زرد تیره	کهربایی
شکل بلور	بلورهای هشت‌سطحی	بلورهای سوزنی شکل	بی‌شکل
ثبات	درکمتر از ۹۶° با ثبات است	بین ۹۶° و ۱۲۰° با ثبات است ودر کمتر از ۹۶° کم‌کم به شکل هشت‌سطحی درمی‌آید	در بیشتر از ۱۲۰° با ثبات است ودر کمتر از ۱۲۰° بتدریج به بلورهای هشت‌سطحی تبدیل می‌شود
وزن مخصوص	۲/۰۶	۱/۹۶	۱/۹۵
قابلیت حل شدن	محلول درسولفورکربن	محلول درسولفورکربن	نامحلول درسولفورکربن

خواص شیمیایی ـ مهمترین خواص شیمیایی گوگرد میل ترکیبی آن با اکسیژن و فلزهاست .

I ـ اثر براکسیژن ـ در درس اکسیژن دیدیم که گوگرد در اکسیژن هوا می‌سوزد وگاز سولفورو می‌دهد .

$$S+O_2 \rightarrow SO_2$$

دراثر همین میل ترکیبی شدید با اکسیژن است که گوگرداکسیژن مواد اکسیژن‌دار از قبیل کلرات پتاسیم و نیترات پتاسیم را می‌گیرد ، و مخلوط آنها در اثر حرارت یا ضربه منفجر می‌شود .

آزمایش ـ کمتر از یك قاشق چایخوری کلرات نرم را با نصف

همین مقدار گوگرد جداگانه ساییده وباهم مخلوط کنید و مخلوط را در کاغذی پیچیده با چکش ضربه‌ای به آن وارد کنید . انفجاری همراه با شعله روی می‌دهد

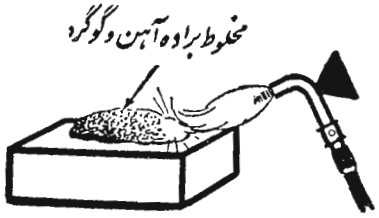
$$2KClO_3+3S \rightarrow 3SO_2+2KCl$$

همین عمل را با شوره که جداگانه ساییده‌اید تکرار کنید. فرمول عمل چنین است :

$$2KNO_3+3S \rightarrow K_2S+3SO_2+N_2$$

باروت سیاه مخلوطی از گوگرد و زغال و شوره است .

II ـ اثر برفلزها ـ در حرارت معمولی گوگرد تقریباً ماده‌ای بی‌اثر محسوب می‌شود ، لیکن در اثر گرما با بیشتر فلزها جزطلا وطلای سفید ترکیب می‌شود .

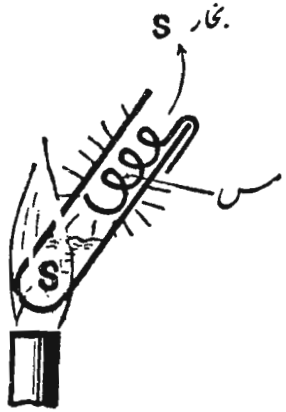


شکل ۷۸

آزمایش ۱ـ مخلوطی از برادهٔ آهن و گوگرد را مشتعل نمایید ، سولفور آهن تشکیل می‌شود (شکل ۷۸) .

$$S+Fe \rightarrow FeS$$

آزمایش ۲ـ در یك لولهٔ آزمایش کمی گوگرد نرم ریخته و روی آن چند نوار مس بیندازید و لوله را حرارت دهید، گوگرد بخار شده بشدت با مس ترکیب می‌شود (شکل ۷۹) .



شکل ۷۹ ـ ترکیب گوگرد با مس

$$S+2Cu \rightarrow Cu_2S \text{(سولفورکوئیورو)}$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

و چنانچه برادهٔ مس را با گوگرد زیاد در کمتر از ۴۴۰ درجه حرارت دهیم سولفور کوئیوریك حاصل می‌شود .

$$S+Cu\rightarrow CuS$$

آزمایش ۳ ـ با روی و آلومینیم نیز همین آزمایش را انجام دهید.

سولفور روی $S+Zn\rightarrow ZnS$ سولفور آلومینیم $3S+2Al\rightarrow Al_2S_3$

سولفور روی سفید وسولفور آلومینیم خاکستری است .

III ـ اثر بر ئیدروژن ـ اگر گاز ئیدروژن را از روی گوگرد مذاب عبور دهند مقدار کمی گاز سولفور ئیدروژن می‌دهد .

$$S+H_2\rightleftarrows H_2S$$

(حرارت)

موارد استعمال ـ گوگرد را برای ساختن باروت سیاه و کبریت و انیدرید سولفورو و اسید سولفوریك وهیپوسولفیت سدیم بکار می‌برند . در صنایع لاستیك سازی برای محکم کردن و حفظ خاصیت ارتجاعی آن (ولکانیزاسیون) مصرف می‌شود . برای دفع انگل درختان و معالجهٔ بعضی امراض جلدی نیز مصرف می‌شود .

طرزشناختن ـ گوگرد را به رنگ زرد ، نامحلول بودن آن در آب ، قابلیت سوختن ، وتولید بوی مخصوص گاز سولفورو می‌شناسند .

تمرین ومسئله

۱ـ چگونه از گوگرد تجارتی این اقسام مختلف گوگرد را تهیه می‌کنند:
الف ـ گوگرد هشت سطحی ، ب ـ گوگرد منشوری ، ج ـ بی‌شکل ، د ـ کولوید ، ه ـ گل گوگرد .

۲ـ از اقسام مختلف گوگرد کدامیك باثبات‌تر است ؟

۳ـ گوگرد را با اکسیژن درترکیب با عناصر زیر مقایسه کنید :
الف ـ ئیدروژن ، ب ـ آهن ، ج ـ مس .

۴ـ اکسیژن و گوگرد را در موارد زیر مقایسه کنید :
الف ـ خاصیت فیزیکی ، ب ـ خاصیت اکسیداسیون و احیا .

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

۶ ـ ۳/۲ گرم گوگرد ساییده را با گردآهن به‌مقدار لازم مخلوط می‌کنیم و حرارت می‌دهیم . در خاتمه مادهٔ سیاهی به جای می‌ماند . مقدار این ماده را حساب کنید . روی مادهٔ سیاه مقداری اسید کلریدریك می‌ریزیم و گاز حاصل را می‌سوزانیم . 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)

۷ـ ۰/۱۶ 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 چندگرم نیترات پتاسیم عمل انفجارش کامل خواهد بود؟ (ج : اول ۰/۴ گرم و ۰/۲۴ گرم ، دوم ۰/۲۵ گرم)

۸ ـ چند لیتر اکسیژن در دمای $27/3^{\circ}C$ و ۷۵ سانتیمتر جیوه فشار برای سوختن کامل ۳/۲ گرم گوگرد لازم است ؟ درهمین شرایط حجم گاز تولید شده چقدر است و هر لیتر آن چند گرم جرم دارد .

(ج : اول ۲/۶ لیتر ، دوم ۲/۶ لیتر ، سوم۲/۴۶ گرم)

۹ـ ۱۳ گرم برادهٔ روی و ۱۰ گرم گوگرد ساییده را در ظرف سربسته حرارت می‌دهیم ، حساب کنید چند گرم سولفور روی بدست می‌آید و چنانچه نتیجهٔ بدست آمده را در هوا بسوزانیم چه مقدار اکسید روی حاصل می‌شود ؟

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

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

می‌شود و چه مقدار سولفیت سدیم بدست می‌آید ؟

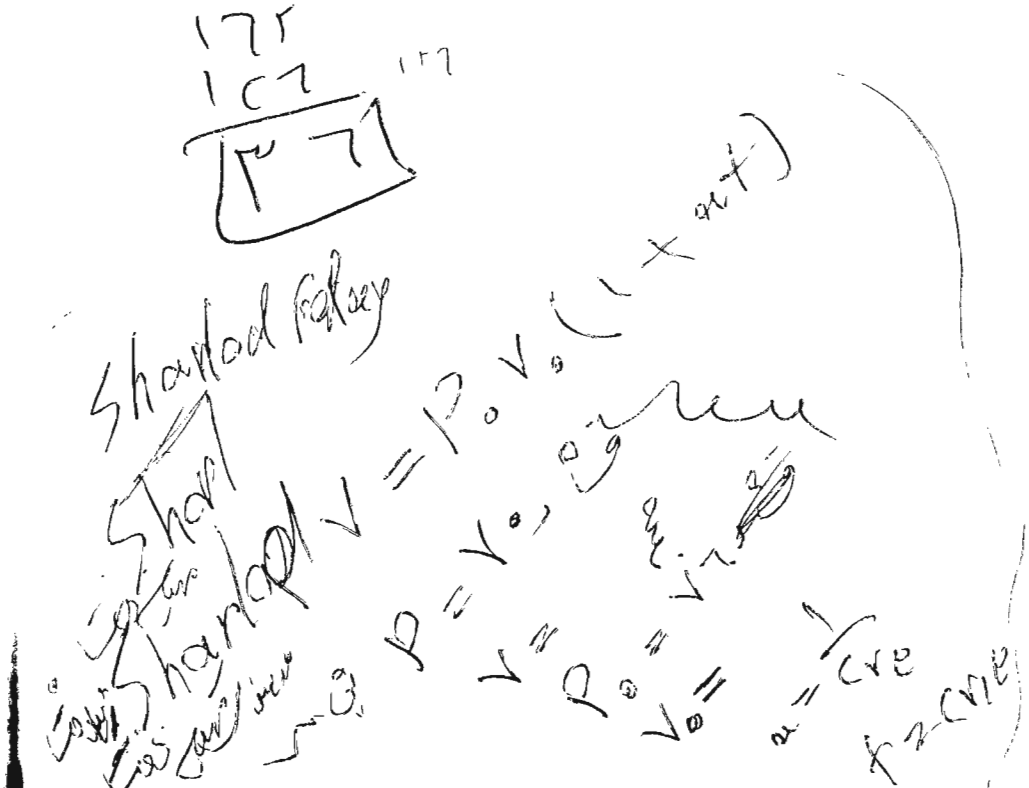
(ج : ۲/۲۴ لیتر ، ۳۷/۸ گرم)

راهنمایی ـ فرمول کلی گازها (قانون ماریوت و گیلوساك) ـ اگر حجم گازی در شرایط متعارفی (فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه و درجهٔ حرارت صفر) معلوم باشد وما بخواهیم که حجم این گاز را در شرایط دیگری محاسبه کنیم از فرمول زیر که نتیجهٔ قوانین ماریوت و گیلوساك است استفاده می‌کنیم

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

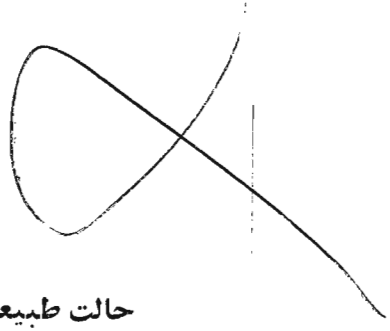
در این فرمول V_0 حجم گاز درشرایط متعارفی ، P_0 فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه ، α ضریب ثابت برابر $\frac{1}{273}$ و t درجهٔ حرارت می‌باشد . P و V نیز بترتیب فشار و حجم گاز در شرایط غیر متعارفی است .

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

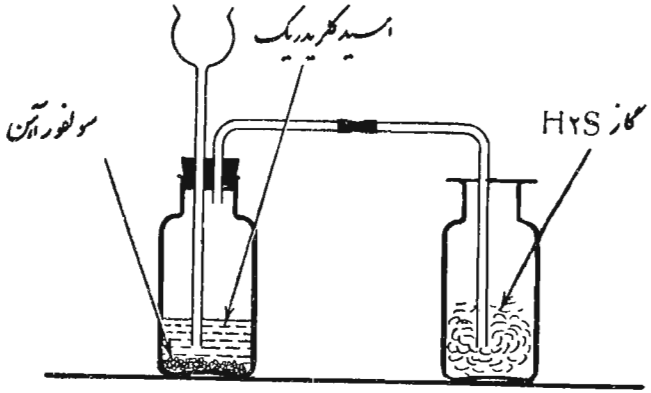


سولفور ئیدروژن

$H_2S = ۳۴$



حالت طبیعی ـ گاز سولفور ئیدروژن در طبیعت از تجزیه و گندیدن مواد آلی گوگرددار مانند تخم مرغ و غیره بدست می‌آید . در چاههای مستراح جمع می‌شود و همین گاز است که کناسان را مسموم



شکل ۸۰ ـ طرز تهیهٔ گاز سولفور ئیدروژن

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

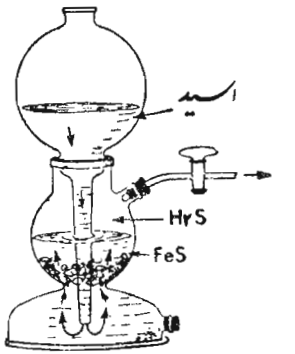
طرز تهیه ـ برای تهیهٔ گاز سولفور ئیدروژن اسید سولفوریك یا اسید کلریدریك را بر سولفور آهن اثر می‌دهند . اسباب کار شبیه دستگاه ئیدروژن‌گیری است (شکل ۸۰) .

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

به نام دستگاه کیپ [۱] استفاده می‌کنند . چنانکه درشکل می‌بینید ، وقتی که شیر بسته باشد فشار گاز اسید را درقیف بالا می‌برد و از مجاورت آن با سولفور جلوگیری می‌کند ، ولی بمحض باز شدن شیر اسید به سولفور می‌رسد و عمل شروع می‌شود (شکل ۸۱) .



شکل ۸۱ ـ دستگاه کیپ

$$FeS+2HCl\rightarrow FeCl_2+H_2S\uparrow$$

خواص فیزیکی ـ سولفور ئیدروژن گازی است بیرنگ با بوی نامطبوع (بوی تخم مرغ گندیده) . این گاز از هوا سنگین‌تر است ($d=\frac{34}{29}$) در $-60/7^{\circ}$ مایع می‌شود . در آب حل می‌شود . در 20° یك حجم آب ۲/۵ حجم گاز سولفور ئیدروژن را درخود حل می‌کند. گازی است سمی و تنفس آن خطرناك است .

خواص شیمیایی ـ سولفور ئیدروژن در اثر حرارت تجزیه می‌شود .

$$H_2S\rightleftarrows S+H_2$$

۱ـ سوختن ـ سولفور ئیدروژن در ۳۴۰ درجه در هوا با شعلهٔ آبی می‌سوزد و گاز سولفورو می‌دهد .

$$H_2S+\frac{3}{2}O_2\rightarrow SO_2+H_2O$$

مخلوط یك حجم H_2S و ۱/۵ حجم اکسیژن (یا ۷/۵ حجم هوا) در اثر شعله منفجر می‌شود (انفجار مستراحها) . درصورتی که اکسیژن

۱ – Kipp

بقدر کافی نباشد احتراق ناقص انجام‌می‌گیرد ومقداری‌گوگرد آزاد می‌شود.

۲ـ خاصیت احیاکنندگی ـ سولفور ئیدروژن مانند ئیدروژن و گوگرد ، خاصیت احیا کنندگی شدید دارد . محلول آن در مجاورت هوا بمرور رسوب گوگرد می‌دهد .

$$H_2S+\frac{1}{2}O_2\rightarrow S+H_2O$$

به همین دلیل در اطراف چشمه‌های آب معدنی گوگرددار رسوب گوگرد دیده می‌شود .

اکسیدکننده‌ها نیز همین عمل را انجام می‌دهند . مثلا پراکسید ئیدروژن و آب کلر و کلرورهای رنگبر مانند کلروردوشو ، سولفور ئیدروژن را اکسید کرده رسوب گوگرد آزاد می‌کنند

$$H_2S+H_2O_2\rightarrow S+2H_2O$$

$$H_2S+Cl_2\rightarrow S+2HCl$$

$$2FeCl_3+H_2S\rightarrow 2FeCl_2+2HCl+S$$

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

خاصیت اسیدی ـ محلول H_2S در آب اسیدی است بسیار ضعیف بطوری که تورنسل را بزحمت سرخ می‌کند . این اسید را اسید-سولفیدریك می‌نامند .

الف ـ اثر بر فلزها ـ با اینکه اسید ضعیفی است بر اغلب فلزها اثر می‌کند (جزطلا و طلای سفید) ، ولی تشکیل سولفور نامحلول عمل را متوقف می‌سازد .

$$H_2S+2Ag\rightarrow Ag_2S\downarrow+H_2\uparrow$$

$$H_2S+Cu\rightarrow CuS\downarrow+H_2\uparrow$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ب ـ اثر بر بازها ـ بربازها اثر کرده دونوع نمك تولید می‌کند.

$$H_2S+NaOH\rightarrow NaHS+H_2O$$
$$H_2S+2NaOH\rightarrow Na_2S+2H_2O$$

ج ـ اثر برنمکها ـ گاز H_2S بر محلول بعضی از نمکها تأثیر کرده رسوب سولفور می‌دهد .

$$H_2S+CuSO_4\rightarrow H_2SO_4+CuS\downarrow$$

از این واکنشها درآزمایشگاه برای تشخیص یونهای بعضی فلزات استفاده می‌کنند .

طرز تشخیص ـ برای تشخیص گاز H_2S در آزمایشگاهها کاغذ آغشته به‌نیترات یا استات سرب را جلو آن می‌گیرند. کاغذ سیاه می‌شود.

$$H_2S+Pb(NO_3)_2\rightarrow PbS\downarrow+2HNO_3$$

بوی بد شبیه به‌تخم مرغ گندیده هم اغلب دلالت بروجود سولفور ئیدروژن می‌کند .

سولفورها

حالت طبیعی ـ اغلب سنگهای معدنی فلزها به صورت سولفور هستند ، مانند سولفور آهن یا پیریت FeS_2 و سولفور سرب PbS.

خواص فیزیکی ـ سولفور فلزهای قلیایی در آب محلولند و محلولشان اثر قلیایی دارد زیرا در آب ئیدرولیز می‌شوند .

$$Na_2S+H_2O\rightleftarrows NaHS+NaOH$$

سولفور فلزهای قلیایی خاکی بسختی در آب حل می‌شوند . بقیهٔ سولفورها درآب نامحلولند . بعضی سولفورها مانند سولفور آلومینیم در آب بکلی ئیدرولیز می‌شوند .

$$Al_2S_3+6H_2O\rightarrow 2Al(OH)_3+3H_2S\uparrow$$

طرز تهیه ـ ۱ ـ از ترکیب گوگرد با بعضی از فلزها به کمك حرارت سولفور بدست می‌آید .

$$S+Fe\rightarrow FeS$$

۲ ـ از عبور دادن گاز H_2S در محلول بعضی نمکها سولفور تولید می‌شود .

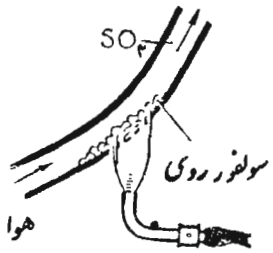
$$2AgNO_3+H_2S\rightarrow Ag_2S\downarrow+2HNO_3$$

۳ ـ از اثرسولفور قلیایی برمحلول بعضی از نمکها سولفور بدست می‌آید .

$$ZnSO_4+Na_2S\rightarrow ZnS\downarrow+Na_2SO_4$$

خواص شیمیایی سولفورها ـ در اثر حرارت با اکسیژن هوا گاز SO_2 واکسید فلز می‌دهند (برشته کردن) (شکل ۸۲) .

$$ZnS+\frac{3}{2}O_2\rightarrow SO_2+ZnO$$



شکل ۸۲

بعضی ازسولفورها در اسیدهای رقیق حل می‌شوند و گاز H_2S متصاعد می‌کنند،مانند سولفورهای روی ، آهن ، منگنز و فلزات قلیایی و قلیایی خاکی .

$$H_2SO_4+ZnS\rightarrow ZnSO_4+H_2S\uparrow$$

تمرین و مسئله

۱ ـ چگونه از آهن وگوگرد و جوهر نمك گاز H_2S تهیه کنیم ؟

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

۲ ــ چرا گاز H_2S را مثل ئیدروژن و اکسیژن در ظرفی روی آب جمع نمی‌کنیم ؟ وچرا محلول آن را بکار می‌بریم ؟

۳ ــ چرا مخلوط H_2S با اکسیژن یا هوا قابل انفجار است ؟ ومخلوطهای چه مواد دیگری با اکسیژن یا هوا این خاصیت را دارند ؟

۴ ــ چرا بوی محلول H_2S در آب بعد از یکی دو روز تمام می‌شود ؟

۵ ــ سولفور طبیعی آهــن FeS_2 زرد رنگ و شبیه طلاست . چگونه ثابت می‌کنیم که طلا نیست ؟

۶ ــ چرا H_2S تنها در آزمایشگاهها تهیه می‌شود و به چه‌کار می‌خورد؟

۷ ــ چگونه ثابت می‌کنید که اسید سولفیدریك اسید ضعیفی است ؟ وچرا محلولهای $NaHS$ و Na_2S خاصیت بازی دارند ؟

۸ ــ خواص فیزیکی H_2S را با خواص فیزیکی HCl مقایسه کنید .

۹ ــ خواص شیمیایی اسید سولفیدریك و اسید کلریدریك را مقایسه کنید.

۱۰ ــ اثر سولفور ئیدروژن 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 ــ سه طریقه برای تهیهٔ سولفور مس ذکرکنید .

۱۲ ــ چگونه سولفور ئیدروژن را می‌شناسید ؟

۱۳ ــ ۸/۸ گرم سولفور آهن را در ظرفی می‌ریزیم و بر آن ۲۰۰cc محلول دسینرمال ($\frac{۱}{۲۰}$ مولکول گرم در لیتر) اسیدسولفوریك می‌افزاییم . حجم گاز تولید شده و مقدار موادی را که در نتیجهٔ عمل بر جا می‌ماند حساب کنید. این گاز را در سولفات مس وارد می‌کنیم ، جرم رسوب را حساب کنید .

(ج : اول $۲۲۴cm^3$ گاز تولید می‌شود و ۷/۹۲ گرم‌سولفورمی‌ماند، ۱/۵۲ گرم سولفات آهن تولید می‌شود، دوم جرم رسوب ۰/۹۶ گرم می‌باشد)

۱۴ ــ ۱۰۰cc آب کلر را بر یك‌لیتر آب معدنی محتوی H_2Sمی‌ریزیم . جرم رسوب چسب مانند بدست آمده ۰/۳۲ 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 ۲/۲۴ لیتر کلر در یك لیتر آب کلر محلول است و۰/۲۲۴ لیتر H_2S در یك لیتر آب معدنی وجود دارد ، دوم اسید حاصل ۲۰cc سود را خنثی می‌کند)

۱۵ ــ محلولی از سولفات مس و سولفات فرو وجود دارد . از ۱۰۰cc این محلول گاز H_2S عبور می‌دهیم ، ۰/۹۶ گرم رسوب سیاه تولید می‌شود . چون ۱۰۰cc دیگر محلول اولیه را تبخیر کنیم ۵/۲۸ گرم مادهٔ 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 ۱۵/۲گرم در لیتر)

۱۶ ــ محلولی دارای کلرورفریك است . در آن گاز H_2S وارد می‌کنیم . ۰/۳۲ گرم رسوب چسب مانند بدست می‌آید . جرم کلرور فریك را حساب کنید .

(ج : ۳/۲۵ گرم کلرورفریك)

۱۷ ــ $۱۰۰cm^3$ گاز H_2S و $۴۰۰ cm^3$ اکسیژن در شرایط متساوی (درجه حرارت ۱۵ و فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه) در ظرف بسته‌ای به گنجایش $۵۰۰cm^3$ مخلوط شده است . پس از برقراری جرقه و سردشدن و صرف‌نظر کردن از حجم آب درون ظرف ، فشار درون ظرف را حساب کنید . و اگرعمل در روی طشتك جیوه انجام شده باشد در آخر عمل جیوه چند سانتیمتر بالا می‌رود ؟

(ج : اول فشار ۵۳/۲cm جیوه است ، دوم جیوه ۲۲/۸ cm بالا می‌رود)

۱۸ ــ از تأثیر ۱۲ گرم مخلوط آهن و سولفور آهن بر جوهرنمك زیاد ۲/۲۴ لیتر گاز H_2S بدست آمده است . معین کنید مقدار آهن ، سولفورآهن و حجم ئیدروژن حاصل را .

(ج : ۸/۸ گرم‌سولفور آهن ، ۳/۲ گرم آهن ، ۱/۲۸ لیترئیدروژن)

۱۹ ــ ۱۰۰ سانتیمتر مکعب مخلوط‌گاز ئیدروژن و سولفورئیدروژن را

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

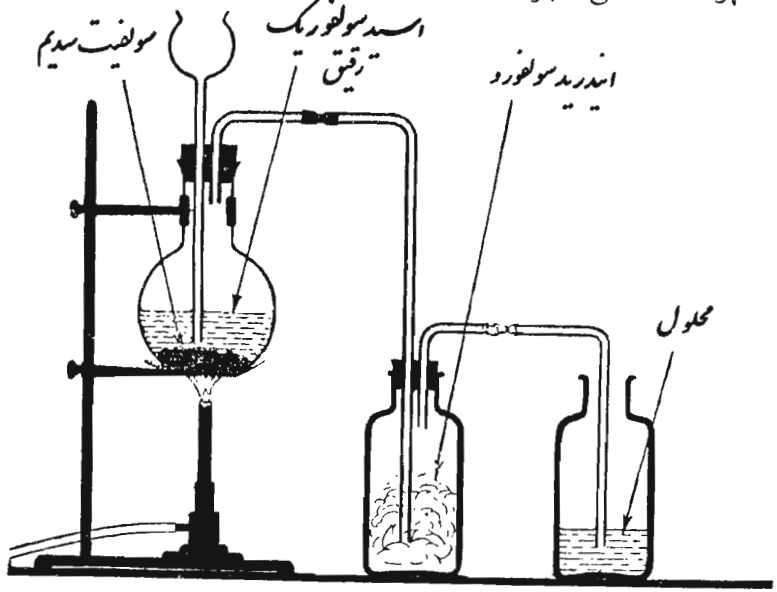
در محلول ۴۰ گرم در لیتر سود وارد کرده وخوب هم می‌زنیم ، ۲۵ سانتیمتر مکعب گاز باقی می‌ماند . معین کنید اگر ۱۰۰ سانتیمتر مکعب دیگر از این گاز را بسوزانیم چه حجم اکسیژن مصرف می‌شود وپس از سرد کردن چه‌حجم گاز باقی می‌ماند و درقسمت اول چقدر محلول نرمال سود مصرف شده است ؟

(ج : ۱۲۵ سانتیمتر مکعب اکسیژن ، حجم گاز باقیمانده ۷۵ سانتیمتر مکعب ، ۶/۷ سانتیمتر مکعب سود)

۴ - ترکیبات اکسیژن‌دار گوگرد

۱ - انیدرید سولفورو ($SO_2=۶۴$)

حالت طبیعی - انیدرید سولفورو درگازهای آتشفشانی ودرهوای شهرهای صنعتی وجود دارد .



شکل ۸۳ - طرز تهیهٔ انیدرید سولفورو

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

$$Na_2SO_3+H_2SO_4\rightarrow Na_2SO_4+SO_2\uparrow+H_2O$$

۲- می‌توان این گازرا از اثر اسید سولفوریك غلیظ بر مس به کمك حرارت بدست آورد .

$$2H_2SO_4+Cu\rightarrow CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$$

درصنعت - در صنعت این گاز را از برشته‌کردن پیریت (سولفور طبیعی آهن) :

$$2FeS_2+\frac{11}{2}O_2\rightarrow 4SO_2\uparrow+Fe_2O_3$$

یا از سوزاندن گوگرد :

$$S+O_2\rightarrow SO_2$$

تهیه می‌کنند .

خواص‌فیزیکی - انیدرید سولفورو گازی است بیرنگ، بابوی تند که تنفس آن سبب سرفه‌های شدید می‌شود . ۲/۲۶ مرتبه از هوا سنگین‌تر است ($d=\frac{۶۴}{۲۹}=۲/۲۶$) . در ۱۵ درجهٔ حرارت ، هرلیتر آب ۵۰ لیتر از این‌گاز را در خود حل می‌کند . در حرارت ۱۵° تحت فشار ۲/۵ جو مایع می‌گردد .

خواص شیمیایی -۱- ثبات - ماده‌ای است باثبات و فقط در درجهٔ حرارت زیاد تجزیه می‌شود .

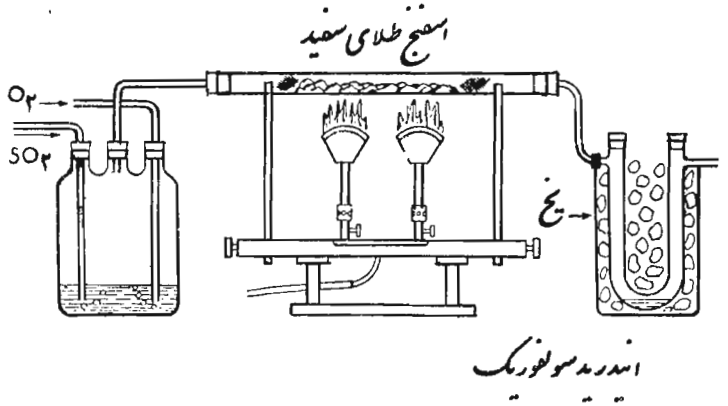
۲ - خاصیت انیدریدی - محلول انیدرید سولفورو دارای اسیدی ضعیف به اسم اسید سولفورو H_2SO_3 است . این اسید به حالت خالص تاکنون بدست نیامده زیرا بی‌ثبات است .

$$SO_2+H_2O\rightleftarrows H_2SO_3$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ولی نمکهای آن به نام سولفیت وجود دارند و پایدار می‌باشند . مثلاً سولفیت سدیم Na_2SO_3 و بیسولفیت سدیم $NaHSO_3$ مشهورند و مصارف صنعتی وآزمایشگاهی زیادی دارند .



شکل ۸۴

۳ ـ خاصیت احیاکنندگی ـ الف ـ ترکیب با اکسیژن ـ انیدرید سولفورو (به کمك کاتالیزور طلای سفید) با اکسیژن ترکیب می‌شود .

$$SO_2+\frac{1}{2}O_2\rightarrow SO_3$$

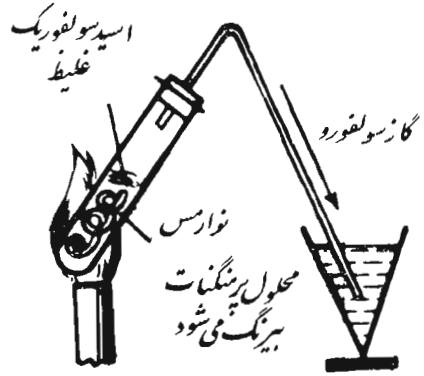
ب ـ اثر آب کلر ـ محلول SO_2 و آب کلر بر یکدیگر اثر می‌کنند و اسید سولفوریك و اسید کلریدریك می‌دهند .

$$SO_2+Cl_2+2H_2O\rightarrow H_2SO_4+2HCl$$

ج ـ اثر بر پرمنگنات پتاسیم ـ انیدرید سولفورو محلول پرمنگنات پتاسیم یا کاغذ آغشته به محلول آن را بیرنگ می‌کند . در این عمل پرمنگنات احیا و انیدرید سولفورو اکسید می‌شود (شکل ۸۵).

$$5SO_2+2KMnO_4+2H_2O\rightarrow 2MnSO_4+K_2SO_4+2H_2SO_4$$

د ـ خاصیت رنگبری ـ رنگ مواد آلی اکسیژن‌دار به‌وسیلهٔ SO_2 زایل می‌گردد. مثلاً اگر گل سرخی را روی ظرف گاز SO_2 قرار دهیم کم‌رنگ می‌شود ولی همین گل سرخ کم رنگ شده در مجاورت‌هوا مجدداً قسمتی از رنگ‌خودرا بدست‌می‌آورد.



شکل ۸۵

ازاین خاصیت در لباس‌شویی برای زایل کردن رنگ لکهٔ میوه‌ها وسفید کردن موادی مانند پشم و ابریشم وکاه که کلر آنها را فاسد می‌کند، استفاده می‌کنند . هنگام خشك کردن میوه‌هایی مانند قیسی و برگهٔ زردالو ، از خاصیت گندزدایی انیدرید سولفورو استفاده می‌کنند . این گاز از فساد بعدی آنها جلوگیری می‌کند و ضمناً میوه خوش‌رنگ هم می‌شود .

۴ ـ انیدرید سولفورو با اینکه احیا کننده است به وسیلهٔ بعضی از مواد احیا می‌شود . مثلا اگر مخلوط ئیدروژن و انیدرید سولفورو را از لولهٔ چینی در ۵۰۰ درجهٔ حرارت عبور دهیم ، گوگرد آزاد می‌شود.

$$SO_2+2H_2\rightarrow S+2H_2O$$

هرگاه محلول انیدرید سولفورو و محلول اسید سولفیدریك را روی هم بریزیم گوگرد چسب مانند آزاد می‌شود .

$$2H_2S+SO_2\rightarrow 2H_2O+3S\downarrow$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

موارد استعمال ـ در تهیهٔ اسید سولفوریك وسولفیتها و بیرنگ کردن مواد بکار می‌رود .

طرزشناختن ـ انیدرید سولفورو و محلول آن را به کمك بوی مخصوص وخاصیت بیرنگ کردن محلول پرمنگنات پتاسیم می‌شناسیم .

۲ ـ سولفیتها

سولفیتها ، نمکهای اسیدسولفورو هستند . اغلب درآب محلولند ولی $PbSO_3$ سولفیت سرب ، $BaSO_3$ سولفیت باریم و Ag_2SO_3 سولفیت نقره درآب نامحلول بوده و رسوب سفید رنگی هستند و $CaSO_3$ در آب کم محلول است ولی همگی با اسیدها گاز سولفورو می‌دهند ، و با همین خاصیت شناخته می‌شوند. سولفیتها خاصیت احیاکنندگی انیدرید سولفورو را دارا هستند ، از این رو در رنگرزی برای سفید کردن پارچه‌ها بکار برده می‌شوند .

هیپوسولفیت سدیم[1]

$Na_2S_2O_3$

برای تهیهٔ هیپوسولفیت سدیم، سولفیت سدیم را در آب حل می‌کنند ومحلول غلیظ آن را با گوگرد می‌جوشانند. هرمولکول گرم هیپوسولفیت سدیم با ۵ مولکول گرم آب متبلور می‌شود ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) . با

۱ ـ امروزه این ماده بیشتر تیوسولفات سدیم نامیده می‌شود .

اسیدها ، گوگرد وگاز سولفورو آزاد می‌کند

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow S\downarrow + SO_2\uparrow + H_2O + 2NaCl$$

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

تمرین و مسئله

۱ ـ بوی گاز گوگردی که از سوختن زغال سنگ و نفت سیاه به مشام می‌رسد وجود کمی گوگرد را دراین مواد ثابت می‌کند . به چه راه دیگر می‌توانید این مطلب را ثابت کنید ؟

۲ ـ در واکنش اسید سولفوریك گرم وغلیظ با مس ، چه عنصری اکسید و چه عنصری احیا می‌شود ؟

۳ ـ گاز سولفورو ، چند بار از اکسیژن ، چند بار از ئیدروژن و چند بار از هوا سنگین‌تر است ؟ (هرلیتر هوا ۱/۳ گرم‌وزن دارد) .

۴ ـ وقتی که کم‌کم محلول سود را در محلول گاز سولفورو می‌ریزیم نخست سولفیت بدست می‌آید یا بیسولفیت ؟ وبرعکس اگر کم‌کم محلول گاز سولفورو را در محلول سود بریزیم اول کدام نمك تشکیل می‌شود ؟

۵ ـ صدگرم سولفیت بیشتر SO_2 می‌دهد یا صد گرم بیسولفیت ؟

۶ ـ گاز سولفورو و سولفیتها را چگونه می‌شناسید ؟

۷ ـ چگونه کلرور ئیدروژن را از گاز سولفورو تمیز می‌دهید ؟

۸ ـ سولفیت اسید کلسیم به مقدار زیاد درصنعت کاغذ سازی بکار می‌رود. برای تهیهٔ آن گاز سولفورو را وارد پرجهای پر از سنگ آهك می‌کنند واز بالا آب گرم می‌پاشند . فرمول واکنش تشکیل این نمك را بنویسید .

۹ ـ برای تهیهٔ ۲/۲۴ لیتر گاز SO_2 در شرایط متعارفی به روشهای

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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

(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 اسیدسولفوریك)

۱۰ ــ بر مقداری سولفیت سدیم محلول اسید کلریدریك می‌افزاییم . حجم گاز تولید شده ۲/۲۴ لیتر می‌شود . جرم سولفیت مصرف شده چقدر است ؟ این مقدار سولفیت با کلرور باریم چندگرم رسوب می‌دهد ؟

(ج : اول ۱۲/۶ گرم ، دوم ۲۱/۷ گرم رسوب)

۱۱ ــ ۱/۲ گرم پیریت را برشته کرده‌ایم . حجم هوای لازم را درشرایط متعارفی حساب کنید . گاز حاصل از برشته شدن پیریت را در آب کلر وارد می‌کنیم، اسیدهای حاصل با چند cc سود نرمال خنثی می‌شوند ؟

(ج : اول ۳/۰۸ لیتر ، دوم ۸۰ cc سود)

۱۲ ــ ۰/۶۴ گرم مس را با اسید سولفوریك گرم می‌کنیم . حجم گاز تولید شده را حساب کنید . این گاز را وارد محلول پراکسید ئیدروژن می‌کنیم و بر محلول حاصل کلرور باریم اضافه می‌کنیم ، چند گرم رسوب تولید می‌شود؟

(ج : اول ۰/۲۲۴ لیتر ، دوم ۲/۳۳ گرم)

۱۳ــ از ۱۰۰cc محلول دسینرمال پرمنگنات‌پتاسیم (دارای $\frac{۱}{۵۰}$ مولکول گرم در یك لیتر) گاز $SO_۲$ عبور داده‌ایم وکاملا بیرنگ شده است . حجم گاز بکار رفته را تعیین کنید . نتیجهٔ عمل با چند cc پتاس دسینرمال خنثی می‌شود؟

(ج : اول $۱۱۲cm^۳$ ، دوم ۴۰cc محلول پتاس)

۱۴ ــ ۲۰۰ گرم پیریت آهن را که ۶۰ درصد آن خالص‌است ، برشته می‌کنیم و گازهای حاصل را در محلول پتاس وارد می‌کنیم . حساب کنید حجم محلول پتاس ۱۱۲ گرم در لیتر را که برای تبدیل این گاز به بیسولفیت پتاسیم لازم است .

(ج : یك لیتر)

۳ ـ انیدریدسولفوریك

$SO_۳ = ۸۰$

انیدرید سولفوریك مایعی است بیرنگ که نقطهٔ جوش آن ۴۴/۸ است و در ۱۶/۸ درجه منجمد می‌شود وبه‌صورت بلورهای شفاف درمی‌آید ، در مقابل کمی رطوبت به‌صورت رشته‌های پشمك در می‌آید، از آب سنگین‌تر و وزن مخصوص آن ۱/۹۲ است . بر اثر حرارت مایع می‌شود . چون بسیار نم‌گیر است و بخارات آن در هوا به اسید تبدیل می‌شود ، آن را در شیشه‌های مخصوص نگاهداری می‌کنند .

۴ ـ اسیدسولفوریك یا جوهر گوگرد

$H_۲SO_۴ = ۹۸$

این اسیدکه منشأ تولید اغلب اسیدها وبعضی نمکهاست، فوق‌العاده اهمیت دارد ، به‌همین جهت به **مادرصنعت** موسوم شده است . اولین بار **جابربن‌حیّان** آن را از تکلیس زاج سبز و حل گازهای حاصل در آب بدست آورد

$$۲FeSO_۴ \rightarrow SO_۲ + SO_۳ + Fe_۲O_۳$$

طرز تهیه ـ طریقهٔ مجاورتـ گاز انیدریدسولفورو را با اکسیژن

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

از روی اسفنج طلای سفید یا V_2O_5 پنتااکسید وانادیم که ۴۵۰ درجه گرم شده است عبور می‌دهند .

$$SO_2+\frac{1}{2}O_2\rightarrow SO_3$$

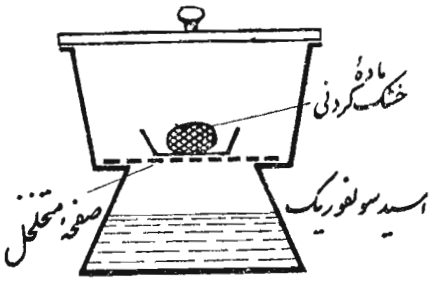
انیدریدسولفوریك حاصل را در اسید سولفوریك وارد می‌کنند ، اولئوم یا اسید سولفوریك دود کننده ($H_2SO_4.SO_3$) بدست می‌آید که با آب اسید سولفوریك می‌دهد .

$$H_2SO_4.SO_3+H_2O\rightarrow 2H_2SO_4$$

معمولاً درصنعت طریقهٔ دیگری نیز معمول است . دراین طریقه کاتالیزور ، اسیدنیتریك است. عمل در اتاقهای مخصوصی که داخل آنها از سرب پوشیده شده انجام می‌گیرد و بهمین مناسبت این طریقه را طریقهٔ اتاقهای سربی می‌نامند. دراین عمل، اسیدنیتریك دخالت شیمیایی می‌کند و به‌اکسید نیتروژن تبدیل می‌شود و اکسیدهای نیتروژن کاتالیزور عمل می‌باشند . اسید حاصل از این طریقه ، رقیق و ناخالص است و برای تهیهٔ کودهای شیمیایی و غیره مصرف می‌شوند .

خواص فیزیکی ـ اسید سولفوریك خالص مایعی است بیرنگ، بی‌بو ، روغنی‌شکل ، به چگالی ۱/۸۴ . در ۳۳۸ درجه می‌جوشد و به همین دلیل که دیرجوش است و همچنین به‌علت ارزانی قیمت آن برای تهیهٔ تمام اسیدهای قوّی بکار می‌رود . به‌هر نسبتی با آب مخلوط می‌شود و وقتی با آب مخلوط می‌شود حرارت ایجاد می‌کند . برای تهیهٔ

اسید سولفوریك رقیق ، هرگز نباید آب را در اسید ریخت ، بلکه باید اسید را کم‌کم به‌آب اضافه کرد و مرتباً هم زد . اگر اشتباهاً آب دراسید غلیظ بریزید، در اثر گرم شدن مقداری بخار آب حاصل می‌شود که اسید را به‌خارج می‌پاشد و ممکن است شیشه را نیز بشکند / قطرات اسید بدن را زخم و لباس را سوراخ می‌کند . اسید سولفوریك نم‌گیر(جاذب‌الرطوبه) است . از این خاصیت برای خشك کردن مواد در آزمایشگاه استفاده می‌شود . اسباب کار دسیکاتور نام دارد (شکل ۸۶) . اسید در زیر و مادهٔ خشك کردنی در روی صفحهٔ وسطی قرار می‌گیرد . برای خشك کردن گازها، آنها را از ظرفهای محتوی سنگ‌پا یا گلوله‌های شیشه‌ای آغشته به اسید سولفوریك عبور می‌دهند .



شکل ۸۶ ـ دسیکاتور

خواص شیمیایی ـ

۱ـ ثبات ـ اگر بخار اسید سولفوریك را از لوله‌ای چینی که تا ۵۰۰ درجهٔ حرارت گرم شده باشد عبور دهند مطابق واکنش زیر تجزیه می‌شود :

$$2H_2SO_4\longrightarrow 2SO_2+O_2+2H_2O$$

۲ ـ خاصیت اسیدی ـ محلول جوهر گوگرد اسیدی قوی است یعنی :

الف ـ برمعرفهای رنگین اثر شدید دارد وچون یونیزه می‌شود،

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

جریان برق را عبور می‌دهد .

ب ـ بر ئیدروکسیدها واکسیدهای فلزی اثر می‌کند و نمك می‌دهد.

$$H_2SO_4+ZnO\rightarrow ZnSO_4+H_2O$$
$$H_2SO_4+2NaOH\rightarrow Na_2SO_4+2H_2O$$

ج ـ اسید سولفوریك رقیق مانند اسیدکلریدریك بربعضی فلزات اثر می‌کند و ئیدروژن می‌دهد .

$$H_2SO_4+Zn\rightarrow ZnSO_4+H_2\uparrow$$

د ـ بر نمکهای اسیدهای دیگر اثر می‌کند و اسیدهای آنها را آزاد می‌کند .

$$H_2SO_4+Na_2CO_3\rightarrow Na_2SO_4+CO_2\uparrow+H_2O$$
$$H_2SO_4+Na_2SO_3\rightarrow Na_2SO_4+SO_2\uparrow+H_2O$$
$$H_2SO_4+NaCl\xrightarrow{\text{حرارت}}NaHSO_4+HCl\uparrow$$

۳ـ خاصیت اکسیدکنندگی ـ چون اسید سولفوریك گرم و غلیظ در اثر حرارت تجزیه می‌شود و اکسیژن می‌دهد ، ماده‌ای است اکسید کننده و البته این عمل درمجاورت احیا کننده‌هایی ازقبیل کربن و گوگرد ، زودتر انجام می‌گیرد (شکل ۸۷) .

$$2H_2SO_4+C\rightarrow 2SO_2\uparrow+CO_2\uparrow+2H_2O$$
$$2H_2SO_4+S\rightarrow 3SO_2\uparrow+2H_2O$$

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

و به SO_2 تبدیل می‌کنند .

$$2H_2SO_4+Cu\rightarrow CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$$

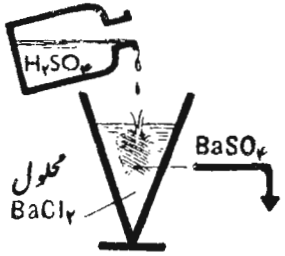
موارد استعمال ـ اسیدسولفوریك مورد استعمال شیمیایی فراوان دارد وبرای تهیهٔ سولفاتها و اسیدها و سوپر فسفاتها وتهیهٔ مواد انفجاری مثل نیتروگلیسرین و همچنین برای تهیهٔ رنگها و پالایش نفت مصرف می‌شود . مقدار مصرف آن دریك کشور، معرف درجهٔ اهمیت صنایع شیمیایی آن کشور است .

شکل ۸۷

۵ ـ سولفاتها

سولفاتها نمکهای اسید سولفوریك هستند . سولفاتهای باریم وسرب نامحلولند وسولفاتهای کلسیم و نقره کم‌محلولند وبقیه معمولا در آب حل می‌شوند .

طرزشناختن اسیدسولفوریك وسولفاتها ـ اسید سولفوریك و سولفاتهای محلول ، با کلروربا‌ریم رسوب سفیدی می‌دهند که در اسیدهاغیرمحلول‌است(شکل۸۸).



شکل ۸۸

$$Na_2SO_4+BaCl_2\rightarrow BaSO_4\downarrow+2NaCl$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

برای شناختن اسید سولفوریك قبلا باید خاصیت اسیدی آن را نیز به وسیلهٔ معرفها آزمایش کنیم .

تمرین و مسئله

۱ ــ چرا اسید سولفوریك را برای تهیهٔ اسیدهای دیگر بکار می‌برند ؟

۲ ــ کدامیك از گازهای زیر را می‌توان با عبور آنها از اسید سولفوریك غلیظ خشك کرد : گاز سولفورو ، سولفور ئیدروژن ، متان ، گاز کربنیك ، امونیاك ، کلرور ئیدروژن ، کلر .

۳ ــ چگونه شیشهٔ اسید سولفوریك غلیظ را از رقیق تمیز می‌دهند ؟

۴ ــ حجم یك کیلوگرم اسید کلریدریك تجارتی (۳۵ درصد) به‌چگالی ۱/۱۹ چند برابر حجم یك کیلو گرم اسید سولفوریك (۹۶ درصد) به‌چگالی ۱/۸۴ است ؟

۵ ــ چرا اسید سولفوریك غلیظ را می‌توان درمخزن نهای فولادی نگاهداری کرد ، درصورتی که برای نگاهداری اسید سولفوریك رقیق مخزن را از داخل با مادهٔ مقاوم دربرابر اسید ، می‌پوشانند .

۶ ــ چگونه مواد زیر را از هم تمیز می‌دهید :

الف ــ اسید کلریدریك رقیق را از اسید سولفوریك رقیق .

ب ــ » » » » از محلول کلرور سدیم .

ج ــ بیسولفات سدیم را از سولفات سدیم .

د ــ کلرور سدیم را از بیسولفات سدیم .

۷ ــ جرم مخصوص اسید سولفوریك خالص $1/84\ g/cm^3$ است . تعیین کنید یك لیتر اسید سولفوریك چقدر جرم دارد و برای تهیهٔ یك لیتر آن

به طریقهٔ مجاورت ، چند لیتر SO_2 و چندلیتر اکسیژن لازم است ؟

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

۸ ــ محلولی از اسید سولفوریك موجود است . ۱۰cc آن با ۲cc محلول دسینرمال سود خنثی می‌شود . غلظت اسید را تعیین کنید . ۲۰cc از این اسید را با ۳۰cc آب مخلوط می‌کنیم ؛ ۱۰cc اسید جدید با چند cc ازهمان سود خنثی خواهد شد ؟

(ج : اول ۰/۹۸ گرم در لیتر ، دوم ۰/۸cc)

۹ ــ بر ۱۰cc محلول اسید سولفوریك ، 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 به‌چه نسبت باید با آب مخلوط کرد ؟

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

۱۰ ــ محلولی دارای اسید سولفوریك و سولفات سدیم است . ۱۰cc محلول با ۲cc سود دسینرمال خنثی می‌شود و ۱۰cc 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 ــ ۰/۵۶ گرم برادهٔ آهن را در اسید سولفوریك رقیق می‌ریزیم ؛ حجم گاز تولید شده را حساب کنید . از تبخیر محلول حاصل ۲/۷۸ گرم مادهٔ بلورین بدست آمده است . عدهٔ مولکولهای آب تبلور یك مولکول سولفات آهن را حساب کنید .

(ج : اول ۰/۲۲۴ لیتر ، دوم ۷ مولکول)

۱۲ ــ مخلوطی از سولفات و سولفیت سدیم ۴ گرم وزن دارد و چون آن را با اسید کلریدریك عمل کنیم ، ۰/۲۲۴ لیتر گاز می‌دهد . اولا حساب کنید وزن هریك از دونمك نامبرده را . ثانیاً نیترات باریم زیاد به مخلوط اضافه

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

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 ـ ۲۰۰cc محلول مخلوط اسید سولفوریك و اسید کلریدریك بر اثر ۱۴۰cc سود دسینرمال خنثی می‌شود و با نیترات نقره ۰/۲۸۷ گرم رسوب کلرور نقره می‌دهد . حساب کنید غلظت هریك از دو اسید را در محلول .

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

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل یازدهم

گروه پنجم

غیرفلزهای این گروه شامل: نیتروژن (گاز) ، فسفر (مومی‌شکل)، ارسنیك (جامد دارای جلای فلزی) ، انتیموان (جامد دارای جلای فلزی وشکننده) است .

این گروه ازلحاظ خواص فیزیکی وشیمیایی، شباهت زیادی با هم ندارند . معمولا با ظرفیتهای ۳ و ۵ ، انیدرید تشکیل می‌دهند. ترکیبات ئیدروژن‌دار این گروه خاصیت اسیدی ندارند وحتی NH_3 ، باآب تشکیل باز می‌دهد .

نیتروژن یا ازت

$^{14}_{7}N(۲-۵)$

فرمول مولکولی نیتروژن N_2 وفرمول ساختمانی آن $N\equiv N$ است .

حالت طبیعی ـ این گاز $\frac{۴}{۵}$ حجم هوا را تشکیل می‌دهد و به صورت ترکیب در اقسام شوره (نیتراتهای سدیم و پتاسیم و کلسیم) ،

iranchembook.ir/edu

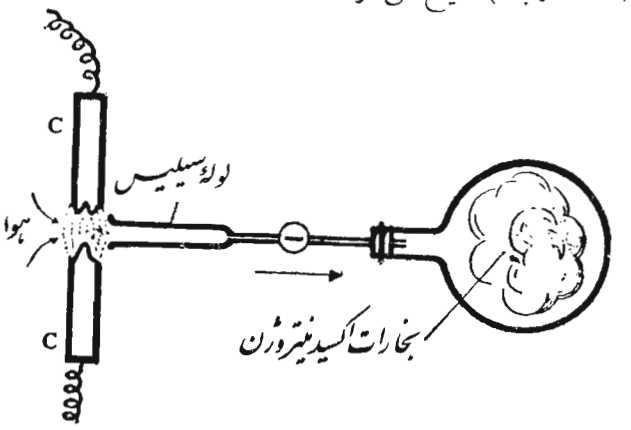
khosro۱۹۵۲

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

طرز تهیه ـ در صنعت نیتروژن را از تقطیر هوای مایع بدست می‌آورند ، یعنی هوای مایع را می‌گذارند تا بتدریج بخار شود ، گاز نیتروژن که قرارتر از اکسیژن است جدا می‌شود . در آزمایشگاه نیتروژن خالص را از حرارت دادن مخلوط نیتریت سدیم و کلرور امونیم بدست می‌آورند . در این عمل ابتدا نیتریت امونیم تشکیل می‌شود و سپس این نیتریت تجزیه شده ، نیتروژن متصاعد می‌گردد .

$$NaNO_2 + NH_4Cl \rightarrow NaCl + \underbrace{NH_4NO_2\downarrow}_{N_2 + 2H_2O}$$

خواص فیزیکی ـ گازی است بیرنگ ، بی‌بو ، بی‌طعم . چگالی آن نسبت به هوا $\frac{۲۸}{۲۹}$ است . در آب بسیار کم حل می‌شود . بسختی (در ۱۹۵ — درجه) مایع می‌شود .



شکل ۸۹ ـ ترکیب نیتروژن با اکسیژن

خواص شیمیایی ـ نیتروژن در درجهٔ حرارت معمولی میل ترکیبی ندارد ، ولی در درجات حرارت زیاد با بعضی عناصر به شرح زیر ترکیب می‌شود :

۱ ـ **ترکیب با اکسیژن ـ** در ۲۵۰۰ درجهٔ حرارت یا در اثر جرقهٔ الکتریك با اکسیژن ترکیب می‌شود و اکسید نیتروژن می‌دهد (شکل ۸۹) . این واکنش برگشتنی است و مقدار زیادی حرارت جذب می‌کند .

$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO - ۴۳/۲kcal$$

سپس این گاز در درجهٔ حرارت کمتر با اکسیژن ترکیب می‌شود و بی‌اکسید نیتروژن به‌رنگ خرمایی بدست می‌آید .

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

این گاز سمی است و بوی مخصوصی دارد .

۲ـ **ترکیب بائیدروژن ـ** در ۵۰۰ درجهٔ حرارت و در مجاورت کاتالیزور آهن ، نیتروژن با ئیدروژن تحت فشار زیاد ترکیب شده گاز امونیاك می‌دهد . این واکنش نیز برگشتنی است .

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

۳ـ **اثر برفلزها ـ** فلزهای تند اثر با حرارت با نیتروژن ترکیب شده نیترور می‌دهند . مثلاً وقتی که منیزیم را در هوا می‌سوزانیم ، کمی نیترور منیزیم (Mg_3N_2) نیز تشکیل می‌شود .

دورهٔ نیتروژن در طبیعت ـ تخلیهٔ الکتریکی در جوّ موجب

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ترکیب مقداری نیتروژن با اکسیژن می‌شود که به وسیلهٔ باران به زمین می‌رسد و با قلیاییها تبدیل به نیتراتها می‌شود. همچنین برخی از باکتریها، مخصوصاً باکتریهایی که در غده‌های ریشهٔ گیاهانی مانند یونجه و شبدر موجوداست نیتروژن هوا را جذب می‌کنند و آن را به صورت مواد پروتئینی که قسمت عمدهٔ ساختمان پروتوپلاسم را تشکیل می‌دهد در می‌آورند. از اجساد این باکتریها بر اثر نیتریفیکاسیون نیترات تولید می‌شود. نیتراتهای موجود در خاك به‌وسیلهٔ گیاه جذب شده و بافت گیاه را بوجود می‌آورند. حیوان گیاه را می‌خورد و در نتیجه مواد نیتروژن‌دار در ساختمان بافتهای حیوان وارد می‌شود و پس از یك سلسله واکنشها در بدن بالاخره به صورت اوره دفع می‌شود، یا آنکه حیوان می‌میرد و از متلاشی شدن بدن او ترکیبات نیتروژن‌دار خاك و یا نیتروژن آزاد حاصل می‌شود. ترکیبات نیتروژن‌دار در خاك باقی می‌ماند و نیتروژن آزاد به هوا باز می‌گردد.

به این طریق نیتروژن یك دور کامل در طبیعت می‌پیماید (سیر نیتروژن در طبیعت).

موارد استعمال ـ نیتروژن برای تهیهٔ امونیاك واسید نیتریك و کودهای شیمیایی بکار می‌رود.

هوا

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

و اکسیژن و یك درصد باقیمانده، گازهای دیگر است.

خواص هوا ـ هوا گازی است بیرنگ و بی‌بو و بی‌طعم. یك لیتر آن در شرایط متعارفی ۱/۲۹۳ گرم وزن دارد.

هوا به مقدار کم در آب حل می‌شود ولی اکسیژن آن بیشتر از نیتروژن حل می‌گردد.

هوای مایع ـ هوا را مانند گازهای دیگر می‌توان به‌مایع تبدیل کرد. هوا در -۱۴۰° و فشار ۴۰ اتمسفر مایع می‌شود؛ نقطهٔ جوش آن درحدود -۱۹۰° است. هوای مایع بیرنگ است و آن را در ظرف شیشه‌ای دو جداره نگهداری می‌کنند. سطوح داخلی این ظرف نقره‌اندود است که حرارت را منعکس می‌سازد و بین دوجدار آن خلأ است.

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

۱ـ **بخار آب** که در تعدیل درجهٔ حرارت هوا مؤثر است.

۲ـ **گاز کربنیك** که مقدارش همیشه ثابت و $\frac{۳}{۱۰۰۰۰}$ حجم هوا است.

۳ـ **گازهای بی‌اثر** (کمیاب) ـ این گازها چون میل ترکیبی ندارند بی‌اثر نامیده می‌شوند. در هر متر مکعب هوا مقادیر زیر از گازهای بی‌اثر وجود دارد:

آرگون $Ar=۴۰$، درلامپهای برق مصرف می‌شود، زیرا با فلز مفتول گرم چراغ ترکیب نمی‌شود و مانع تصعید این سیمها می‌گردد.

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

آرگون	۹/۴ لیتر
نئون	۱۸ سانتیمترمکعب
هلیم	۵/۴سانتیمترمکعب
کریپتون	۱ سانتیمترمکعب
گزنون	۰/۱ سانتیمترمکعب
رادون	بسیار کم

نئون $Ne=۲۰$، درچراغهایی که برای تابلوهای نورانی سرخ بکار می‌رود مصرف می‌شود .

هلیم $He=۴$ ، پس از ئیدروژن سبکترین گازهاست و برای‌پرکردن بالونهامصرف‌می‌شود و مزیت آن بر ئیدروژن این است که آتشگیر نیست . از گازهای طبیعی چاههای نفت بدست می‌آید .

تمرین و مسئله

۱ ــ کلر $^{۳۵}_{۱۷}Cl$ و نیتروژن $^{۱۴}_{۷}N$ را در خواص زیر با یکدیگر مقایسه کنید :

الف ــ ساختمان الکترونی ، ب ــ میل‌ترکیبی ، ج ــ فراوانی در طبیعت، ه ــ ترکیبات اکسیژنی و فلزی .

۲ ــ ظرفیت نیتروژن را در نیترورهای فلزی و امونیاك بنویسید .

۳ ــ نیتروژن ، در دورهٔ نیتروژن به چه صورتهایی در می‌آید ؟

۴ ــ ساختمان الکترونی اتمهای $^{۴}_{۲}He$ و $^{۲۰}_{۱۰}Ne$ را رسم کنید و دلیل بی‌میلی آنها را برای ترکیب شیمیایی بنویسید .

۵ ــ چرا هرگز نباید در ظرف هوای مایع را محکم بست ؟

۶ ــ سه دلیل برای مخلوط بودن هوا ذکر کنید .

۷ ــ چند گرم کلرور امونیم را باید با نیتریت سدیم حرارت دهیم تا ۴/۴۸ لیتر نیتروژن تولید شود ؟ وزن این مقدار نیتروژن چند گرم است و این

مقدار نیتروژن در چند لیتر هوا وجود دارد ؟

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

۸ ــ هوا مخلوطی است تقریباً ازیك حجم اکسیژن و چهارحجم 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)] .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

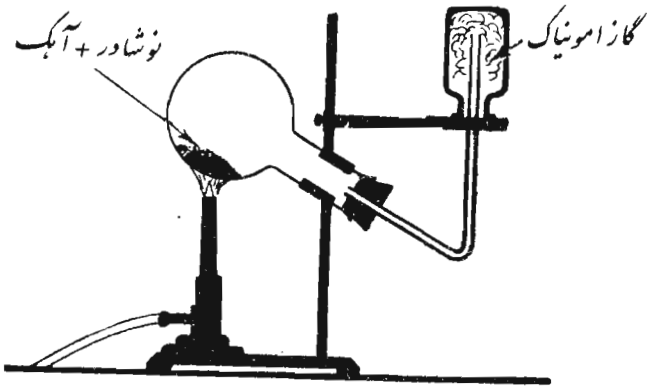
امونیاك $NH_3 = ۱۷$

حالت طبیعی - در طبیعت این گاز به‌مقدار بسیار کم در هوای اطراف مستراحها و اصطبلها وجود دارد و بطور کلی از فساد اورهٔ موجود در ادرار و بعضی مواد آلی نیتروژن‌دار حیوانی و نباتی حاصل می‌شود .

طرز تهیه-۱-در آزمایشگاه - برای تهیهٔ گاز امونیاك می‌توان محلول تجارتی آن را حرارت داد ، ولی معمولا برای تهیهٔ این گاز ، کلرور امونیم (نوشادر) را با آهك نرم آبدیده مخلوط کرده در دستگاهی مطابق شکل ۹۰ حرارت می‌دهند وچون امونیاك گاز سبکی است می‌توان آن را در شیشهٔ وارونه‌ای وارد کرد تا هوا را بیرون کند وجای آن را بگیرد .

$$Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl \rightarrow CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$$

می‌توان به‌جای نوشادر ، سولفات امونیم و به‌جای آهك ، سود



شکل ۹۰

بکار برد .

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$$

تذکر - برای تهیهٔ گاز امونیاك خشك نباید آن را از اسید سولفوریك یا کلرور کلسیم عبور داد زیرا با هردو ترکیب می‌شود .

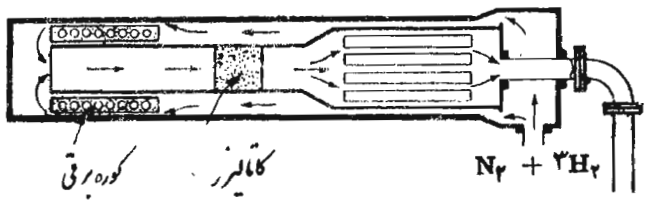
۲- درصنعت - امونیاك را به راههای زیر بدست می‌آورند :

الف - در گازهایی که از تقطیر زغال سنگ بدست می‌آید مقداری گاز امونیاك موجود است . برای جدا کردن آن ، مخلوط گازی شکل را که از تقطیر بدست می‌آید از اسید سولفوریك رقیق می‌گذرانند و سولفات امونیم حاصل را به شرح فوق تجزیه می‌کنند .

ب - سنتز امونیاك - دراین طریقه، مخلوط نیتروژن وئیدروژن را با روشهای مختلف در تحت فشار ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ جوّ از روی کاتالیزور گرد آهن که تا ۵۰۰ درجه گرم شده باشد عبور می‌دهند (شکل ۹۱) .

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

واکنش فوق دو طرفه است یعنی درهمین درجهٔ حرارت امونیاك دوباره تجزیه شده نیتروژن وئیدروژن می‌دهد . برای جلوگیری از این تجزیه بتدریج امونیاك حاصل را بوسیلهٔ آب یا اسید سولفوریك جذب می‌کنند .



شکل ۹۱

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

خواص فیزیکی ـ امونیاك گازی است بیرنگ ، با بوی تند و زننده و اشك‌آور . اگر نسبت امونیاك در هوا به پنج درصد برسد تنفس آن خطرناك می‌شود . از هوا سبکتر است ($d=\frac{۱۷}{۲۹}=۰/۶$) و یك لیتر آن در شرایط متعارفی تقریباً ۰/۷۶ گرم وزن دارد . در آب بسیار محلول است ؛ یك لیتر آب درصفر درجه درحدود ۱۱۰۰ لیتر از این گاز و یك لیتر آب ۲۰ درجه در حدود ۷۱۰ لیتر از آن را در خود حل می‌کند ولی این محلول بی‌ثبات است و در درجهٔ حرارت جوش ، تمام گاز خود را از دست می‌دهد . گاز امونیاك بسهولت تبدیل به مایع می‌گردد (در ۳۳ درجه و ۷ جوفشار) . امونیاك مایع را در استوانه‌های محکم فولادی نگهداری و حمل و نقل می‌کنند و از آن در کارخانه‌های شیمیایی و یخسازی استفاده می‌نمایند .

خواص شیمیایی ـ ۱ـ اثر اکسیژن ـ گاز امونیاك در هوا نمی‌سوزد ولی در اکسیژن خالص به کمك شعله می‌سوزد و نیتروژن و بخار آب می‌دهد .

$$۲NH_۳+\frac{۳}{۲}O_۲\rightarrow N_۲+۳H_۲O$$

(بطور کلی از سوختن مواد نیتروژن‌دار، نیتروژن بدست می‌آید، نه اکسید نیتروژن .)

این واکنش موارد استعمال صنعتی ندارد ، لیکن اگر مخلوطی از هوا و امونیاك را ازروی اسفنج طلای سفید گرم عبور دهند امونیاك اکسید شده به‌ترکیبات اکسیژن‌دار نیتروژن وسپس به‌اسیدنیتریك تبدیل‌می‌شود.

$$NH_۳+۲O_۲\rightarrow HNO_۳+H_۲O$$

این طریقه برای تهیهٔ اسید نیتریك بسیار اهمیت دارد .

۲ ـ ترکیب باآب ـ گاز امونیاك علاوه برحل شدن درآب باآن ترکیب هم می‌شود و تولید بازی به نام ئیدروکسید امونیم می‌کند (حل شیمیایی) .

$$NH_۳+H_۲O\rightleftarrows NH_۴OH$$

محلول امونیاك به‌شرح زیر خاصیت بازی دارد ، چون :

الف ـ تورنسل را آبی و فنل فتالئین را ارغوانی می‌کند .

ب ـ محلول آن با اسیدها خنثی شده نمك می‌دهد .

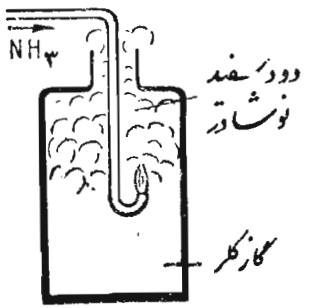
$$HNO_۳+NH_۴OH\rightarrow NH_۴NO_۳+H_۲O$$

ج ـ محلول آن ، مانند سود وپتاس ، بر محلول بعضی نمکها اثر می‌کند و ئیدروکسید نامحلول آنها را راسب می‌کند .

$$FeSO_۴+۲NH_۴OH\rightarrow (NH_۴)_۲SO_۴+Fe(OH)_۲\downarrow$$

۳ ـ اثر کلر ـ هرگاه جریان گاز امونیاك خشك را درشیشهٔ کلر وارد کنیم ، خود بخود آتش می‌گیرد و دود سفید کلرور امونیم حاصل می‌شود (شکل ۹۲) .

$$۸NH_۳+۳Cl_۲\rightarrow N_۲+۶NH_۴Cl$$



شکل ۹۲

درحقیقت ابتدا جوهر نمك و گاز نیتروژن حاصل می‌شود ومجدداً امونیاك باجوهر نمك ترکیب شده، کلرور امونیم می‌دهد . (واکنشها را بنویسید و از جمع آنها فرمول فوق را بدست آورید) .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فرض امونیم ـ مقایسهٔ فرمول ئیدروکسید امونیم با فرمول سود (NaOH) یا پتاس (KOH) و نیز مقایسهٔ فرمول نمکهای امونیاك با نمکهای سدیم و پتاسیم، ما را به وجود فلزی فرضی که بنابر پیشنهاد آمپر دانشمند فرانسوی امونیم خوانده می‌شود راهنمایی می‌کند.

باید بگوییم که بنیان امونیم عمل یك فلز یك ظرفیتی مانند سدیم و پتاسیم را دارد لیکن هرگز دانشمندان شیمی نتوانستند از تجزیهٔ الکتریکی نمکهای امونیم NH_4 را بطور آزاد بدست آورند، بلکه همیشه مخلوطی از امونیاك و ئیدروژن بدست آمده است.

دستور تشخیص گاز و نمکهای امونیاك ـ گاز امونیاك با گاز کلرور ئیدروژن دود سفید نوشادر می‌دهد. نمکهای امونیم را اگر با سود یا آهك حرارت دهند امونیاك متصاعد می‌کند.

موارد استعمال امونیاك و نمکهای امونیم ـ امونیاك را در کارخانهٔ یخسازی وتهیهٔ جوهر شوره و کربنات سدیم و کودهای امونیاکی بکار می‌برند. سولفات امونیم را هم در کشاورزی برای تأمین نیتروژن و گوگرد مورد نیاز گیاهان بکار می‌برند. در ساختن مواد منفجره، امونیاك و نیترات امونیم به مقدار زیاد مصرف می‌شود. کلرور امونیم در پیل خشك مصرف می‌شود. بیکربنات امونیم به نام امونیاك جامد در شیرینی‌سازی مورد استعمال دارد. بجز اینها امونیاك در پارچه بافی و تصفیهٔ نفت وتهیهٔ رنگهای مصنوعی مصرف می‌شود.

امونیاك درخانه برای تمیز کردن شیشه‌های پنجره و پاك کردن لکهٔ چربی و بعضی لکه‌های دیگر بکار می‌رود.

تمرین و مسئله

۱ ـ امونیاك در طبیعت از تجزیهٔ چه موادی حاصل می‌شود؟

۲ ـ دو راه ساده برای تهیهٔ امونیاك در آزمایشگاه ذکر کنید.

۳ ـ مهمترین راه تهیهٔ امونیاك در صنعت چیست؟

۴ ـ یك لیتر گاز امونیاك چند گرم جرم دارد؟

۵ ـ چگالی گاز امونیاك را نسبت به هوا، ئیدروژن و اکسیژن حساب کنید.

۶ ـ محلول سیر شدهٔ امونیاك، ۳۵ درصد گاز دارد. جرم مخصوص آن $0/88 g/cm^3$ است. حساب کنید یك کیلوگرم از این محلول امونیاك، چند لیتر حجم دارد و چند لیتر گاز می‌تواند بدهد.

۷ ـ گازامونیاك و محلول امونیاك وامونیاك مایع با هم چه تفاوتی دارند و امونیاك جامد که در مجاورت هوا بخار می‌شود چیست و کدامیك از آنها در خانه، در کارخانهٔ یخ سازی و در قنادی مصرف می‌شود؟

۸ ـ در چهار ظرف گازهای مختلف یعنی: اکسیژن، نیتروژن، اکسید نیتریك، و امونیاك موجود است. چگونه آنها را از هم تمیز می‌دهند؟

۹ ـ ۱۰cc محلول امونیاك با ۲cc اسید سولفوریك نرمال خنثی شده است. تعیین کنید ۱۰۰cc از محلول امونیاك مزبور چند cc اسید نیتریك دسینرمال را خنثی می‌کند؟

(ج: ۲۰۰cc)

۱۰ ـ بر ۱۰۰cc محلول کلرور فرو ابتدا آب کلر و سپس محلول امونیاك اثر دادیم و رسوب تولید شده را تکلیس کردیم، ۰/۵۸ گرم اکسید فریك بدست آمد. غلظت محلول را تعیین کنید. (ج: ۱/۲۷)

۱۱ ـ ۵/۶ لیتر گاز امونیاك خشك را در بالای یك شعلهٔ پرحرارت

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

درهوا سوزانده‌ایم . حجم نیتروژن تولید شده را حساب کنید .

(ج : ۲/۸ لیتر)

۱۲ ـ 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 سولفوریك واردکردیم / محلول حاصل با ۹۹cc سودنرمال خنثی شد . غلظت دونمك را تعیین کنید .

(ج : نمك ۱/۱۷گرم در لیتر ، کلرور امونیم ۰/۵۳۵ گرم درلیتر)

۱۳ ـ محلول غلیظ امونیاك ، ۳۵ درصد NH_3 داردوجرم مخصوص آن $0/88 g/cm^3$ است . حساب کنید یك سانتیمتر مکعب از این مایع در اثر چندگرم اسید سولفوریك خالص یا چه حجم محلول اسید سولفوریك نیم‌نرمال خنثی می‌شود . (ج : ۰/۸۸ گرم و ۳۶cc)

۱۴ ـ ۵۰cc محلول امونیاك به جرم مخصوص $0/89 g/cm^3$ و خلوص ۲۹ درصد با اسید سولفوریك چقدر سولفات امونیم می‌دهد ؟ و اگر اسید مصرف شده به جرم مخصوص $1/86 g/cm^3$ وخلوص ۹۸ درصد باشد ، حجم اسید لازم چقدر خواهد بود ؟ (ج : ۵۰گرم و تقریباً ۱۹/۵cc)

۱۵ـ استوانه‌ای به‌گنجایش ۱۰۰ لیتررا از امونیاك مایع ($D=0/6$) پرکرده‌ایم . معین کنید وزن نیتروژنی راکه از این مقدار امونیاك می‌توان بدست آورد . (ج : ۴۹۴۱۲ گرم)

۱۶ ـ برای تعیین فرمول مولکولی گاز امونیاك (N_xH_y) ، درآب‌سنجی که روی طشتك جیوه قرار دارد ، ۲۰cc اکسیژن و ۱۶cc گاز امونیاك وارد می‌کنیم . در اثر جرقهٔ الکتریکی مقداری آب تشکیل می‌شود که به‌مایع تبدیل می‌گردد و $16 cm^3$ گاز باقی می‌ماندکه نصف آن اکسیژن و بقیه نیتروژن است . از این آزمایش فرمول گاز امونیاك را معلوم کنید .

ترکیبات اکسیژن‌دار نیتروژن

الف ـ اکسیدهای نیتروژن

نیتروژن با اکسیژن مستقیماً یا بطور غیر مستقیم به پنج نسبت متفاوت ترکیب می‌شود :

۱ـ اکسید نیترو (N_2O) ، که گاز خنده‌آور نیز نام دارد و از حرارت دادن نیترات امونیم بدست می‌آید .

$$NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$$

این گاز را با اکسیژن مخلوط کرده ، در پزشکی به عنوان داروی بیهوشی بکار می‌برند .

۲ـ اکسید نیتریك یا اکسید نیتروژن (NO) ـ چنانکه گفته شد این اکسید از تأثیر فلزها بر جوهر شورهٔ معمولی و یا از گذراندن هوا از میان قوس الکتریکی بدست می‌آید . گازی است بیرنگ و مهمترین خاصیت آن میل ترکیبی با اکسیژن است .

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

۳ـ بی‌اکسید نیتروژن (NO_2) ـ این گاز را می‌توان به طریق فوق یا از حرارت دادن نیترات سرب بدست آورد . این گاز خرمایی ـ رنگ ، سمی و دارای بوی مخصوص است و براحتی مایع می‌شود .

۴ـ انیدرید نیترو (N_2O_3) ـ بسیار بی‌ثبات است و انیدرید

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

اسید نیترو (HNO_2) محسوب می‌شود که آن نیز بی ثبات است .

۵ـ انیدرید نیتریك (N_2O_5) از تأثیر مواد نم‌گیر مانند P_2O_5 بر اسید نیتریك بدست می‌آید . انیدرید نیتریك با آب اسید نیتریك می‌دهد .

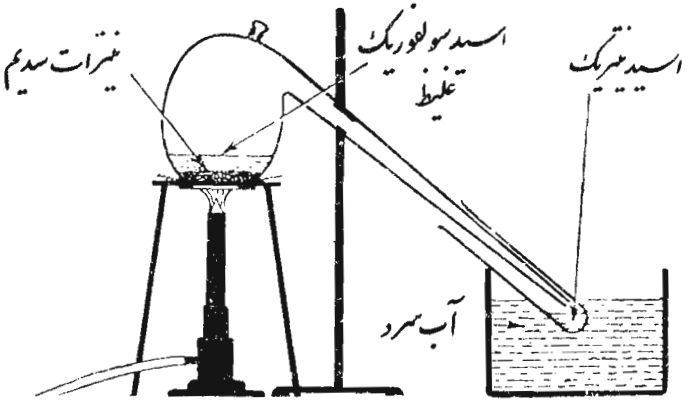
ب ـ اسیدنیتریك (اسیدازتیك) یا نیزاب یا جوهرشوره

$$HNO_3 = ۶۳$$

جوهر شوره درآغاز خلافت عباسیان توسط جابر بن حیان از تقطیر مخلوط زاج سبز و زاج سفید و شوره تهیه شد .

حالت طبیعی ـ ترکیبات اسید نیتریك در طبیعت به صورت نیتراتها در زمین یافت می‌شود . نیترات سدیم در شیلی و پرو به‌صورت رشته کوههای بزرگ ونیترات پتاسیم در فرانسه وجود دارد .

طرز تهیه ـ الف ـ درآزمایشگاه ـ برای تهیهٔ اسیدنیتریك ، نیترات پتاسیم یا سدیم را در دستگاهی مطابق شکل با اسید سولفوریك



شکل ۹۳ ـ طرز تهیهٔ جوهر شوره

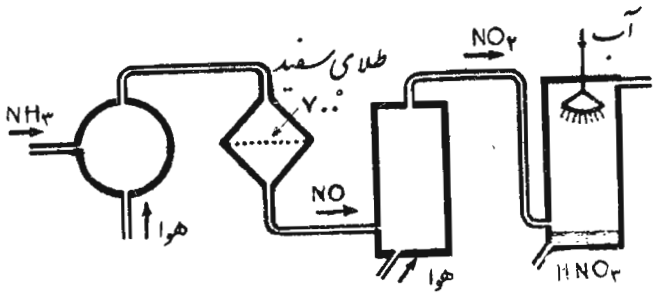
غلیظ حرارت می‌دهند و بخارهای حاصل را در جریان آب سرد به مایع تبدیل می‌کنند (شکل ۹۳) .

$$H_2SO_4 + NaNO_3 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3\uparrow$$

ب ـ درصنعت ـ تهیه از امونیاك ـ امونیاك را با اکسیژن هوا در مجاورت کاتالیزور طلای سفید اکسید می‌کنند (شکل ۹۴) . اکسید نیتروژن حاصل با اکسیژن بی‌اکسید نیتروژن می‌دهد . این بی‌اکسید با آب اسید نیتریك می‌دهد .

$$۲NH_3 + \frac{۵}{۲}O_2 \rightarrow ۲NO + ۳H_2O$$
$$۲NO + O_2 \rightarrow ۲NO_2$$
$$۳NO_2 + H_2O \rightarrow ۲HNO_3 + NO$$

برای تهیهٔ اکسید نیتروژن ، می‌توان مستقیماً نیتروژن را با اکسیژن ترکیب کرد و این عمل در مجاورت قوس الکتریك انجام



شکل ۹۴ ـ تهیهٔ صنعتی جوهر شوره

می‌پذیرد (۲۵۰۰ درجه) ، ولی اکسید حاصل را باید بلافاصله سرد کرد تا ازتجزیهٔ آن جلوگیری شود. از ۶۰۰ درجه به‌پایین تبدیل NO به NO_2

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

شروع می‌شود . امروز تقریباً ۹۰٪ اسید نیتریک از راه اکسیداسیون امونیاك حاصل می‌شود .

خواص فیزیکی ـ اسید نیتریک خالص مایعی است بیرنگ به جرم مخصوص $D=۱/۵۴g/cm^۳$ در ۱۴ درجه . تهیهٔ اسید نیتریک خالص خیلی مشکل است زیرا هم مایع و هم بخار آن درحرارت معمولی تجزیه می‌شود . اسید نیتریک غلیظ در درجهٔ حرارت معمولی در هوا دود می‌کند (دود کننده) و در حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد اسید خالص دارد . اسید معمولی در حدود ۶۸ در صد اسید خالص دارد و جرم مخصوص آن $D=۱/۴۲g/cm^۳$ است و درحدود ۱۲۰ درجه می‌جوشد. اسیدنیتریک به هر نسبت باآب مخلوط می‌شود و دراثر این عمل مانند اسید سولفوریك حجم مخلوط کم شده ، کمی هم گرم می‌شود .

خواص‌شیمیایی ـ اسیدی است بی ثبات ، قوی ، اکسیدکننده و بر اغلب غیرفلزها و فلزها اثر می‌کند .

الف ـ ثبات ـ اسید نیتریک دراثر نور یاحرارت تجزیه می‌شود. به‌این دلیل آن را در شیشه‌های رنگین نگهداری می‌کنند .

$$۴HNO_۳\rightarrow ۴NO_۲+O_۲+۲H_۲O$$

ب ـ خاصیت اسیدی ـ اسیدی است بسیار قوی و محلول رقیق آن کاملا یونیزه می‌شود .

۱ ـ محلول آن رنگ تورنسل وهلیانتین را بشدت سرخ می‌کند.

۲ـ جریان برق بخوبی از آن می‌گذرد .

۳ـ با بازهای قوی نمك خنثی می‌دهد .

$$۲HNO_۳+Ca(OH)_۲\rightarrow Ca(NO_۳)_۲+۲H_۲O$$

ج ـ خاصیت اکسیدکنندگی ـ اثر ئیدروژن ـ ئیدروژن در حرارت ۶۰۰ درجه، بخار اسیدنیتریك را احیا می‌کند و نیتروژن می‌دهد.

$$۲HNO_۳+۵H_۲\rightarrow N_۲+۶H_۲O$$

در مجاورت اسفنج طلای سفید عمل احیا پیشتر می‌رود وامونیاك بدست می‌آید .

$$۲HNO_۳+۸H_۲\rightarrow ۲NH_۳+۶H_۲O$$

اثر گوگرد ـ اگر یك قطعهٔ کوچك گوگرد یا فسفر را در اسید نیتریك غلیظ بجوشانیم ، گوگرد به‌اسید سولفوریك و فسفر به اسید فسفریك تبدیل می‌شود .

$$۲HNO_۳+S\rightarrow H_۲SO_۴+۲NO\uparrow$$

اکسید نیتروژن حاصل در مجاورت هوا به $NO_۲$ خرمایی رنگ تبدیل می‌شود .

اثر کربن ـ کمی دوده را دریك بوتهٔ گلی حرارت دهید و مطابق شکل ۹۵ ، آن را در یك استوانهٔ شیشه‌ای بگذارید و با یك پیپت و با احتیاط چند قطره اسید نیتریك غلیظ بر آن اضافه کنید . دوده آتش می‌گیرد .

شکل ۹۵

$$۴HNO_۳+C\rightarrow CO_۲+۴NO_۲\uparrow+۲H_۲O$$

احیا کننده‌های دیگر (مثلاً $SO_۲$ و $H_۲S$) نیز بر اسید نیتریك اثر می‌کنند :

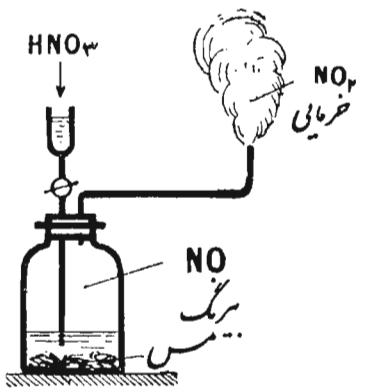
$$۲HNO_۳+H_۲S\rightarrow S+۲H_۲O+۲NO_۲\uparrow$$

$$۲HNO_۳+SO_۲\rightarrow H_۲SO_۴+۲NO_۲\uparrow$$

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

د ـ اثر برفلزها ـ اسید نیتریك بر تمام فلزها ، جز طلا و طلای سفید ، اثر می‌کند . چگونگی این تأثیر با جنس فلز و غلظت اسید و درجهٔ حرارت عمل بستگی دارد ولی ئیدروژن بدست نمی‌آید، بلکه دراثر احیا شدن اسید نیتریك اکسیدهای مختلف نیتروژن متصاعدمی‌شود،زیرا خاصیت اکسید کنندگی و خاصیت اسیدی جوهر شوره هر دو در عمل دخالت می‌کنند . مثلاً اگر چند نوار مس را در جوهر شورهٔ رقیق بیندازید، واکنش زیر صورت‌می‌گیرد (شکل ۹۶) :



شکل ۹۶

$$۸HNO_۳+۳Cu\rightarrow ۳Cu(NO_۳)_۲+۲NO\uparrow+۴H_۲O$$

اسید غلیظ برمس به‌صورت زیر اثر می‌کند :

$$Cu+۴HNO_۳\rightarrow Cu(NO_۳)_۲+۲NO_۲\uparrow+۲H_۲O$$

اگر محلول اسید نیتریك خیلی رقیق باشد ، با فلزات فعال مانند روی و منیزیم ممکن است اکسید نیترو ، ازت وحتی امونیاك حاصل شود.

$$۱۰HNO_۳+۴Zn\rightarrow ۴Zn(NO_۳)_۲+NH_۴NO_۳+۳H_۲O$$

اسیدنیتریك نقره را نیز در خود حل می‌کند .

$$۴HNO_۳+۳Ag\rightarrow ۳AgNO_۳+NO\uparrow+۲H_۲O$$

اگر آهن را در اسید نیتریك غلیظ فرو بریم ، رویین می‌شود و دیگر اسید رقیق هم برآن اثر نمی‌کند ، زیرا در اثر اکسیداسیون، قشر

اکسید آهن روی آن را می‌پوشاند که از تأثیر بیشتر اسید محفوظ می‌ماند ولی اسید نیتریك رقیق طبق فرمول زیر برآهن اثر می‌کند :

$$۴HNO_۳+Fe\rightarrow Fe(NO_۳)_۳+NO\uparrow+۲H_۲O$$

اسید نیتریك غلیظ بر آلومینیم نیز به‌علت تشکیل قشر محافظ اکسید آلومینیم ، بی‌اثر است .

تیزاب سلطانی ـ جوهر شوره و جوهر نمك هیچیك بتنهایی بر طلا و طلای سفید اثر ندارند ، لیکن مخلوطی از آن دو اسید می‌تواند فلزهای نامبرده را درخود حل کند وچون طلا را سلطان فلزات می‌نامند، این مخلوط را تیزاب سلطانی گفته‌اند.

$$۳HCl+HNO_۳+Au\rightarrow AuCl_۳+NO\uparrow+۲H_۲O$$

علت تأثیر مخلوط دو اسید ، تولید کلر آزاد است و می‌دانیم که کلر بر طلا و طلای سفید اثر دارد .

موارد استعمال اسید نیتریك ـ برای تهیهٔ انواع باروتها و نیترو گلیسرین و مواد رنگی مصرف می‌شود . در زرگری به نام تیزاب برای جدا کردن دیگر فلزها از طلا به‌منظور تهیهٔ طلای خالص (طلای تیزابی) مصرف می‌شود .

در پلاك سازی روی مس و برنج نیز بکار می‌رود .

نیتراتها ـ نیتراتها نمکهای اسید نیتریك هستند وهمه جامد و در آب محلولند .

نیتراتهای سدیم و پتاسیم بر اثرگرما به نیتریت و اکسیژن تجزیه می‌شوند :

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

$$۲NaNO_۳ \rightarrow ۲NaNO_۲ + O_۲$$

نیترات پتاسیم را برای ساختن باروت سیاه بکار می‌برند .

درباروت سیاه معمولا ۷۵ درصد شوره و ۱۰ درصد گوگرد و ۱۵ درصد زغال وجود دارد .

طرز تشخیص اسیدنیتریك و نیتراتها ـ اسید نیتریك در مجاورت مس بخارهای خرمایی رنگ متصاعد می‌کند و با این خاصیت شناخته می‌شود. برای تشخیص نیتراتها ، بمحلول آنها اسید سولفوریك و برادهٔ مس می‌افزایند . از اثر اسید بر نیترات ، اسید نیتریك حاصل می‌شود و این اسید بامس گاز خرمایی رنگ تولید می‌کند .

تمرین و مسئله

۱ ـ در تهیهٔ اسیدنیتریك چرا نمی‌توان به‌جای اسید سولفوریك ، اسید کلریدریك بکار برد ؟

۲ ـ چرا اسید نیتریك غلیظ ، در مجاورت روشنایی زرد رنگ می‌شود و چرا آن را در شیشهٔ قهوه‌ای رنگ نگاه می‌دارند ؟

۳ ـ چرا اسید نیتریك را تیزاب می‌نامند؟ وتیزاب سلطانی با اسیدنیتریك چه تفاوتی دارد ؟

۴ ـ نام وفرمول پنج نوع اکسید نیتروژن را بنویسید و درجهٔ اکسیداسیون نیتروژن را در هریك از آنها تعیین کنید .

۵ ـ اسید نیتریك رقیق و معمولی و دودکننده از نظر خواص شیمیایی و فیزیکی چه تفاوتی دارند ؟

۶ ـ رویین شدن یعنی چه ؟ و کدام فلزها در اثر اسید نیتریك رویین می‌شوند ؟

۷ ـ فرمول اثر $HNO_۳$ را بر محلول گازهای $SO_۲$ و $H_۲S$ بنویسید .

۸ ـ اسید نیتریک بامس در چه صورت $NO_۲$ و در چه صورت NO می دهد ؟

۹ ـ اثر اسید نیتریك بر فلزها با اثراسیدکلریدریك چه تفاوت و با اثر اسید سولفوریك گرم و غلیظ چه شباهت دارد ؟

۱۰ ـ اسید نیتریك و نیتراتها را چگونه می‌شناسید ؟

۱۱ ـ چگونه از نیتروژن و آب می‌توان نیترات امونیم تهیه کرد ؟

۱۲ـ محلولی ازجوهر شوره موجوداست . در ۱۰cc آن آب ریخته‌ایم تا حجمش ۱۰۰cc شده است . ۱۰cc از این محلول با ۱۰cc سود نرمال خنثی می‌شود . غلظت‌این اسید را تعیین کنید . برای حل۱/۰۸ گرم نقره چند cc از اسید اولیه لازم است ؟ (ج : اول ۶۳۰ ، دوم ۱/۳۳۳cc)

۱۳ ـ ۱۰ گرم آلیاژ طلاونقره را در جوهر شوره می‌جوشانیم . ۴/۶ گرم مادهٔ غیر قابل حل در اسید نیتریك روی صافی مانده است . عیار دو فلزرا تعیین کنید . (ج : ۴۶٪ طلا و بقیه نقره است)

۱۴ ـ مخلوطی ازسولفات سدیم ونیترات سدیم موجود است . مخلوط را با اسید سولفوریك می‌جوشانیم وبخار اسید حاصل را در سود نرمال هدایت می‌کنیم . ۵cc از آن خنثی می‌شود . مقدار نیترات را تعیین کنید . همانقدر مخلوط اولیه را در آب حل می‌کنیم ومحلول کلرور باریم کافی روی آن می‌ریزیم ، ۲/۳۳ گرم رسوب تشکیل می‌شود . مقدار سولفات سدیم را تعیین کنید.

(ج : ۰/۴۲۵ گرم نیترات سدیم و ۱/۴۲ گرم سولفات سدیم)

۱۵ ـ محلولی دارای اسید نیتریك واسید کلریدریك و اسید سولفوریك است .

اولا ۱۰cc آن با کلرور باریم ۰/۲۳۳ گرم رسوب می‌دهد .

ثانیاً ۱۰cc دیگر آن با نیترات نقره ۰/۱۴۳۵ گرم رسوب کلرور می دهد .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

ثالثاً ۱۰cc دیگر آن با ۴cc سود نرمال خنثی می‌شود .

غلظت هریك از سه اسید را تعیین کنید .

(ج : اسید نیتریك ۶/۳ گرم در لیتر ، اسید سولفوریك ۹/۸ گرم در لیتر ، اسید کلریدریك ۳/۶۵ گرم در لیتر)

۱۶ ــ ۱۰ گرم اسید نیتریك تجارتی را درآب حل کرده ، حجم محلول حاصل را تا صد سانتیمتر مکعب می‌رسانیم . ۱۰ سانتیمتر مکعب از محلول رقیق شده با ۲۱/۵ سانتیمتر مکعب محلول نیم نرمال سودخنثی می‌شود . معین کنید وزن اسید خالص را در صد گرم اسید تجارتی . اگر فرمول اسید تجارتی را $HNO_3 \cdot nH_2O$ فرض کنیم ، معین کنید مقدار n را .

(ج : ۶۷/۷۲۵ گرم درصد و n تقریباً ۱/۵)

۱۷ ــ یك سکه که آلیاژی از نقره و مس است سه گرم وزن دارد و ۶۰ در صد آن نقره است . حساب کنید اگر این سکه را در اسید نیتریك حل کنیم ، حجم گازهای حاصل درشرایط متعارفی چقدر می‌شود واگر اسیدآزمایشگاه ۷۲ درصد خالص فرض شود ، چند گرم اسید نیتریك برای این عمل لازم است ؟

(ج : ۰/۴ لیتر و ۶/۳ گرم)

فسفر $^{31}_{15}P$ (۵-۸-۲)

حالت طبیعی ــ فسفر درطبیعت به حالت آزاد وجود ندارد ولی به‌صورت فسفات کلسیم دراستخوان ومعادن (در افریقای شمالی وامریکا) وجود دارد . چنین بنظر می‌رسد که فسفاتها از بقایای حیوانات ماقبل تاریخ تشکیل شده‌اند . در اعصاب ، در پروتوپلاسم و در زردهٔ تخم مرغ کمی فسفر وجود دارد .

طرز تهیه ــ برای تهیهٔ فسفر ، مخلوطی ازسیلیس(اکسیدسیلیسیم) و فسفات کلسیم وکك را درکورهٔ الکتریکی حرارت می‌دهند .

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 + 5C \rightarrow 3CaSiO_3 + 5CO\uparrow + 2P\uparrow$$

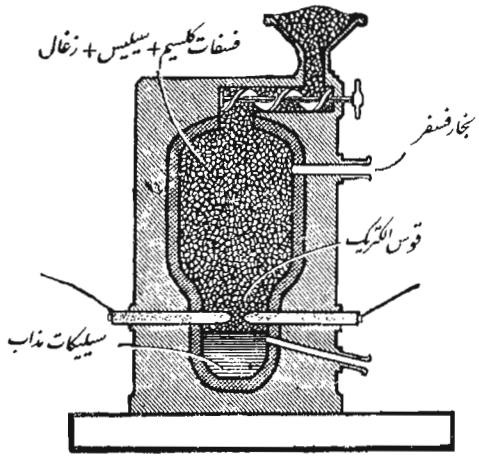
فسفر به صورت بخار از کوره خارج می‌شود . آن را در زیر آب سرد مایع می‌کنند و در قالب می‌ریزند ، زیرا اگر با هوا مجاور شود بلافاصله مشتعل می‌گردد (شکل ۹۷) .

خواص فیزیکی انواع فسفر ــ فسفرسفید ــ فسفرسفید ماده‌ای است جامد ، بوی سیر می‌دهد و درتاریکی می‌درخشد و درهوا خودبخود آتش می‌گیرد . در آب نامحلول است و چون در هوا اکسید می‌شود آن را در آب حفظ می‌کنند . از آب سنگین‌تر است ($D = ۱/۸۳$) ، بخار

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

آن در کمتر از ۸۰۰° چهار اتمی است (P_4) . فسفر سفید در سولفور کربن حل می‌گردد و خیلی سمی است . در ۴۴/۲ درجه ذوب می‌شود (برای ذوب فسفر ، آن را در آب می‌اندازند و آب را حرارت می‌دهند تا فسفر ذوب شود)، و در ۲۸۰درجه‌می‌جوشد .



شکل ۹۷

اگر به‌فسفر سفید نور بتابد پس ازمدتی به فسفر سرخ تبدیل می‌شود .

فسفر سرخ ـ خواص فسفر سرخ با فسفر سفید خیلی تفاوت دارد. فسفر سرخ آتشگیر نیست ، در ۲۶۰° محترق می‌شود و در تاریکی نمی‌درخشد ، سمی نیست ودر سولفور کربن حل نمی‌شود ، جرم مخصوص آن $2/2\ g/cm^3$ است .

برای تهیهٔ فسفر سرخ که در صنعت همه جا ، به‌جای فسفر سفید مصرف می‌شود ، فسفر سفید را در دیگهای فلزی سربسته مدت ۲۴ ساعت تا حدود ۳۰۰ درجه حرارت می‌دهند . اگر فسفر سرخ را بشدت حرارت دهیم بدون ذوب شدن تبخیر می‌شود و هنگام مایع شدن به فسفر سفید تبدیل می‌گردد .

اختلاف خواص فسفر سفید و سرخ را می‌توان در این جدول خلاصه نمود :

فسفر سفید	فسفر سرخ
در ۴۶ درجه مشتعل می‌شود.	در۲۶۰ درجه‌مشتعل می‌شود.
در۴۴/۲ درجه ذوب می‌شود.	در۲۹۰ درجه تصعید می‌شود.
بوی سیر می‌دهد .	بی بوست
سفید مایل به زرد است .	به‌رنگ سرخ تیره است .
درهوای خشك اکسید می‌شود و در تاریکی می‌درخشد .	پایدار است .
بسیار سمی‌است و در سولفور کربن و بنزین محلول است .	سمی نیست .
	درسولفورکربن نامحلول‌است.

فسفرسیاه ـ 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 می‌شود که شبیه گرافیت است و مثل گرافیت جریان برق را هدایت می‌کند . جرم مخصوص آن $2/7\ g/cm^3$ است و در ۴۹۰° مشتعل می‌شود .

خواص شیمیایی فسفر ـ ۱ ـ اثر اکسیژن ـ یك قطعهٔ کوچك فسفر سفید را خشك کرده در یك بطری شفاف کوچك بیندازید و در آن را با چوب پنبه ببندید و در یك اتاق تاریك بگذارید . فسفر کم‌کم روشن شده نور افشانی می‌کند . علت این امر ، آن است که فسفر با اکسیژن درون بطری ترکیب می‌شود و انیدرید فسفرو (P_2O_5) می‌دهد و بتأنی می‌سوزد . از این سوختن نور تولید می‌گردد . بتدریج که اکسیژن کم می‌شود نورافشانی نیز ضعیف شده از بین می‌رود .

اگر کمی فسفر را با اکسیژن خالص بسوزانید دود سفید P_2O_5 (انیدرید فسفریك) تولید می‌شود . میل ترکیبی فسفر با اکسیژن زیاد است بطوری که در هوا خودبخود هم ممکن است آتش بگیرد .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

آزمایش ـ کمی فسفر سفید را در سولفور کربن حل‌کرده 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 خودبخود آتش می‌گیرد. علت این است که سولفور کربن تبخیر می‌شود و ذرات ریز فسفر در هوا آتش می‌گیرد و کاغذ را نیز آتش می‌زند.

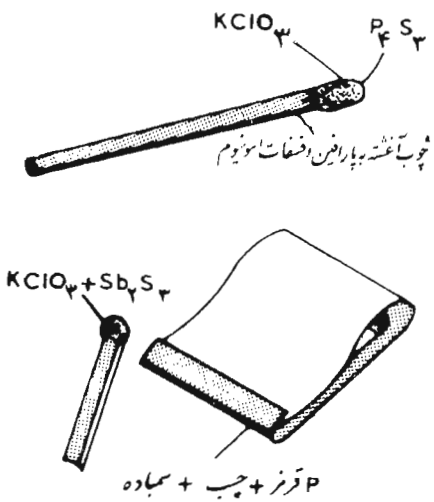
۲ـ اثر کلر ـ فسفر سفید در گاز کلر بخودی خود آتش می‌گیرد. ابتدا تری‌کلرور فسفر مایع (PCl_3) و سپس پنتاکلرور فسفر جامد (PCl_5) می‌دهد.

$$2P+3Cl_2\rightarrow 2PCl_3$$
$$PCl_3+Cl_2\rightarrow PCl_5$$

فسفر سفید در مجاورت ید آتش می‌گیرد و یدور فسفر می‌دهد. گوگرد با فسفر سولفورهایی می‌دهد که از همه مهمتر P_4S_3 سولفور فسفر است که در کبریت‌سازی مصرف می‌شود. مهمترین مورد استعمال فسفر در کبریت‌سازی است.

کبریت ـ برای تهیهٔ کبریت، چوب سفید عادی را به‌وسیلهٔ ماشینهای مخصوصی به‌صورت 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 کلرات پتاسیم و چسب فرو می‌برند تا کمی از این مواد به نوک کبریت

بچسبد (شکل ۹۸). این نوع کبریت بآسانی مشتعل نمی‌شود و باید آن را به‌کنار 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.



شکل ۹۸

اسیدهای فسفر

فسفر اسیدهای مختلف دارد. مهمترین آنها از این قرارند:

۱ـ **اسید فسفرو** H_3PO_3 ـ این اسید از ترکیب انیدرید فسفرو با آب بدست می‌آید.

$$P_2O_3+3H_2O\rightarrow 2H_3PO_3$$

۲ـ **اسید ارتوفسفریك** H_3PO_4 ـ اگر انیدرید فسفریك را که ماده‌ای سفید رنگ و شبیه برف یا شکر ریز است کم‌کم در آب جوش بریزیم، اسید فسفریك بدست خواهد آمد.

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

$$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$

۳- **اسید متافسفریک HPO_3** - اگر انیدرید فسفریک را با آب سرد ترکیب کنیم ، اسید متافسفریک بدست خواهد آمد .

$$P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$$

۴- **اسید پیروفسفریک $H_4P_2O_7$** - اگر اسید ارتوفسفریک را تا ۲۱۵° حرارت دهیم ، اسید پیروفسفریک بدست می‌آید . در هر حال نمی‌توان آن را از ترکیب مستقیم انیدرید فسفریک با آب بدست آورد.

اسید فسفریک $H_3PO_4 = ۹۸$

مهمترین اسیدهای فسفر اسید ارتوفسفریک است .

طرز تهیه - این اسید را از تأثیر اسید سولفوریک بر فسفات کلسیم تهیه می‌کنند .

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$$

خواص - اسید ارتوفسفریک بلورهای بیرنگی تشکیل می‌دهد که در ۴۲° ذوب می‌شود وخیلی در آب محلول است. محلول اسیدفسفریک معمولی آزمایشگاه غلیظ وشربتی شکل است و در حدود ۸۵ درصد اسید خالص دارد. اسیدارتوفسفریک دراثر حرارت ابتدا به‌اسیدپیروفسفریک وسپس به اسید متافسفریک تبدیل می‌شود .

$$2H_3PO_4 \rightarrow H_2O + H_4P_2O_7$$
$$H_4P_2O_7 \rightarrow H_2O + 2HPO_3$$

اسیدی است سه ظرفیتی وبا سود سه نمک مختلف تولید می‌کند.

مهم

$$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow H_2O + NaH_2PO_4$$ فسفات منوسدیک

$$H_3PO_4 + 2NaOH \rightarrow 2H_2O + Na_2HPO_4$$ فسفات دیسدیک

$$H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow 3H_2O + Na_3PO_4$$ فسفات تریسدیک

اسید فسفریک اسیدی نسبتاً قوی است ، ولی فسفات منوسدیک با وجود داشتن دو ئیدروژن اسیدی ، خاصیت یك اسید ضعیف را دارد و فسفات دیسدیک ، با داشتن یك ئیدروژن اسیدی ، خاصیت قلیایی دارد. و بالاخره فسفات تریسدیک بشدت قلیایی است .

کودهای شیمیایی

مهم

فسفاتها به‌عنوان رشوه برای تقویت زمینهای زراعتی بکار می‌روند، ولی برای آنکه این ترکیبات برای گیاه قابل جذب باشند فسفاتهای طبیعی را کوبیده با اسید سولفوریک رقیق عمل می‌کنند .

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$$

بعد آن را کوبیده برای فروش حاضر می‌کنند . این مخلوط به‌نام سوپرفسفات موسوم است فسفات منوکلسیک حاصل در آب محلول است و بهتر جذب گیاه می‌شود .

استعمال کودهای شیمیایی برای تقویت خاکهای زراعتی نهایت لزوم را دارد ؛ زیرا به این‌طریق مواد لازم برای کشت هرگونه گیاه غذایی یا صنعتی فراهم می‌شود ؛ یعنی اگر زمین دارای بعضی مواد لازم نیست ،

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

آن مواد را به زمین می‌دهند . همچنین اگر در اثر برداشت محصول متوالی، بعضی مواد لازم درزمین کم شود این مواد را به‌صورت کود به‌خاك می‌افزایند . برای تقویت زمینهای زراعتی سه دسته مواد شیمیایی لازم است که بترتیب عبارتند از :

الف ـ ترکیبات نیتروژن‌دار، ب ـ ترکیبات پتاسیم ، ج ـ فسفاتهای محلول . کودهای شیمیایی کامل باید دارای کمی کلسیم و منیزیم و گوگرد نیز باشند . کودهای شیمیایی عادی هم معمولا مخلوطی از این مواد هستند ولی البته نسبت آنها با نوع خاك و جنس محصول فرق می‌کند . مثلاً به بعضی از زمینها که خیلی اسیدی هستند ، آب آهک اضافه می‌کنند تا برای زراعت ذرت وگندم و غیره مناسب باشند .

معمولا مقدار فسفر را به حسب انیدرید فسفریک و پتاسیم را به حسب K_2O ونیتروژن را به حسب مقدار درصد نیتروژن ، روی بسته‌های کود شیمیایی می‌نویسند و گاهی به‌ذکر اعداد مختصر مثلاً ۴ ـ ۸ ـ ۴ قناعت می‌شود . مقصود آن است که در این کود ، ۴ درصد نیتروژن و ۸ درصد انیدرید فسفریک و۴ درصد اکسید پتاسیم موجود است. درسالهای اخیر که امونیاك به راه ترکیب و به‌قیمت ارزان تهیه می‌شود ، برای تقویت زمینهای زراعتی با بکار بردن امونیاك خالص ، نیتروژن زمینها را تأمین می‌کنند . برای تأمین فسفر لازم هم از فسفاتها وگرد استخوان که دارای مقدار زیادی کلسیم و فسفر است استفاده می‌شود . (خاکستر هم مقدار زیادی ترکیبات پتاسیم دارد) .

طرز شناختن فسفاتها ـ فسفاتهای فلزات قلیایی و فسفاتهای دی‌بازیک در آب محلول هستند . فسفاتهای دیگر نامحلولند ، ولی در

اسیدها محلولند .

۱ ـ فسفاتهای محلول با نیترات نقره رسوب زرد فسفات نقره (Ag_3PO_4) می‌دهند .

۲ـ فسفاتهای محلول بامحلول مخلوط $MgCl_2$ وNH_4Cl وNH_3

ج) رسوب سفید متبلور فسفات امونیاکومنیزین ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) می‌دهند .

تمرین و مسئله

۱ ـ فسفر در طبیعت به چه صورت موجود است و کدام غذاها فسفر دارند ؟

۲ ـ دستور عملی استخراج فسفر در سال ۱۷۷۵ به توسط شئل داده شد. در این طریقه فسفات کلسیم را به اسید فسفریك تبدیل می‌کنند و اسید حاصل را به توسط زغال احیا می‌کنند . فرمولهای عمل را بنویسید .

۳ ـ طریقهٔ الکتریکی و دستور شئل درتهیهٔ فسفر از نظر اکسیداسیون و احیا چه تفاوت دارند؟

۴ ـ کدام عناصر دارای اشکال آلوتروپی هستند وآلوتروپی با ایزوتوپی چه فرقی دارد ؟

۵ ـ چگونه فسفر سفید به فسفر سرخ تبدیل می‌شود ؟ چرا فسفر سفید از فسفر سرخ خطرناکتر است ؟

۶ ـ چگونه می‌توانید فسفر را به فسفات کلسیم تبدیل کنید ؟

۷ ـ ظرفیت فسفررا در اسیدهای مختلف آن حساب کنید وفرمول ساختمانی اسیدهای فسفر را نمایش دهید .

۸ ـ فسفاتهای محلول را چگونه می‌شناسید ؟

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

۹ ــ تعیین کنید که برای تهیهٔ ۱۲۴ گرم فسفرچه مقدار فسفات تریکلسیك لازم است و حجم گازهای حاصل چند لیتر است ؟

(ج : اول ۶۲۰ گرم فسفات ، دوم ۲۲۴ لیتر)

۱۰ ــ ۶/۲ گرم فسفر را در اسیدنیتریك می‌جوشانیم . جرم اسید فسفریك حاصل را حساب کنید .

(ج : ۱۹/۶)

۱۱ ــ ۱/۹۶ گرم اسید فسفریك خالص را با آهك خنثی می‌کنیم تا به فسفات کلسیم نامحلول تبدیل شود . جرم نمك حاصل را حساب کنید .

(ج : ۳/۱)

۱۲ ــ اسید فسفریك با سود سه نوع نمك تولید می‌کند . مقدار درصد سدیم را در هریك تعیین کنید .

(ج : ۱۹/۱ ، ۳۲/۴ ، ۴۲)

۱۳ ــ این فرمولها را کامل کنید :

$$H_3PO_4 + Al(OH)_3 \rightarrow$$

$$+ Ca(OH)_2 \rightarrow CaHPO_4$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4$$

۱۴ ــ اگر PCl_5 را بر آب اثر دهیم ، HCl و اسید فسفریك تولید می‌شود . حساب کنید اگر یك صدم مولکول‌گرم پنتاکلرور فسفر را در آب حل کنیم چند مولکول‌گرم سود برای خنثی کردن کامل محلول حاصل لازم است .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل دوازدهم

تعیین ترکیب صد قسمتی، تعیین فرمول سادهٔ مواد مرکب و چند قانون شیمی

ترکیب صد قسمتی ـ باید دانست که نسبت جرمهای عناصری که یك مادهٔ مرکب را تشکیل می‌دهند همیشه ثابت است. مثلا ۱۲ گرم کربن همیشه با ۳۲ گرم اکسیژن برای تشکیل ۴۴ گرم CO_2 ترکیب می‌شود. مقصود این است که در هر ۴۴ گرم CO_2، ۱۲ گرم کربن وجود دارد. پس می‌توان حساب کرد که در هر ۱۰۰ گرم CO_2 چقدر کربن و چقدر اکسیژن موجود است:

$$\text{جرم کربن} = m_C = \frac{۱۲}{۴۴} \times ۱۰۰ = ۲۷/۳ \text{ درصد}$$

$$\text{جرم اکسیژن} = m_O = \frac{۳۲}{۴۴} \times ۱۰۰ = ۷۲/۷ \text{ درصد}$$

$$\text{جمع} = ۱۰۰ \text{ درصد}$$

می‌گوییم که ترکیب صد قسمتی گاز کربنیك از این قرار است:

$m_C = ۲۷/۳$ درصد و $m_O = ۷۲/۷$ درصد

تعیین فرمول سادهٔ مواد مرکب ـ تعیین فرمول گاز کربنیك ـ فرض کنیم که به وسیلهٔ تجزیهٔ شیمیایی ترکیب صد قسمتی گاز کربنیك تعیین شده باشد ($m_C = ۲۷/۳$ درصد و $m_O = ۷۲/۷$ درصد)، می‌خواهیم فرمول آن را بدست آوریم. برای این منظور جرم هریك از عناصر را به

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

جرم اتمی آن عنصر تقسیم می‌کنیم .

$$\text{عدهٔ اتم‌گرمهای اکسیژن} = \frac{۷۲/۷}{۱۶} = ۴/۵۴$$

$$\text{عدهٔ اتم‌گرمهای کربن} = \frac{۲۷/۳}{۱۲} = ۲/۲۷$$

یعنی : $O_{۴/۵۴}$ $C_{۲/۲۷}$

ولی عدهٔ اتمهای هر عنصر در یك ترکیب باید عدد صحیحی باشد.

برای اینکه عدهٔ اتمهای C برابر یکی شود ، هر دو را به ۲/۲۷ تقسیم می‌کنیم تا فرمول سادهٔ ماده بدست آید .

$$\boxed{CO_۲}$$

چنانچه در مورد اکسیژن همین عمل را می‌کردیم فرمول حاصل $C^{۱}_{۲}O$ می‌شد که با ضرب کردن در عدد ۲ همین فرمول بدست می‌آید .

باید دانست که فرمول حقیقی ماده ممکن است $(CO_۲)n$ باشد ، که با تعیین جرم مولکولی آن مقدار n را می‌توان معین کرد .

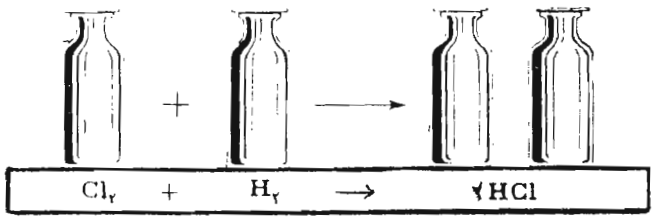
قانون نسبتهای اضعافی یا قانون دالتون

در اکسیدهای نیتروژن ، که در چند درس قبل ، از آنها نام بردیم ، مقادیر مختلف اکسیژن که با مقدار ثابت ۲۸ گرم نیتروژن ترکیب شده‌اند بین هم نسبت سادهٔ 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 می‌شود :

وقتی که دو عنصر به چند نسبت مختلف باهم ترکیب شوند و مواد

مختلف بدهند، همیشه مقادیری از عنصر دوم که با مقدار معینی از عنصر اول ترکیب می‌شوند بین خود یك نسبت ساده دارند .

قانون ترکیب حجمی گازها - قانون گیلوساك - گیلوساك[۱] دانشمند فرانسوی با آزمایشهای متعدد ثابت کرد که **درفشار و دمای ثابت نسبت بین حجم گازهایی که در واکنش با یکدیگر شرکت می‌کنند و نیز نسبت حجم هریك از آنها باحجم گازهایی‌که از واکنش آنها بدست می‌آیند (اگر گاز باشند) اعداد ساده‌ای‌هستند .** مثلا یك حجم کلر با یك حجم ئیدروژن ، دو حجم کلرور ئیدروژن می‌دهد (شکل ۹۹) .



شکل ۹۹ - ترکیب حجمی گازها

همینطور دو حجم ئیدروژن با یك حجم اکسیژن ، دو حجم بخار آب تولید می‌کند .

۲	+	۱	⟶	۲
حجم بخارآب		حجم اکسیژن		حجم ئیدروژن
و همچنین ۲		۳	⟶	۱
حجم امونیاك		حجم ئیدروژن		حجم نیتروژن

چنانکه مشاهده می‌شود **بین حجم گازهایی که بر هم اثر می‌کنند و حجم گازهایی‌که بدست می‌آیند نسبتهای ساده برقرار است .**

گیلوساك از سادگی این نسبتها در شگفت بود ، لیکن نمی‌توانست

۱ - Gay Lussac

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

علت آن را تعبیر کند ، ولی بعدها قانون **آووگادرو** این مشکل را حل کرد .

قانون آووگادرو ـ 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 ـ جرم مخصوص معمولی یك گاز جرم یك لیتر آن گاز درشرایط متعارفی برحسب گرم می‌باشد . هرگاه جرم مولکولی یك گاز را بر جرم مخصوص آن تقسیم کنیم حجم یك مولکول‌گرم گاز در شرایط متعارفی بدست می‌آید .

قانون آووگادرو نشان می‌دهد که این مقدار برای تمام گازها تقریباً یکی بوده و مساوی ۲۲/۴ لیتر می‌باشد .

چگالی یا دانسیتهٔ نسبی گازها ـ چگالی یا دانسیتهٔ نسبی دو ماده عبارت است از نسبت دو جرمی از آن دو که حجم مساوی داشته باشند . مثلا جرم یك سانتیمتر مکعب جیوه ۱۳/۶ و جرم یك سانتیمتر مکعب آب یك گرم است پس دانسیتهٔ نسبی جیوه نسبت به آب ۱۳/۶ = $\frac{۱۳/۶}{۱}$ می‌باشد. چون حجم مولکولی گازها بنابر آنچه گفته شد باهم برابرند پس چنانچه جرم مولکولی یك ماده را به جرم مولکولی مادهٔ دیگر تقسیم کنیم چگالی یا دانسیتهٔ نسبی بین آن دو درحالت گازی پیدا می‌شود . مثلاً جرم مولکولی $O_۲$ مساوی ۳۲ و جرم مولکولی ئیدروژن مساوی ۲ است ، پس چگالی اکسیژن نسبت به ئیدروژن مساوی ۱۶ = $\frac{۳۲}{۲}$ است . معمولا چگالی گازها را نسبت به هوا می سنجند .

پس چگالی یك گاز نسبت به هوا مساوی نسبت جرم گاز است به

جرم هوای هم حجم آن (در شرایط مساوی حرارت و فشار) .

$$d = \frac{\text{جرم مقداری از گاز}}{\text{جرم هوای هم حجم گاز}}$$

اگر حجم مشترك را ۲۲/۴ لیتر فرض کنیم خواهیم داشت :

$$d = \frac{\text{جرم ۲۲/۴ لیتر گاز}}{\text{جرم ۲۲/۴ لیتر هوا}}$$

از طرفی می‌دانیم که ۲۲/۴ لیتر از هرگاز یک مولکول‌گرم (**M**) است وهر لیتر هوا تقریباً ۱/۳ گرم جرم دارد ، بنابراین :

$$d = \frac{\text{یك مولکول‌گرم گاز}}{۲۲/۴ \times ۱/۳} = \frac{M}{۲۹}$$

$$d = \frac{M}{۲۹}$$

مثال ـ چگالی گازکربنیك نسبت به هوا مساوی است با :

$$d = \frac{M}{۲۹} = \frac{۴۴}{۲۹} = ۱/۵$$

وچگالی ئیدروژن نسبت به هوا مساوی است با :

$$d = \frac{M}{۲۹} = \frac{۲}{۲۹} = \frac{۱}{۱۴/۵}$$

تمرین

۱ ـ ساده ترین فرمول مادهٔ شیمیایی را که از ۶۳/۶۴ درصد نیتروژن و ۳۶/۳۶ درصد اکسیژن تشکیل یافته است ، معین کنید .

۲ ـ درپیریت آهن در مقابل ۷ قسمت وزنی آهن ۸ قسمت وزنی گوگرد

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

موجود است ، فرمول سادهٔ پیریت آهن را معین کنید .

۳ــ نمکی دارای ترکیب درصد زیراست : نیتروژن ۳۵ درصد ، ئیدروژن ۵ درصد ، اکسیژن ۶۰ درصد . از تأثیر قلیابر این نمك ، امونیاك تولید می‌شود . فرمول نمك را معین کنید .

۴ ــ چگالی گازهای زیر را نسبت به ئیدروژن حساب کنید : نیتروژن ، کلر ، آرگون ، امونیاك ، سولفور ئیدروژن ، کلرور ئیدروژن ، هلیم .

۵ ــ چگالی گازی نسبت به هوا ۱/۲۵ است ، جرم مولکولی گاز را معین کنید .

۶ــ یك لیتر هلیم درشرایط متعارفی ۰/۱۷۸۵ گرم جرم دارد . مولکول هلیم از چند اتم تشکیل یافته است ؟

۷ ــ چند مترمکعب اکسیژن برای سوختن یك متر مکعب مخلوط گازی دارای ۵۰ درصد حجمی ئیدروژن و ۵۰ درصد حجمی اکسید کربن ، مصرف می شود ؟

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

فصل سیزدهم

گروه چهارم

این گروه شامل دوعنصر چهارظرفیتی یعنی کربن و سیلیسیم است. ترکیبات ئیدروژن‌دار این عناصر یعنی CH_4 و SiH_4 گازی‌شکل و کاملاً خنثی هستند .

کربن $_{6}^{12}C$ (۲-۴)

حالت طبیعی ـ بدن موجود زنده از موادی تشکیل شده است که آنها را مواد آلی می‌نامیم . یکی از عناصر تشکیل دهندهٔ همهٔ این مواد کربن می‌باشد ، بنابراین کربن در بدن تمام موجودات زنده وجود دارد . اتمهای کربن چون می‌توانند به هم بپیوندند ترکیبات متنوع و فوق‌العاده زیاد آلی را تشکیل می‌دهند و شیمی آلی بخشی از شیمی است که موضوعش مطالعه در بارهٔ این مواد است .

جزء اعظم نفت و زغال سنگ که امروزه مهمترین منبع انرژی برای بشر می‌باشند نیز کربن است . کربن به‌صورت انواع مختلف کربناتها در طبیعت به‌مقدار زیاد یافت می‌شود و در جو به صورت انیدرید کربنیك به مقدار کم موجود است . کربن خالص در طبیعت به صورت الماس و گرافیت است .

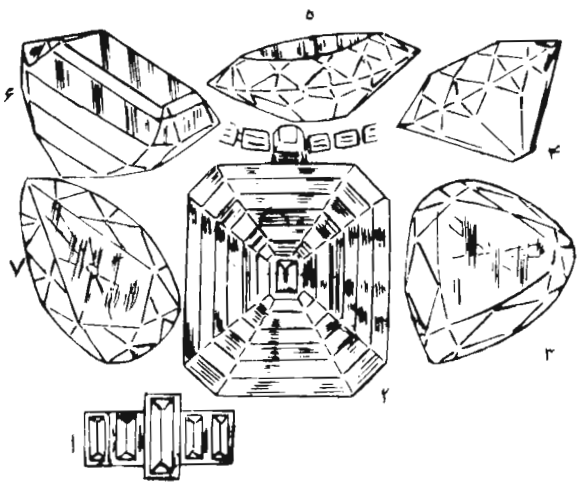
خواص فیزیکی و آلوتروپی کربن ـ بعضی از انواع کربن

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

متبلور و بعضی دیگر بی‌شکلند . الماس وگرافیت نوع متبلور ، آنتراسیت وزغالهای گوناگون نوع بی‌شکل آن هستند .

الماس ـ الماس نوعی کربن متبلور است که معمولا بیرنگ بوده وگاهی هم به‌رنگهای مختلف دیده می‌شود. برای ظاهرساختن درخشندگی الماس آن را تراش می‌دهند . ضریب انکسار الماس زیاد است ودرخشندگی آن نتیجهٔ انعکاس نور در سطوح مختلفی است که در اثر تراش بوجود می‌آید . تراش الماس به اشکال گوناگون انجام می‌شود . در شکل ۱۰۰ بعضی از انواع آن را مشاهده می‌کنید .

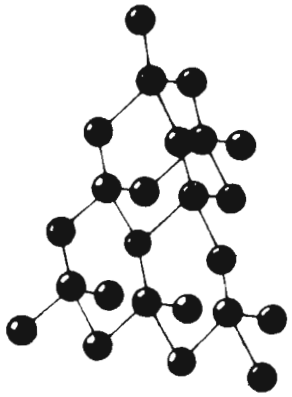


۱ـ پاگت ۲ـ برش مربعی ۳ـ قلبی شکل ۴ـ برلیان
۵ـ مارکیز ۶ـ چهارگوش ۷ـ بادامی

شکل ۱۰۰

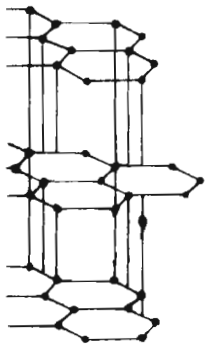
الماس سخت‌ترین ماده است و این سختی به‌علت طرز خاص قرار گرفتن اتمهای کربن در بلور آن می‌باشد . امروزه با استفاده از اشعهٔ X معلوم شده است که در الماس هر اتم کربن در وسط یك چهاروجهی منتظم قرارگرفته و با چهار اتم کربن دیگری که در چهار رأس چهاروجهی قرار گرفته‌اند پیوند دارد (شکل ۱۰۱) .

جرم مخصوص آن $3/5\ g/cm^3$ می‌باشد و تنها به‌کمك خاکه‌های خود تراشیده می‌شود. سنگینی آن‌را با قیراط (۰/۲ گرم) می‌سنجند. بزرگترین الماسی که تاکنون بدست آمده‌است قبل از تراش ۳۰۳۲ قیراط وزن داشته است. الماسهای پست را برای بریدن شیشه و سوراخ کردن سنگهای خارا بکار می‌برند. الماس دردرجات حرارت زیاد در اکسیژن می‌سوزد و تنها ترکیبی که از آن بدست می‌آید انیدریدکربنیك است .



شکل ۱۰۱ ـ طرز قرار گرفتن اتمهای کربن در الماس

گرافیت نیز کربن متبلوراست وشبکهٔ بلورین آن مطابق شکل ۱۰۲ می‌باشد . گرافیت برخلاف الماس ، بسیار نرم ، سیاه، کدر و برگ شدنی است. جرم مخصوص آن بین ۲/۳ تا ۲/۱۷ می‌باشد. حرارت والکتریسیته را بخوبی هدایت می‌کند. بیش از تمام مواد در مقابل حرارت مقاومت دارد و برای ساختن بوته و مغز مداد ، مصرف می‌شود . امروزه گرافیت و الماس را به‌طریق مصنوعی نیز تهیه می‌کنند .



شکل ۱۰۲ ـ طرز قرار گرفتن اتمهای کربن در گرافیت

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

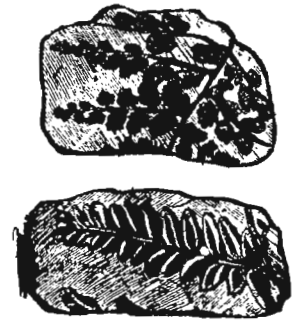
زغالها

زغالها اجسام سیاه رنگی هستند که جزء اعظم آنها کربن است و به‌عنوان سوخت بکار می‌روند . زغالها را به دو دسته تقسیم می‌کنند :

زغالهای طبیعی و **زغالهای مصنوعی** .

مهمترین اقسام زغالهای طبیعی به ترتیب مقدار درصد کربن آنها از این قرارند : **آنتراسیت** (۹۵ درصد) ، **زغال‌سنگ معمولی** (۷۵ تا ۹۰ درصد) ، **لیگنیت** (۶۰ درصد) و **تورب** (۵۰ درصد) .

زغال سنگها در نتیجهٔ تجزیهٔ مواد گیاهی بوجود آمده‌اند . گیاهانی که در ادوار گذشته در روی زمین بوده‌اند و بخصوص در دورهٔ کربنیفر توسعهٔ فراوانی داشته‌اند ، در زیر گل ولای مدفون شده در اثر فشار و حرارت و عوامل دیگر کم‌کم تجزیه شده مقدار زیادی از ئیدروژن و اکسیژن خود را از دست داده به صورت انواع مختلف کربن باقی مانده‌اند و این مسئله‌ازشکل‌شاخ‌وبرگ‌گیاهان‌گوناگون که بر روی زغال سنگها دیده می‌شود کاملا بثبوت می‌رسد (شکل ۱۰۳) .



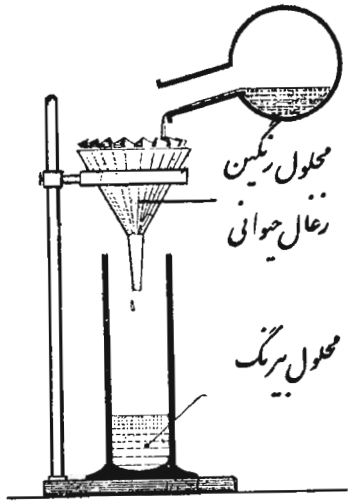
شکل ۱۰۳

زغالهای مصنوعی

زغال حیوانی از تکلیس استخوان حیوانات بدست می‌آید . دارای کمی کربن ومواد معدنی استخوان است . خاصیت مهم این زغال

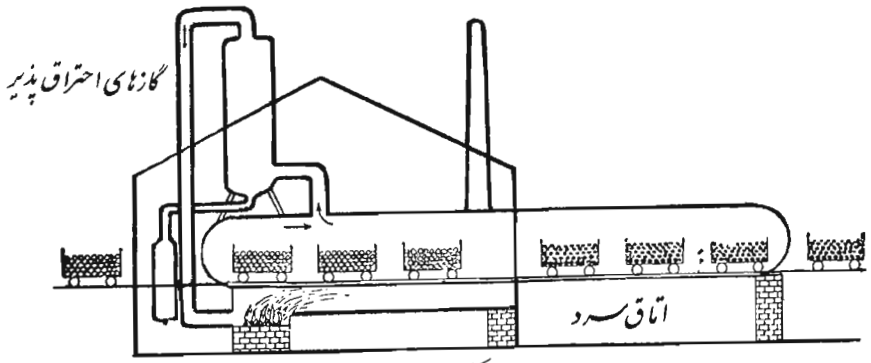
جذب گاز ومواد رنگی است و رنگ محلولهای آلی مانند شیرهٔ رنگین چغندر را می‌برد (شکل ۱۰۴) .

زغال چوب - چوب را در واگنهایی قرار داده در کوره‌های بزرگ (شکل ۱۰۵) چند ساعت حرارت می‌دهند و از بخارهای حاصل الکل‌چوب وجوهرسرکه و قطران بدست می‌آورند. بطورکلی هرچه درجهٔ حرارت کوره بیشتر باشد ، کربن زغال حاصل بیشتر خواهد بود . در ایران برای تهیهٔ زغال، چوب را در کوره یا در چاههایی سوزانده ، سیاه می‌کنند . هر تن چوب‌معمولی بیشتر از ۲۰۰ کیلو-گرم زغال نمی‌دهد .



شکل ۱۰۴

زغال چوب ، مایعات و گازها مخصوصاً گازهای محلول در آب را



شکل ۱۰۵

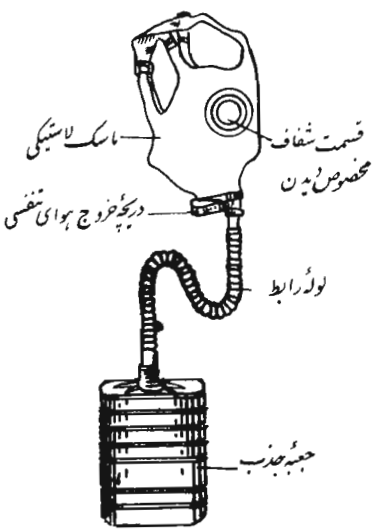
iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

جذب می‌کند . یك‌گرم زغال چوب ۱۸۰ سانتیمتر مکعب امونیاك و ۴۷ سانتیمتر مکعب گاز کربنیك و ۹۹ سانتیمترمکعب گاز سولفور ئیدروژن را جذب می‌کند و این وسیلهٔ خوبی برای بی‌بو کردن آبهایی است که شامل گازهای مختلف می‌باشند .

زغال فعال نوعی زغال است که به علت داشتن خلل و فرج زیاد خاصیت جذب زیادی دارد و با اضافه کردن بعضی کاتالیزورها می‌تواند بعضی گازها را عبور دهد و بعضی دیگر را جذب کند . از همین خاصیت برای تهیهٔ ماسکهای گاز استفاده می‌شود (شکل ۱۰۶) .

زغال کك وزغال قرع – برای تهیهٔ زغال کك و گاز چراغ ، زغال سنگ را در دیگهای بزرگ سربسته از گل آتشخوار حرارت می‌دهند . در این عمل روی جدار دیگ‌مادهٔ‌سختی‌موسوم به‌زغال‌قرع می‌بندد که برای پیلها و چراغهای زغالی‌وکوره‌های‌الکتریك‌بکارمی‌رود.درون‌دیگ‌نیز‌زغال متخلخلی می‌ماندکه به‌زغال‌کك موسوم‌است. زغال کك در حرارت زیاد بدون دود و شعله می‌سوزد . کك دارای

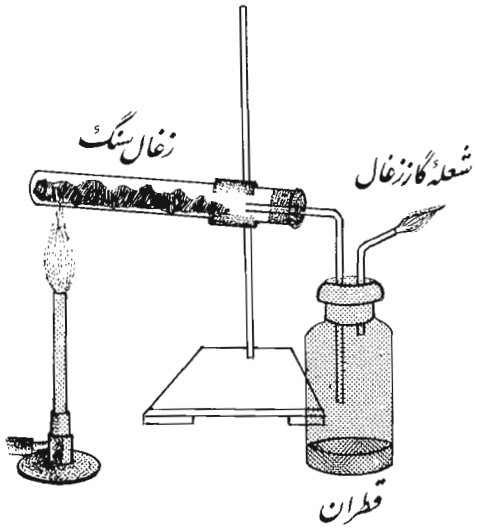


شکل ۱۰۶

۹۰ درصد کربن بی‌شکل می‌باشد و به عنوان یك مادهٔ احیا کننده در استخراج فلزها استعمال می‌شود . بعضی از گازهای حاصل از عمل فوق پس‌ازسردشدن به‌صورت مایع سیاه رنگی درمی‌آیدکه قطران زغال نامیده

می‌شود و شامل مواد مختلف آلی است که به‌وسیلهٔ تقطیر آنها را بدست می‌آورند . گازهایی که باقی می‌ماند سوزاست واز آن گاز چراغ تهیه می‌کنند .

دوده زغالی‌است بی‌شکل که از سوزاندن ترپانتین، قطران، نفت و لاستیك‌درهوای‌کم‌بدست می‌آید . دودهٔ پست برای نقاشی به رنگ سیاه ، و دوده‌های مرغوب (دودهٔ استیلن‌وغیره) برای‌تهیهٔ واکس و مرکب چاپ و غیره بکار می‌روند .



شکل ۱۰۷

ایزوتوپهای کربن – کربن دارای دو ایزوتوپ $C_{۱۳}$ و $C_{۱۴}$ است که اولی پایدار ودومی رادیو اکتیو است. نصف عمر[۱] $C_{۱۴}$ مساوی ۵۷۷۰ سال است و از این خاصیت برای تحقیق عمر بناهای تاریخی زیر خاکی استفاده می‌کنند .

خواص شیمیایی – مهمترین خاصیت کربن میل ترکیبی آن با اکسیژن است و از این رو احیا کننده‌ای قوی است. از این خاصیت برای

۱– نصف عمر یك مادهٔ رادیواکتیو مدتی است که در آن مدت نصف اتمهای مادهٔ رادیو اکتیو متلاشی می‌شود و به چیزهای دیگر تبدیل می‌شود .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

احیای مواد اکسیژن‌دار مخصوصاً اکسیدهای فلزی استفاده می‌کنند .

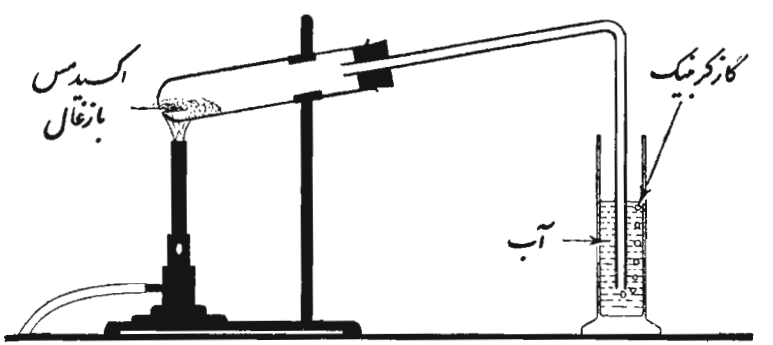
تمام اقسام کربن در اثر حرارت در هوا می‌سوزند و هرچه ، با دمیدن یا وسایل دیگر، مقدار اکسیژن را زیادتر کنیم ، شدت احتراق بیشتر خواهد شد .

$$C+O_2 \rightarrow CO_2+۹۴/۵ \text{ کالری بزرگ}$$

در درجهٔ حرارت زیاد یا در مجاورت اکسیژن کم ، اکسیدکربن بدست می‌آید .

احیاکنندگی ـ آزمایش ـ الف ـ در یك لولهٔ آزمایش مخلوطی از اکسید مس و خاکه زغال را حرارت دهید . ذره‌های مس سرخ رنگ و گاز کربنیك انجام یافتن واکنش زیر را نشان می‌دهند (شکل ۱۰۸) :

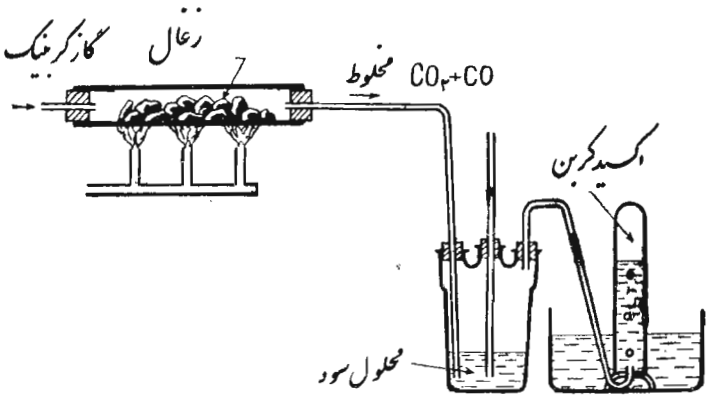
$$۲CuO+C \rightarrow CO_2+۲Cu$$



شکل ۱۰۸

ب ـ کربن در درجهٔ حرارت زیاد (۱۰۰۰ درجه) گاز کربنیك و بخار آب را تجزیه می‌کند (شکل ۱۰۹) .

$$C+H_2O \rightarrow CO+H_2$$
$$C+CO_2 \rightarrow ۲CO$$



شکل ۱۰۹

ج ـ کربن اسیدها و نمکهای اکسیژن‌دار را هم به کمك حرارت تجزیه می‌کند .

$$C+۲H_2SO_4 \rightarrow ۲SO_2+CO_2+۲H_2O$$
$$۴C+Na_2SO_4 \rightarrow ۴CO+Na_2S$$

ترکیب با سایر عناصر ـ کربن به کمك حرارت زیاد با بعضی عناصر نیز ترکیب می‌شود .

الف ـ با ئیدروژن در ۱۲۰۰ درجه ، متان و در مجاورت جرقهٔ الکتریك ، استیلن می‌دهد .

ب ـ کلر مستقیماً با کربن ترکیب نمی‌شود ولی بطور غیر مستقیم مثلا در واکنش با سولفور کربن CCl_4 می‌دهد .

$$CS_2+۳Cl_2 \rightarrow CCl_4+S_2Cl_2$$

ج ـ با گوگرد در کورهٔ الکتریك سولفور کربن (CS_2) می‌دهد که مایعی است بیرنگ و بدبو وسمی و بشدت آتشگیر .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

د ـ بافلزها کربورهایی می‌دهد که مهمتر از همه کربور کلسیم و کربور آلومینیم است .

طرز شناختن ـ برای شناختن کربن و موادی که دارای کربن هستند آنها را در جریان اکسیژن با اکسید مس حرارت می‌دهند و گاز کربنیك حاصل را به کمك آب آهك می‌شناسند .

تمرین

۱ ـ کربن چند ایزوتوپ و چند شکل آلوتروپی دارد ؟

۲ ـ زغال کك و زغال سنگ و زغال چوب هر یك چه ارزش و چه مزیتی دارد ؟

۳ ـ کربن در چه شرایط با اکسیژن ، CO و در چه شرایط ، CO_2 می دهد ؟

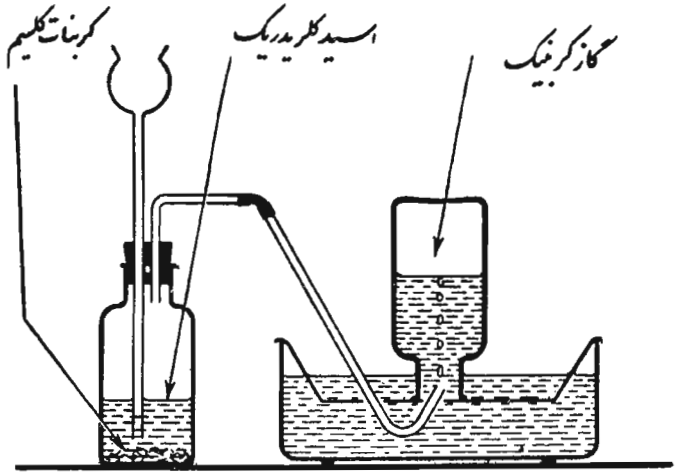
۴ ـ فرمول اثر کربن را بر اسید سولفوریک و اسید نیتریک گرم و غلیظ بنویسید و درجهٔ اکسیداسیون کربن و گوگرد یا کربن و نیتروژن را در دو طرف فرمول مقایسه کنید .

۵ ـ کربن و گوگرد در چه شرایطی ترکیب می‌شوند ؟ و این ترکیب با سوختن زغال در اکسیژن چه تفاوت و چه شباهتی دارد ؟

۶ ـ به کمک چه آزمایش ساده‌ای اکسید مس سیاه رنگ را از پودر زغال تمیز می‌دهید ؟

انیدرید کربنیك $CO_2 = ۴۴$

حالت طبیعی ـ انیدرید کربنیك به‌مقدارکم درهوا موجود است و نسبت حجمی آن تقریباً ثابت و در حدود ۳ ده هزارم است . انیدرید کربنیك از اکسیداسیون وفساد مواد آلی به‌طرق مختلف مانند تنفس ،



شکل ۱۱۰ ـ طرز تهیهٔ گاز کربنیك

سوختن مواد سوختنی و غیره تولید می‌شود و همچنین از بعضی منافذ زمین خارج می‌شود . همین مقدار انیدرید کربنیك نقش مهمی در زندگی دارد ، زیرا گیاهان با جذب همین انیدرید کربنیك مواد غذایی مانند قند ، نشاسته و غیره را ایجاد می‌کنند .

طرز تهیه ـ در آزمایشگاه ـ گازکربنیك از تأثیر اسیدها بر کربناتها تهیه می‌شود . از جوهر نمك و سنگ مرمر نیز می‌توان (شکل ۱۱۰) گازکربنیك بدست آورد .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

دستگاه تهیهٔ CO_2 شبیه به‌دستگاه ئیدروژن‌گیری است .

در کارخانه‌های قندسازی گاز کربنیك لازم را از پختن سنگ آهك بدست می‌آورند .

$$CaCO_3 \rightarrow CO_2\uparrow + CaO$$

خواص فیزیکی ـ گازی است بیرنگ و بی‌بو ، محلول آن در آب اندکی ترش مزه است ، از هوا سنگین‌تر است ($d = \frac{44}{29}$) و به همین مناسبت می‌توان آن را مانند مایعات از ظرفی به ظرف دیگر ریخت . در آب کمی حل می‌شود (یك لیتر درهر لیتر) .

در اثر فشار زیاد می‌توان مقدار بیشتری از این گاز را در آب حل کرد (نوشابهٔ گازدار) .

انیدرید کربنیك در فشار ۷۰ جو در درجهٔ حرارت معمولی مایع می‌شود. درصنعت انیدرید کربنیك مایع را در بطریهای چدنی نگهداری می‌کنند. از تبخیر انیدرید کربنیك مایع می‌توان سرمای زیاد تهیه کرد و مقداری از آن را به حالت جامد (یخ خشك) بدست آورد که برای سرد نگه‌داشتن مواد غذایی از آن استفاده می‌شود .

خواص شیمیایی ـ الف ـ ثبات ـ انیدریدکربنیك ماده‌ای است باثبات و تنها بر اثر حرارت زیاد یا احیا کننده‌های قوی تجزیه می‌شود واز این لحاظ با بخار آب قابل مقایسه است .

ب ـ اثر احیاکننده‌ها ـ آزمایش ـ یك نوار منیزیم را مشتعل کرده در شیشهٔ گازکربنیك وارد می‌کنیم . منیزیم در این گاز به سوختن خود ادامه می‌دهد وذرات کربن به‌صورت دوده روی جدار شیشه می‌نشیند.

$$CO_2 + 2Mg \rightarrow 2MgO + C$$

احیا کننده‌های ضعیف‌تر مانند زغال در درجهٔ حرارت حدود ۱۰۰۰ درجه CO_2 را احیا و به CO تبدیل می‌کند .

$$CO_2 + C \rightarrow 2CO$$

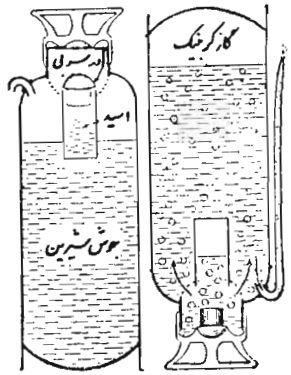
ج ـ خاصیت انیدریدی ـ محلول غلیظ انیدرید کربنیك اندکی ترش مزه است و تورنسل را سرخ پیازی می‌کند . این محلول محتوی اسیدی است بسیار ضعیف، به‌نام اسیدکربنیك .

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$$

این اسید مانند اسیدسولفوروزود تجزیه می‌شود و تا کنون نتوانسته‌اندآن‌را به‌حالت خالص بدست‌آورند. بابازها دو نوع نمك می‌دهد.

جوش شیرین یابیکربنات سدیم $CO_2 + NaOH \rightarrow NaHCO_3$

نمك قلیا یاکربنات سدیم $CO_2 + 2NaOH \rightarrow H_2O + Na_2CO_3$



شکل ۱۱۱

موارد استعمال ـ گازکربنیك را در آتش‌نشانی به‌صورت‌گاز ویخ کربنیك مصرف می‌کنند . مخلوط این دو که ازیك دستگاه محتوی انیدرید کربنیك مایع بیرون می‌ریزد هم در اثر سرد کردن و هم به علت تشکیل گاز CO_2 که اکسیژن را از مادهٔ سوختنی جدا می‌کند ، برای خاموش کردن آتش‌ـ سوزیهای کوچك که درمعرض جریان باد شدید نباشند خیلی مؤثراست.

نوع دیگر دستگاههای آتش نشانی از دو ظرف تشکیل شده که یکی محتوی محلول جوش‌شیرین و دیگری محتوی محلول اسید است .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

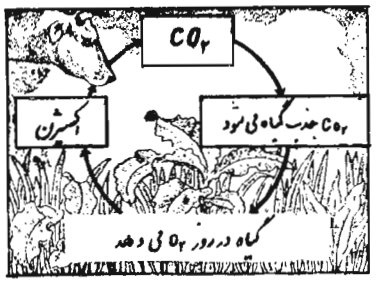
دهانهٔ ظرف اسید به‌وسیلهٔ درپوش سربی بسته است . وقتی که دستگاه را واژگون کنند درپوش سربی می‌افتد و مخلوط اسید و بیکربنات ، مقدار زیادی انیدریدکربنیک تولید می‌کند (شکل۱۱۱) . این گاز، آب محتوی ظرف را با فشار به خارج می‌پراکند. دراین‌عمل اثر خاموش‌کردن بیشتر به‌وسیلهٔ آب انجام می‌شود . در طریقهٔ دیگر برهمین اساس به جای اسید سولفوریک، سولفات آلومینیم بکارمی‌برند. فرمول‌عمل ازاین‌قرار است:

$$Al_2(SO_4)_3+6NaHCO_3\rightarrow 6CO_2\uparrow+2Al(OH)_3+3Na_2SO_4$$

مخلوط اخیر این مزیت را دارد که ئیدروکسید آلومینیم حاصل بر سطح مادهٔ سوختنی می‌نشیند و لایه‌ای نسوز برروی آن تشکیل می‌دهد .

گازکربنیک را برای تهیهٔ کربناتها و تهیهٔ نوشابه‌های گازدار و نگاهداری میوه‌ها نیز بکار می‌برند .

دورهٔ کربن ـ چنانکه دیدیم انیدریدکربنیک درهوا به‌نسبت سه در ده هزار وجود دارد . در اثر تنفس موجودات زنده و احتراق مواد، برمقدار انیدرید کربنیک هوا اضافه می‌شود ، اما گیاهان در عمل کربن‌گیری این‌گاز را جذب می‌کنند بطوری‌که این نسبت ثابت می‌ماند . به‌این طرین‌کربن در طبیعت دور می‌زند (شکل ۱۱۲) .



شکل ۱۱۲

کربناتها ، نمکهای اسیدکربنیک هستند. غیرازکربناتهای قلیایی

همهٔ کربناتهای خنثی در آب نامحلولند . بیکربناتها در اثرحرارت بآسانی انیدرید کربنیک می‌دهند .

$$2NaHCO_3\rightarrow Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$$

طرز شناختن ـ گازکربنیک را به‌وسیلهٔ آب آهک که آن را کدر می‌کند ، می‌شناسند . برای شناختن کربناتها و بیکربناتها ، برآنها اسید اضافه می‌کنند وگاز کربنیک حاصل را می‌شناسند .

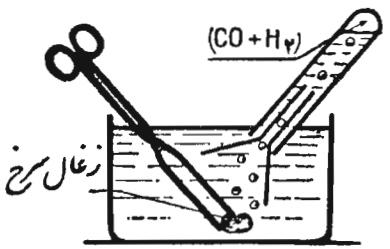
اکسید کربن ۲۸ = CO

اکسید کربن در طبیعت یافت نمی‌شود وفقط از سوختن ناقص کربن و ترکیبات کربن‌دار در درجهٔ حرارت زیاد بدست می‌آید .

طرز تهیه ـ الف ـ در آزمایشگاه برای تهیهٔ اکسید کربن به کمک اسید سولفوریک گرم و غلیظ از اسید فرمیک یا اسید اکسالیک آب جذب می‌کنند :

$$HCOOH\rightarrow CO\uparrow+H_2O$$
$$(COOH)_2\rightarrow CO\uparrow+CO_2\uparrow+H_2O$$

ب ـ در صنعت برای تهیهٔ این گاز به صورت سوخت گازی شکل ، انیدریدکربنیک و بخار آب را به‌وسیلهٔ زغال احیا می‌کنند (شکل ۱۱۳):



شکل ۱۱۳

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

$$C+CO_2 \rightarrow 2CO$$
$$C+H_2O \rightarrow CO+H_2$$

موارد تشکیل اکسید کربن ـ وقتی که زغال در درجات حرارت زیاد و با اکسیژن کم می‌سوزد ، در اثر احتراق ناقص، اکسیدکربن حاصل می‌شود . بنابراین باید از تنفس در نزدیك کوره‌ها و در اتاقهای در بسته خودداری کرد . وقتی‌که موتور اتومبیل سرد باشد یا در گاراژ بسته باشد و اتومبیل کار کند ، همین گاز سمی تشکیل می‌شود .

خواص فیزیکی ـ گازی است بیرنگ، بی‌بو وبسیار سمی و قابل نفوذ ، سنگینی آن در حدود سنگینی هواست ($d=\frac{۲۸}{۲۹}$) و به همین مناسبت در محل تشکیل باقی می‌ماند . در -۱۹۲° ـ مایع می‌شود ، در آب کم محلول است .

خواص شیمیایی ـ اکسید کربن ، گازی است باثبات ، خاصیت احیا کنندگی دارد . درهوا یا اکسیژن باشعلهٔ آبی رنگ می‌سوزد .

$$CO+\frac{۱}{۲}O_2 \rightarrow CO_2$$

خاصیت احیاکنندگی ـ بخار آب و اکسیدهای فلزی را به‌کمك حرارت تجزیه می‌کند (شکل ۱۱۴) .

شکل ۱۱۴

$$CO+H_2O \rightarrow CO_2+H_2$$
$$CuO+CO \rightarrow CO_2+Cu$$
$$Fe_2O_3+3CO \rightarrow 3CO_2+2Fe$$

سمیت اکسیدکربن ـ اکسیدکربن گازی است بسیار خطرناك 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 مادهٔ باثباتی (کربوکسی هموگلوبین) می‌دهد . گلبولهای خون غیر فعال می‌شوند و دیگر نمی‌توانند اکسیژن را جذب کرده به بافتها برسانند . اگر یك درصد هوا اکسید کربن باشد ، در چند دقیقه و اگر به‌نسبت $\frac{۱}{۵۰۰}$ باشد ، در نیم ساعت شخص را از پا درمی‌آورد ، 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 این‌گاز ، تنفس مصنوعی با اکسیژن خالص و تزریق بلودومتیل است .

تمرین و مسئله

۱ ـ چگونه CO را به CO_2 و برعکس تبدیل می‌کنند ؟

۲ ـ انیدرید کربنیك و اکسید کربن را در موارد زیر مقایسه کنید :

الف ـ سنگینی نسبت به‌هوا ، ب ـ قابلیت حل شدن در آب ، ج ـ سوزا بودن ، د ـ خاصیت احیا کنندگی ، هـ ـ اثر فیزیولوژی و سمیت ، و ـ تمیز دادن از یکدیگر ، ز ـ رنگ و بو و طعم .

۳ ـ کربناتها و بیکربناتها چطور به‌هم تبدیل می‌شوند ؟

۴ ـ یخ خشك با یخ معمولی چه تفاوتی دارد و چگونه با انداختن آنها در آب ، آنها را از یکدیگر تمیز می‌دهند ؟

۵ ـ چه گازهایی به صورت متراکم یا مایع در صنعت تهیه و مصرف می شوند ؟

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

۶ ــ کدام احیاکننده‌ها گازکربنیك را احیا می‌کنند ؟

۷ ــ از اثرگاز کربنیك برمحلول سود و کربنات سدیم ، چه موادی بدست می آیند ؟

۸ ــ چگونه کربناتها را می‌شناسید ؟

۹ ــ بیکربنات سدیم خاصیت اسیدی دارد یا بازی یا خنثی ؟

۱۰ ــ محلول سود و بیکربنات و کربنات سدیم را چگونه از هم تمیز می دهند ؟

۱۱ ــ ۱/۲ گرم کربن (زغال قند که تقریباً خالص است) را با اسید سولفوریک می‌جوشانیم . حجم گازهای حاصل را حساب کنید .

(ج : ۶/۷۲ لیتر)

۱۲ ــ برای تهیهٔ ۲/۲۴ لیتر CO_2 چند گرم کربنات کلسیم لازم است ؟ برای همین منظور چندگرم جوش شیرین را باید حرارت داد یا چند گرم سولفات آلومینیم و جوش‌شیرین را باید بر یکدیگر اثر داد ؟

(ج : اول ۱۰ گرم، دوم ۱۶/۸ گرم ، سوم ۸/۴ گرم جوش و ۵/۷ گرم سولفات آلومینیم)

۱۳ ــ در شهر تهران تقریباً یک صد هزار اتوموبیل کار می‌کند و هریک در هر روز بطور متوسط ۲/۵ لیتر بنزین مصرف می‌کند . بنزین را می‌توان به فرمول C_6H_{14} تصور کرد (بنزین مخلوط چند ئیدروکربور است) ، تعیین کنید روزانه چندلیتر هوا از صورت مفید خارج می‌شود وچند لیتر CO_2 تولید می‌گردد (احتراق را کامل فرض‌کنید)؟ جرم مخصوص بنزین را $0/8 g/cm^3$ فرض کنید .

(ج : $۲۴/۷ \times ۱۰^۸$ لیتر هوا و $۳/۱۲ \times ۱۰^۸$ لیتر CO_2)

۱۴ ــ مخلوطی از CO و CO_2 ، ۳۳/۶ لیتر حجم دارد و چون از روی‌اکسید مس سیاه‌گرم شده عبور داده شود ، بدون افزودن حجم ، جرم مخصوص

$\frac{۱۰}{۴۳}$ زیادتر می‌شود . اولا حجم هریك از دو گاز را در مخلوط تعیین کنید . ثانیاً وزن یك لیتر مخلوط اولیه را تعیین کنید .

راهنمایی : از روی ازدیاد جرم مخصوص ، افزایش جرم را تعیین می‌کنیم ، این جرم اکسیژنی است که به وسیلهٔ CO جذب شده است .

(ج : اول ، حجم CO ۱۱/۲ لیتر و حجم CO_2 ۲۲/۴ لیتر ، دوم ۱/۷ گرم)

۱۵ ــ از ۱۸ گرم اسید اکسالیك به کمك اسید سولفوریك ، چند لیتر اکسید کربن و چند لیتر گاز کربنیك بدست می آید .

(ج : ۴/۴۸ لیتر ، ۴/۴۸ لیتر)

۱۶ ــ می‌خواهیم شیشه‌ای به گنجایش $۵۶۰ cm^3$ را از اکسید کربن (در شرایط متعارفی) پر کنیم . معین کنید چند گرم اسید فرمیك لازم است .

(ج : ۱/۱۵ گرم)

۱۷ ــ محلول مخلوطی از کربنات سدیم و کلرورسدیم در اثر اسید ۴۴۸ سانتیمتر مکعب گاز کربنیك و در اثر محلول نیترات نقره ۸/۳۹ گرم رسوب می دهد . حساب کنید جرم هریك از این دو نمك را .

(ج : ۲/۱۲ گرم ، ۱/۱۷ گرم)

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

سیلیسیم

$^{28}_{14}Si$ (۲-۸-۴)

حالت طبیعی - به حالت ترکیب بسیار فراوان و ۲۶ درصد پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهد ، ترکیبات آن به صورت SiO_2 سیلیس و سیلیکاتها می‌باشد .

طرز تهیه - سیلیس را به وسیلهٔ کربن یا منیزیم در حرارت فوق‌العاده زیاد احیا می‌کنند .

$$SiO_2+2C\rightarrow 2CO+Si$$
$$SiO_2+2Mg\rightarrow Si+2MgO$$

خواص فیزیکی - سیلیسیم یا بی‌شکل است یا متبلور . متبلور آن به‌صورت ورقه‌های منشوری با قاعدهٔ مسدس و به‌رنگ خاکستری سربی است. جرم مخصوص آن $2/5 g/cm^3$ است و در ۱۴۰۰ درجه ذوب می‌شود. خاصیت هدایت الکتریکی آن کم است و دارای جلای فلزی است . سیلیسیم بی‌شکل گردی قهوه‌ای رنگ وجرم مخصوص آن $2/35 g/cm^3$ می‌باشد .

خواص شیمیایی - با اکسیژن به کمك حرارت میل ترکیبی زیاد دارد و می‌سوزد . نوع بی‌شکل آن با بازها ئیدروژن می‌دهد . اسیدها جز اسید فلوئوریدریك بر آن بی اثر هستند .

$$Si+2NaOH+H_2O\rightarrow Na_2SiO_3+2H_2\uparrow$$

فلوئور بدون کمك حرارت با سیلیسیم ترکیب می‌شود .

$$Si+2F_2\rightarrow SiF_4$$

کلر در ۴۵۰ درجه بر آن مؤثر است و $SiCl_4$ مایع تولید می‌کند.

نوع بی‌شکل ، سطحش در هوا کمی اکسید می‌شود و در ۴۰۰ درجه، در جریان اکسیژن می‌سوزد .

از ترکیب کربن وسیلیسیم درکورهٔ الکتریك مادهٔ سختی به فرمول SiC به نام کربوراندم تولید می‌شود که یاقوت را می‌برد .

$$SiO_2+3C\rightarrow SiC+2CO\uparrow$$

سیلیس (انیدرید سیلیسیك) $SiO_2=60$

۶۰٪ قشر زمین سیلیس است و تقریباً قشر خارجی زمین را سیلیس و آلومین (Al_2O_3) تشکیل می‌دهند .

سیلیس به صورت سنگهای خروجی مانند کوارتز و سنگهای کورنالین و آمتیست یافت می‌شود . کوارتز سیلیس متبلور است که بی‌رنگ و به‌شکل منشور مسدس‌القاعده می‌باشد .

ماسه ، سیلیس و اکسید آلومینیم و اکسید آهن دارد . میکا و بخصوص فلدسپات هم از سیلیکاتهای طبیعی فراوان هستند .

سیلیس در ساقهٔ گندم و پوست اغلب گیاهان یافت می‌شود .

تهیهٔ سیلیس - اسید سولفوریك را بر سیلیکاتهای محلول اثر

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

می‌دهند ، رسوب ژله‌ای شکل حاصل می‌شود . چنانچه آن را گرم کنیم سیلیس بی‌شکل بدست می‌آید .

$$K_2SiO_3+H_2SO_4\rightarrow SiO_2\cdot H_2O+K_2SO_4$$

رسوب ژله‌ای مزبور اسید سیلیسیك است که آن را به صورت $SiO_2\cdot H_2O$ یا H_2SiO_3 می‌توان نوشت. ترکیبات این اسید را سیلیکات می‌نامند .

خواص فیزیکی ـ بلور کوارتز منشوری و سخت است و شیشه را خط می‌اندازد. جرم مخصوص آن $2/5 g/cm^3$ است. از ذوب کوارتز شیشهٔ بیرنگ از نوع بسیار اعلا تهیه می‌شود. این نوع شیشه در اثر تغییر ناگهانی درجهٔ گرما نمی‌شکند و دیرذوب می‌شود. سیلیس در آب نامحلول است . جرم مخصوص نوع بی‌شکل آن $2/2 g/cm^3$ است .

خواص شیمیایی ـ باقلیاها ، سیلیکات می‌دهد .

$$SiO_2+2KOH\rightarrow K_2SiO_3+H_2O$$

سیلیکاتهای قلیایی در آب محلولند ومحلول آن برای تهیهٔ سیمانهای ضد اسید ورنگهای نسوز و مانند آن مصرف می‌شود .

دربین اسیدها فقط اسید فلوئوریدریك در حرارت معمولی بر آن مؤثر است (حکاکی روی شیشه) .

$$SiO_2+4HF\rightarrow SiF_4+2H_2O$$

شیشه

شیشه‌هارا از ذوب سیلیس با کربنات سدیم و کربنات کلسیم بدست

می‌آورند. پس معمولا شیشه‌ها سیلیکاتهای فلزات قلیایی وکلسیم هستند.

$$SiO_2+CaCO_3\rightarrow CaSiO_3+CO_2\uparrow$$
$$SiO_2+Na_2CO_3\rightarrow Na_2SiO_3+CO_2\uparrow$$

در ساختن شیشه‌های بطری ، معمولا سیلیس ناخالص (ماسه) بکار می‌برند و به همین جهت شیشهٔ آن رنگین می‌باشد .

افزایش املاح سرب ، سبب می‌شود که شیشه ضریب انکسارش زیادتر شود و درخشان جلوه کند . افزایش بی‌اکسید منگنز سبب می‌شود که اکسیدهای فلزی موجود در شیشه با آن ترکیب کف مانند بدهند و از خمیر جدا گردند . پس بی‌اکسید منگنز ، شیشه را بیرنگ می‌کند و به‌همین مناسبت آن را صابون شیشه‌گری نام گذارده‌اند . خمیر شیشه را می‌توان با نورد مسطح کرد یا در داخل قالب دمید و به صورت بطری وغیره در آورد ، یا با دست می‌توان آن را به اشکال گیلاس و لوله وغیره در آورد .

فرمول ترکیب شیشه‌های خوب چنین است :

$$Na_2SiO_3+CaSiO_3+4SiO_2$$

رنگ شیشه‌ها به‌علت وجود املاح فلزات مختلف در شیشه است . مثلاً ترکیبات کبالت رنگ شیشه را آبی می‌کند . شیشه‌های سبز رنگ چراغهای راهنمایی را با اضافه کردن کرومات سدیم و شیشه‌های قرمز رنگ را با اضافه کردن ترکیبات سلنیم درست می‌کنند .

شیشهٔ پیرکس ـ شیشهٔ پیرکس یا شیشهٔ آتشخوار شیشه‌ای است که در مقابل حرارت مقاومت دارد . این نوع شیشه دارای ۸۰٪ سیلیس و ۱۳٪ B_2O_3 (انیدرید بوریك) و مقداری کربنات سدیم و Al_2O_3

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

می‌باشد و در نتیجه ضریب انبساط حرارتی آن بسیار کم و مقاومت آن در مقابل مواد شیمیایی زیاد است . برعکس شیشه‌های معمولی که‌در اثر سرد شدن ناگهانی می‌شکنند ، در مقابل سرما و ضربه مقاومت می‌کند و نمی‌شکند . اخیراً از این نوع شیشه‌ها ظروفی برای پختن وگرم‌کردن غذاها ساخته‌اند .

شیشهٔ بی‌خطر ــ درشیشه‌های اتوموبیل یك ورقهٔ پلاستیکی شفاف بین دو صفحهٔ شیشه‌ای نازك قرار می‌دهند و آن را در اثر حرارت و فشار تبدیل به یك صفحه می‌کنند . اگر این نوع شیشه‌ها در اثر ضربه‌بشکنند تکه‌های آن به اطراف پراکنده نمی‌شود .

پارچه و پشم شیشه ــ اگر شیشهٔ گداخته را در اثر فشار از سوراخهای بسیار ریز بگذرانند، الیافی که به « پشم شیشه » معروف است بدست می‌آید . می‌توان بآسانی از این الیاف نخ و پارچه تهیه کرد . این پارچه‌ها را به‌رنگهای مختلف یا گلدار هم می‌توان تهیه کرد . پارچه‌های شیشه‌ای از پارچه‌های معمولی دیرتر کثیف می‌شوند وشستن آنها آسانتر است و احتیاج به اتو هم ندارد و البته برای پرده و غیره بر پارچه‌های معمولی مزیت دارد .

« پشم شیشه » برای جلوگیری از انتقال حرارت در جدار یخچالها مصرف می‌شود . برای صاف کردن اسیدهای غلیظ و غیره در کارخانه‌ها مصرف دارد . ونیز برای جلوگیری از انعکاس صوت در سقف سالنها بکار می‌رود .

تمرین

۱ــ چگونه از سیلیکات سدیم ، سیلیس و چگونه از سیلیس ، سیلیکات تهیه می‌کنند ؟

۲ــ CO_2 و SiO_2 را در خواص فیزیکی وشیمیایی مقایسه کنید .

۳ــ مهمترین سیلیکاتها کدامند و در شیشه‌ها کدام سیلیکاتها موجود است ؟

۴ــ کربوراندم دارای ۷۰ درصد سیلیسیم و ۳۰ درصد کربن است. فرمول سادهٔ کربوراندم را معین کنید .

۵ــ سیلیس و سیلیکاتها در طبیعت و صنعت چه اهمیتی دارند ؟

۶ــ تتراکلرور سیلیسیم در هوای مرطوب ئیدرولیز می‌شود و دود غلیظ می‌دهد . فرمول واکنش ئیدرولیز این ماده را بنویسید .

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۱	ئیدروژن	H	۱	۲۹	مس	Cu	۶۳/۵
۲	هلیم	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	ارسنیك	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	روبیدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرونسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم	Na	۲۳	۳۹	ایتریم	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	تیتانیم	Ti	۴۷	۵۰	قلع	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۵۱	انتیموان	Sb	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۵۳	ید	I	۱۲۷
۲۶	آهن	Fe	۵۶	۵۴	گزنون	Xe	۱۳۱
۲۷	کبالت	Co	۵۹	۵۵	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۵۶	باریم	Ba	۱۳۷

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۵۷	لانتانوم	La	۱۳۹	۸۱	تالیم	Tl	۲۰۴
۵۸	سریم	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	ساماریم	Sm	۱۵۰/۵	۸۶	رادون	Rn	۲۲۲
۶۳	اروپیم	Eu	۱۵۲	۸۷	فرانسیم	Fr	۲۲۳*
۶۴	گادولینیم	Gd	۱۵۷	۸۸	رادیم	Ra	۲۲۶
۶۵	تربیم	Tb	۱۵۹	۸۹	آکتینیم	Ac	۲۲۷
۶۶	دیسپروسیم	Dy	۱۶۲/۵	۹۰	توریم	Th	۲۳۲
۶۷	هولمیم	Ho	۱۶۵	۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۲۳۱
۶۸	اربیم	Er	۱۶۷	۹۲	اورانیم	U	۲۳۸
۶۹	تولیم	Tm	۱۶۹	۹۳	نپتونیم	Np	۲۳۷*
۷۰	ایتربیم	Yb	۱۷۳	۹۴	پلوتونیم	Pu	۲۴۲*
۷۱	لوتسیم	Lu	۱۷۵	۹۵	امریسیم	Am	۲۴۳*
۷۲	هافنیم	Hf	۱۷۸/۵	۹۶	کوریم	Cm	۲۴۷*
۷۳	تانتال	Ta	۱۸۱	۹۷	برکلیم	Bk	۲۴۹
۷۴	تنگستن	W	۱۸۴	۹۸	کالیفورنیم	Cf	۲۵۱
۷۵	رنیم	Re	۱۸۶	۹۹	اینشتینیم	Es	۲۵۴
۷۶	اسمیم	Os	۱۹۰	۱۰۰	فرمیم	Fm	۲۵۳
۷۷	ایریدیم	Ir	۱۹۲	۱۰۱	مندلیم	Mv	۲۵۶
۷۸	پلاتین	Pt	۱۹۵	۱۰۲	نوبلیم	No	۲۵۴
۷۹	طلا	Au	۱۹۷	۱۰۳	لاورانسیم	Lw	۲۵۷
۸۰	جیوه	Hg	۲۰۰/۵				

اوزان اتمی عناصری که به علامت * مشخص شده مربوط به فراوانترین یا باثبات‌ترین ایزوتوپهای آن عنصر است .

پایان

iranchembook.ir/edu

khosro۱۹۵۲

جدول تناوبی عناصر

فلزات سبک

فلزات واسطه یا گذار

غیرفلزات

گازهای بی‌اثر

آرایش الکترونی عناصر انتهای هر دوره

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII		IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
۱ K	۱,۰۰۸ H ۱ ۲-۱																۴,۰۰۳ He ۲ ۲-۲
۲ L	۶,۹۴۱ Li ۳ ۲-۱	۹,۰۱۲ Be ۴ ۲-۲										۱۰,۸۱۱ B ۵ ۲-۳	۱۲,۰۱۱ C ۶ ۲-۴	۱۴,۰۰۷ N ۷ ۲-۵	۱۵,۹۹۹ O ۸ ۲-۶	۱۸,۹۹۸ F ۹ ۲-۷	۲۰,۱۸۳ Ne ۱۰ ۲-۸
۳ M	۲۲,۹۹۰ Na ۱۱ ۲-۸-۱	۲۴,۳۱۲ Mg ۱۲ ۲-۸-۲										۲۶,۹۸۲ Al ۱۳ ۲-۸-۳	۲۸,۰۸۶ Si ۱۴ ۲-۸-۴	۳۰,۹۷۴ P ۱۵ ۲-۸-۵	۳۲,۰۶۴ S ۱۶ ۲-۸-۶	۳۵,۴۵۳ Cl ۱۷ ۲-۸-۷	۳۹,۹۴۸ Ar ۱۸ ۲-۸-۸
۴ N	۳۹,۱۰۲ K ۱۹ ۲-۸-۸-۱	۴۰,۰۸ Ca ۲۰ ۲-۸-۸-۲	۴۴,۹۵۶ Sc ۲۱ ۲-۸-۹-۲	۴۷,۹۰ Ti ۲۲ ۲-۸-۱۰-۲	۵۰,۹۴۱ V ۲۳ ۲-۸-۱۱-۲	۵۱,۹۹۶ Cr ۲۴ ۲-۸-۱۳-۱	۵۴,۹۳۸ Mn ۲۵ ۲-۸-۱۳-۲	۵۵,۸۴۷ Fe ۲۶ ۲-۸-۱۴-۲	۵۸,۹۳۳ Co ۲۷ ۲-۸-۱۵-۲	۵۸,۷۱ Ni ۲۸ ۲-۸-۱۶-۲	۶۳,۵۴ Cu ۲۹ ۲-۸-۱۸-۱	۶۵,۳۷ Zn ۳۰ ۲-۸-۱۸-۲	۶۹,۷۲ Ga ۳۱ ۲-۸-۱۸-۳	۷۲,۵۹ Ge ۳۲ ۲-۸-۱۸-۴	۷۴,۹۲۲ As ۳۳ ۲-۸-۱۸-۵	۷۸,۹۶ Se ۳۴ ۲-۸-۱۸-۶	۷۹,۹۰۹ Br ۳۵ ۲-۸-۱۸-۷	۸۳,۸۰ Kr ۳۶ ۲-۸-۱۸-۸
۵ O	۸۵,۴۷ Rb ۳۷ ۲-۸-۱۸-۸-۱	۸۷,۶۲ Sr ۳۸ ۲-۸-۱۸-۸-۲	۸۸,۹۰۵ Y ۳۹ ۲-۸-۱۸-۹-۲	۹۱,۲۲ Zr ۴۰ ۲-۸-۱۸-۱۰-۲	۹۲,۹۰۶ Nb ۴۱ ۲-۸-۱۸-۱۲-۱	۹۵,۹۴ Mo ۴۲ ۲-۸-۱۸-۱۳-۱	(۹۹) Tc ۴۳ ۲-۸-۱۸-۱۳-۲	۱۰۱,۰۷ Ru ۴۴ ۲-۸-۱۸-۱۵-۱	۱۰۲,۹۰۵ Rh ۴۵ ۲-۸-۱۸-۱۶-۱	۱۰۶,۴ Pd ۴۶ ۲-۸-۱۸-۱۸	۱۰۷,۸۷۰ Ag ۴۷ ۲-۸-۱۸-۱۸-۱	۱۱۲,۴۰ Cd ۴۸ ۲-۸-۱۸-۱۸-۲	۱۱۴,۸۲ In ۴۹ ۲-۸-۱۸-۱۸-۳	۱۱۸,۶۹ Sn ۵۰ ۲-۸-۱۸-۱۸-۴	۱۲۱,۷۵ Sb ۵۱ ۲-۸-۱۸-۱۸-۵	۱۲۷,۶۰ Te ۵۲ ۲-۸-۱۸-۱۸-۶	۱۲۶,۹۰۴ I ۵۳ ۲-۸-۱۸-۱۸-۷	۱۳۱,۲۰ Xe ۵۴ ۲-۸-۱۸-۱۸-۸
۶ P	۱۳۲,۹۰۵ Cs ۵۵ ۲-۸-۱۸-۱۸-۸-۱	۱۳۷,۳۴ Ba ۵۶ ۲-۸-۱۸-۱۸-۸-۲	لانتانیدها ۵۷-۷۱	۱۷۸,۴۹ Hf ۷۲ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۰-۲	۱۸۰,۹۴۸ Ta ۷۳ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۱-۲	۱۸۳,۸۵ W ۷۴ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۲-۲	۱۸۶,۲ Re ۷۵ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۳-۲	۱۹۰,۲ Os ۷۶ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۴-۲	۱۹۲,۲ Ir ۷۷ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۵-۲	۱۹۵,۰۹ Pt ۷۸ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۷-۱	۱۹۶,۹۶۷ Au ۷۹ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۱	۲۰۰,۵۹ Hg ۸۰ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۲	۲۰۴,۳۷ Tl ۸۱ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۳	۲۰۷,۱۹ Pb ۸۲ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۴	۲۰۸,۹۸۰ Bi ۸۳ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۵	(۲۱۰) Po ۸۴ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۶	(۲۱۰) At ۸۵ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۷	(۲۲۲) Rn ۸۶ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۸
۷ Q	(۲۲۳) Fr ۸۷ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۸-۱	(۲۲۶) Ra ۸۸ ۲-۸-۱۸-۳۲-۱۸-۸-۲	اکتینیدها ۸۹-۱۰۳														

باشروع دور ششم در ساختمان الکترونی جای ... تغییر می‌کند

در نهای اتمی داخل پرانتز اعداد جرمی پایدارترین ایزوتوپ عناصر رادیواکتیو است.

لانتانیدها	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
	۱۳۸,۹۱	۱۴۰,۱۲	۱۴۰,۹۱	۱۴۴,۲۴	(۱۴۷)	۱۵۰,۳۵	۱۵۱,۹۶	۱۵۷,۲۵	۱۵۸,۹۲	۱۶۲,۵۰	۱۶۴,۹۳	۱۶۷,۲۶	۱۶۸,۹۳	۱۷۳,۰۴	۱۷۴,۹۷
اکتینیدها	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
	(۲۲۷)	۲۳۲,۰۴	۲۳۱,۰۴	۲۳۸,۰۳	(۲۳۷)	(۲۴۴)	(۲۴۳)	(۲۴۷)	(۲۴۹)	(۲۵۱)	(۲۵۴)	(۲۵۳)	(۲۵۶)	(۲۵۴)	(۲۵۷؟)

راهنما

وزن اتمی (بر پایه کربن-۱۲)

علامت اختصاری

عدد اتمی

ساختمان الکترونی

گاز

مایع

جامد