

می‌دانید که هر چه تفاوت الکترونگاتیوی دو عنصر بیشتر باشد، پیوند میان آنها خصلت یونی بیشتری دارد. هالوژنها به علت دارا بودن الکترونگاتیوی زیاد با بسیاری از فلزها می‌توانند نمکهای دوگانه (هالید فلزی) با خصلت یونی تولید کنند.

فعالیت ۱- با مراجعه به جدول الکترونگاتیوی ضمیمه شماره ۵، چند نمک هالید را مثال بزنید که خصلت یونی آنها زیاد باشد (برای مثال تفاوت الکترونگاتیوی دو عنصر آن از ۲ بیشتر باشد).
 کربن، برم و ید می‌توانند با عنصرهای الکترونگاتیوی تر از خود مانند اکسیژن و فلوئور ترکیب شوند و ترکیبهای کووالانسی تولید کنند. مثلاً ید با فلوئور می‌تواند ترکیبی به فرمول IF_7 (هپتافلوراید ید) تولید کند.

آرایش الکترونی ید در حالت عادی به صورت زیر است :

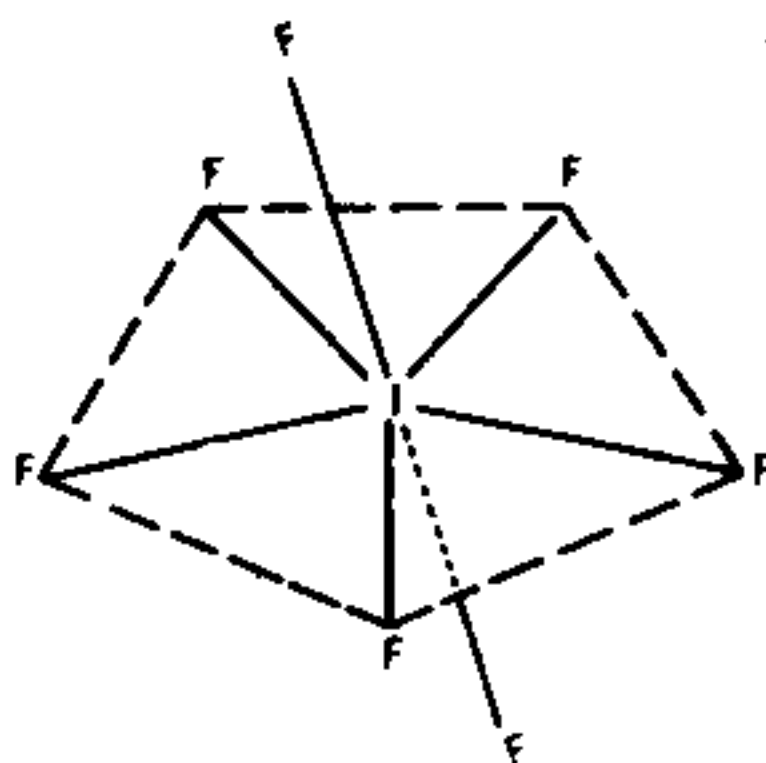


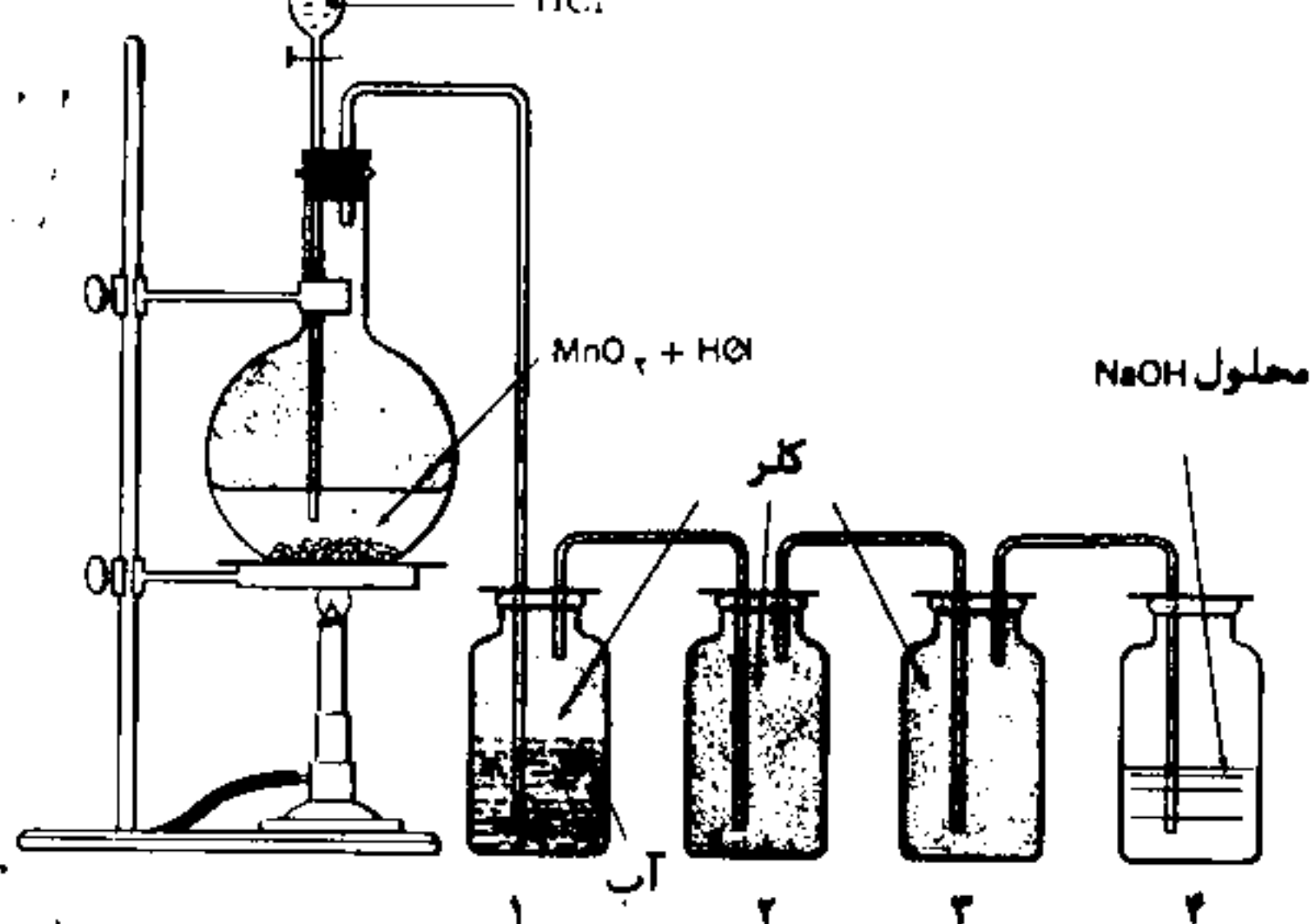
با توجه به آرایش الکترونی ید، این عنصر برای آن که بتواند هفت ظرفیتی شود باید از هفت اربیتال لایه خارجی اتم‌های خود استفاده کند یعنی سه اربیتال از اربیتالهای خالی $5d$ خود را نیز مورد استفاده قرار دهد.

می‌دانید که در بعضی شرایط عناصر می‌توانند با گرفتن مقدار کمی انرژی، الکترونهای خود را به اربیتالهای خمالی نزدیک منتقل کنند. این حالت را اصطلاحاً حالت برانگیخته می‌نامند. آرایش الکترونی ید را در حالت برانگیخته جهت تشکیل مولکول IF_7 به صورت زیر می‌توان نوشت :



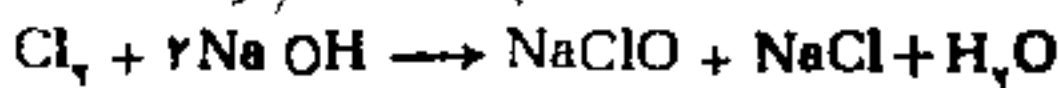
شکل مولکول IF_7 چنین است :





دستگاه تهیه و جمع آوری کلر از اسید کلریدریک بر روی اکسید منگنز

تهرین ۱- سود سرد و کلر طبق واکنش زیر بر یکدیگر اثر می کنند و محلولی تولید می کنند که در تجارت به نام آب زاول معروف است :



در واکنش فوق چه عنصری اکسید و چه عنصری احیا شده است ؟

تهرین ۲- سود گرم و کلر طبق واکنش زیر بر یکدیگر اثر می کنند :

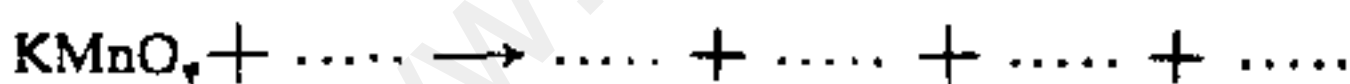


آنرا موازنه نمائید.

تهرین ۳- راه ساده تر تهیه گاز کلر در آزمایشگاه اثر دادن محلول غلیظ اسید کلریدریک بر

پرمنگنات پتاسیم است. محصولات دیگر این واکنش، کلرید پتاسیم، کلرید منگنز (II) و آب است.

معادله واکنش را نوشته و با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون آن را موازنه کنید :



آزمایشهایی با کلر - در سال دوم با برخی خواص کلر آشنا شدید . اکنون با استفاده از گاز کلر

جمع آوری شده در شیشه های شماره ۲ و محلول آب کلر به دست آمده در شیشه شماره ۱، می توانید

آزمایشهای زیر را انجام دهید و گزارش کار آزمایشها را همراه با پاسخ پرسشهای موجود در متن

کتاب ، در دفترچه آزمایشگاه خرد بنویسید .

ابزار و مواد مورد نیاز - نوله آزمایش ، دستگاه تهیه تیدروژن ، نخ یا پارچه رنگی ،

سیم نازک آهنی ، فلز سدیم ، شمع معمولی ، کاغذ تورنسل ، محلول نیترات نقره ، گلیسر که گل سرخ،

گاز کلر و محلول آن (برای پر کردن لوله های کوچک آزمایش از گاز کلر، می توانید آنها را به جای

شیشه شماره ۱ در دستگاه تهیه کلر قرار دهید) .

آزمایش ۱- يك لوله آزمایش کوچک را از گاز کربن پر کرده و اندکی آب (تقریباً تا ارتفاع يك سانتیمتر) در آن بریزید. دهانه لوله را با شست خود بگیرید و به شدت تکان دهید. آیا احساس می کنید که شست شما اندکی به درون لوله کشیده می شود؟ چه نتیجه ای از این آزمایش می گیرید؟ آیا گاز کربن در آب حل می شود؟

آزمایش ۲- يك تکه پارچه رنگی را خیس کنید و در لوله گاز کربن وارد کنید دهانه لوله را با يك چوب پنبه ببندید و بگذارید در حدود ۵ دقیقه به حال خود باقی بماند. پارچه چه تغییری کرده است، چه نتیجه ای می گیرید؟

آزمایش ۳- يك سرسیم نازک آهنی را با گیره نگه داشته و سردیگر آن را روی شعله گذاشته کنید و فوراً در لوله آزمایش محتوی گاز کربن وارد کنید. آیا واکنشی انجام می گیرد؟ این واکنش گرمازا یا گرماگیر است؟ اگر ماده تولید شده در این آزمایش را کلرید آهن (III) بدانیم معادله واکنش را بنویسید و با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون آنرا موازنه کنید:

..... → +

در این لوله آزمایش اندکی آب بریزید و کمی آنرا تکان دهید، محلول به دست آمده چه رنگی دارد؟

آزمایش ۴- يك تکه کوچک سدیم را روی يك قطعه پنبه نوز (توری پنبه نوز) قرار دهید و به کمک شعله آن را گرم کنید تا خوب شود و يك لوله آزمایش محتوی گاز کربن را به سرعت روی آن بر گردانید، معادله واکنش انجام شده را بنویسید.

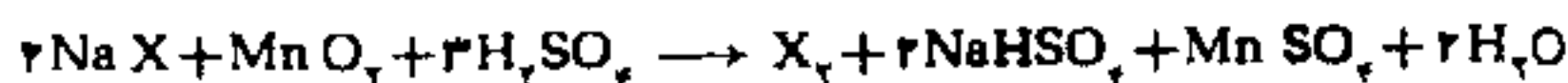
..... → +

آزمایش ۵- گاز نیتروژن را که از لوله باریکی بیرون می آید شعله ور کنید (با طرز تهیه نیتروژن در سالهای گذشته آشنا شده اید) و در يك لوله آزمایش پر از گاز کربن وارد کنید. آیا شعله خاموش می شود؟ چرا؟ پس از پایان آزمایش، يك کاغذ تورنسل خیس را جلوی دهانه لوله آزمایش بگیرید. چه تغییری مشاهده می کنید؟ معادله واکنش را بنویسید:

..... → +

۴- تهیه و خواص سایر هالوژن ها

هر گاه محلول هریک از اسیدهای هالوژن دار در دسترس باشد می توانیم مانند آنچه در مورد کلر عمل کردیم، اسید هالوژن دار را بريك اكسيدكننده مناسب اثر دهیم و به هالوژن مورد نظر برسیم. در عمل به جای اسید هالوژن دار از مخلوط اسید سولفوریک غلیظ و يك هالید استفاده می کنند. تهیه فلوئور با این روش ممکن نیست و فقط از راه الكترولیز می توان آنرا به دست آورد. تهیه عمومی هالوژن ها را می توان با واکنش زیر نشان داد:



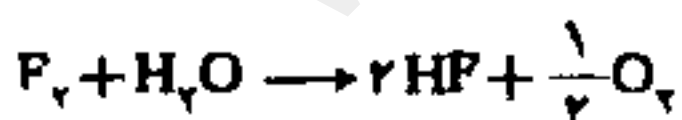
پرسش ۱- با مراجعه به جدول پتانسیل الکتروود استاندارد (ضمیمه شماره ۷) توضیح دهید چرا تهیه فلوئور به کمک مواد اکسیدکننده با روش ذکر شده عملی نیست؟

فلوئور و ترکیبات آن - فلوئور گازی است بسیار سمی که در صنعت آنرا از الکترولیز محلولی که از حل کردن فلوئورید پتاسیم در فلوئورید تیدروژن مایع بدست آمده است تهیه می کنند. (فرمول این محلول را به صورت KF ، HF یا KHF_2 نشان می دهند).

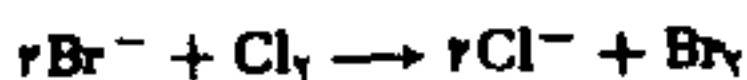
پرسش ۲- با استفاده از جدول پتانسیل الکتروود استاندارد (ضمیمه شماره ۷) و مفهوم رقابت مواد برای الکترون گیری بگوئید که چرا نمی توان از الکترولیز محلول فلوئورید تیدروژن در آب، گاز فلوئور تهیه کرد؟ واکنشهای الکترولیز محلول فلوئورید تیدروژن در آب را بنویسید و محصولات عمل را نام ببرید.

امروزه فلوئور در صنعت به صورت های گوناگون به کار می رود. فرئونها (مانند CF_2Cl_2) که مواد بی اثری هستند در حاک کننده بچکانها به عنوان سرد کننده مصرف می شوند. همچنین از این مواد در موارد گوناگون به عنوان حامل مواد در «اسپری» (Spray) ها مانند حشره کشها، رنگها و فیکسانورها استفاده می کنند. از آنجا که این گونه مواد در طبیعت از بین نمی روند و به وسیله هیچ باکتری تجزیه نمی شوند، جزء مواد آلوده کننده محیط زیست به شمار می روند. هم اکنون توصیه هایی به عمل آمده است که از مصرف آنها در اسپری ها خودداری شود. تفلون (Teflon) که از ترکیبات فلوئوردار است نوعی پلاستیک مقاوم در مقابل حرارت بوده و به صورت پوشش نازکی روی ظروف آشپزخانه به کار می رود و از زنگ زدن آنها جلوگیری می کند.

فعالیت شیمیایی فلوئور خیلی بیشتر از کلر است. مثلاً در مورد کلر دیدیم که در آب حل می شود و واکنش شدیدی صورت نمی گیرد (واکنش انجام شده سریع نیست) ولی اگر گاز فلوئور را در آب وارد کنیم واکنش با تولید شعله انجام می گیرد.



برم و ترکیبات آن - برم در آب دریا به صورت یون برمید وجود دارد. در صنعت برم را به وسیله وارد کردن گاز کلر در آب دریا به دست می آورند.



تقریباً از هر چهار تن آب دریا یک کیلوگرم برم بدست می آید. قسمت عمده برم برای تهیه برمید اتیلن ($C_2H_4Br_2$) به کار می رود. این ماده را به بنزین اتومبیل می افزایند تا هنگام

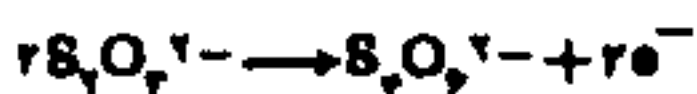
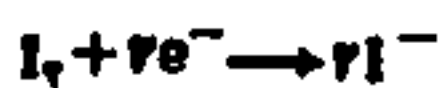
سوختن بنزین در موتور مانع تشکیل رسوب ترکیبات سرب در موتور اتومبیل گردد^۱ (برای بهسازی بنزین به آن ترکیبی به نام تترا اتیل سرب $(C_4H_9)_4Pb$ اضافه می کنند).

ید به عنوان (تنتورید، محلول ید در الکل است)، و به مقدار کم همراه نمک طعام به صورت یدید سدیم (در حدود ۰/۰۲ درصد یدید سدیم همراه دارد) مصرف می شود. ترشحات غذا نیروئید (تیروکسین) ترکیب یدداری است که در فعالیت سلولهای بدن نقش مهمی دارد. کمبود ید در غذای انسان باعث بیماری گواتر می شود.

چون نیمه واکنش $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ با E° معادل ۰/۵۳ ولت، در میانه های جدول پتانسیل الکتروود استاندارد قرار دارد می تواند به عنوان اکسیدکننده و احیاکننده عمل کند. یعنی ید قادر است که الکترون از احیاکننده های بالاتر از خود بگیرد و آنها را اکسید نماید. مثال آشنای این واکنش ترکیب ید با پودر آلومینیم^۲ است: $2Al + 3I_2 \rightarrow 2AlI_3$ برعکس، یون یدید می تواند با از دست دادن الکترون به اکسیدکننده های پائینتر از خود در جدول E° ، آنها را احیا کند. مانند اثر احیاکنندگی یون I^- در واکنش $2I^- + Cl_2 \rightarrow I_2 + 2Cl^-$.

آمادگی ید برای معادله الکترون، مبنای یک سلسله سنجشهای آزمایشگاهی است که یدومتری

نامیده می شوند. یدومتری معمولاً به سنجشهایی گفته می شود که در آن یک ماده اکسیدکننده از محلول یدید پتاسیم، ید آزاد می کند و ید آزاد شده را معمولاً در مجاورت چسب نشاسته با یک محلول دارای فلزات معین از تیوسولفات سدیم می سنجند. احیای ید و اکسید شدن یون تیوسولفات طبق نیمه واکنشهای زیر صورت می گیرد:



از جمع دو نیمه واکنش بالا، واکنش موازنه شده زیر به دست می آید:

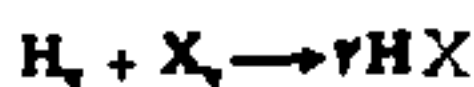


مقداری یدید پتاسیم را در آب حل کرده و به محلول حاصل اندکی اسید سولفوریک افزوده ایم. سپس چند قطره چسب نشاسته ریخته و $100^\circ C$ محلول پراکسید تییدروژن اضافه کرده ایم. برای بی رنگ کردن محلول آبی رنگ حاصل $100^\circ C$ محلول تیوسولفات سدیم دمی نرمال مصرف شده است. نرمالیت آب اکسیژنه و وزن یدید پتاسیم اولیه را تعیین کنید.

۱ - نتیجه این عمل را می توان برمید سرب $(PbBr_2)$ دانست که همراه گازهای حاصل از سوختن بنزین در هوا پراکنده شده باعث آلودگی هوا می گردد. به نظر می رسد که انسان ترجیح داده است، ترکیبات سرب در بدن او رسوب کند ولی در موتور اتومبیل رسوب نکند.

۲ - این آزمایش به خاطر پراکنده شدن بخارات سمی ید، باید در فضای آزاد یا در زیر هود انجام گیرد.

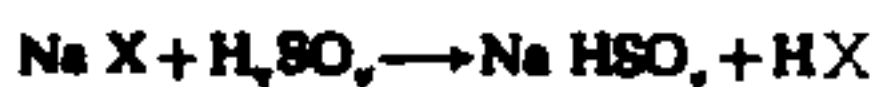
برای تهیه هالیدهای تیتره در مورد کلروفلوئور می توان از ترکیب مستقیم هالوژن و تیتره استفاده کرد:



مثلاً برای تهیه کلرید تیتره از همین روش استفاده می کنند :

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

روش دیگر تهیه این هالیدها اثر اسیدسولفوریک بر هالیدهای فلزی است :



شکل دستگاه مناسبی را رسم کنید که بتوان در آن اثر اسیدسولفوریک بر نمک طعام ، کلرید تیتره تهیه کرد . واکنش لازم را بنویسید .

جدول زیر نقطه جوش هالیدهای تیتره را نشان می دهد .

فرمول هالید تیتره				
نقطه جوش (°C)	۱۹/۴	-۸۵/۱	-۶۶/۷	-۳۵/۴

دماهای جوش را به درجه کلوین تبدیل کنید و نمودار تغییرات نقطه جوش این هالیدها را بر حسب عدد اتمی هالوژن رسم کنید . علت نظم ویی قلمی به دست آمده در نمودار را توجیه کنید . آزمایشهای مختلف نشان داده است که میانگین جرم مولکولی گاز فلوئورید تیتره در دمای معمولی در حدود ۵۰ است . چون جرم مولکولی HF برابر ۲۰ است ، پس باید قبول کرد که فلوئورید تیتره در حالت گازی به صورت مولکولهای H_2F_2 و H_4F_4 به نسبت مساوی است . در این مورد جرم مولکولی آنها بترتیب ۴۰ و ۶۰ می شود . این مطلب می رساند که حتی در حالت گازی ، بین مولکولهای HF پیوند تیتره وجود دارد .

از حل کردن هالیدهای تیتره در آب محلولهایی به دست می آیند که خاصیت اسیدی دارند . در سال گذشته با چگونگی حل شدن و یونیزه شدن گاز کلرید تیتره در آب آشنا شدید و از خواص اسید کلریدریک به اندازه کافی آگاهی دارید . محلول اسید فلوئوریدریک تنها اسیدی است که می تواند بر شیشه اثر کند . ماده اساسی و مهم در ساختمان شیشه ، SiO_2 (سیلیس یا دی اکسید سیلیسیم) می باشد . واکنش اثر اسید فلوئوریدریک بر سیلیس را می توان به صورت زیر نوشت :







برای نگهداری اسید فلوروپدیك از ظرفی که پوشش فلونی دارند استفاده می کنند
می دانند که اسید کلریدیک در محله انسان وجود دارد و به هم فضاكك می كند. این اسید یکی از
اسیدهای مهم آزمایشگاه است .

فعالیت آزمایشگاهی - محلول دقیق اسید کلریدیک را بر هر يك از مواد زیر اثر دهید و نتیجه
آزماینها را همراه با واکنشهای انجام شده در دفترچه آزمایشگاه خود یادداشت کنید : محلول
تیدروکسید سدیم ، اکسید کلسیم ، کربنات کلسیم ، تکه های روی ، تکه های آهن و ذرات مس .

۷- اکسیدهای هالوژنها

تمام هالوژنها به جز فلور، اکسیدهایی تولید می کنند که محلول آنها در آب خاصیت اسیدی
دارد . در جدول زیر ، نام و فرمول مولکولی ، همچنین فرمول ساختمانی و شکل فضایی مولکول

مدل فضا پرکن آبیون فرمول ساختمانی و نام اسید فرمول مولکولی اسید

HClO	$\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ اسید هیپوکلرو (اسید کلریك (I))	
HClO_2	$\text{H}-\text{O}-\text{Cl}-\text{O}$ اسید کلرو (اسید کلریك (III))	
HClO_3	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O}-\text{Cl}-\text{O} \\ \\ \text{O} \end{array}$ اسید کلریك (اسید کلریك (V))	
HClO_4	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{O}-\text{Cl}-\text{O} \\ \\ \text{O} \end{array}$ اسید پراکلریك (اسید کلریك (VII))	

هر يك از اكسایدهای كلر دیده می شود.

علت خاصیت اسیدی آن است که چون اکسیژن الکترونگاتیو است ، تمایل شدیدی به جذب الکترون دارد. این الکترون ممکن است از کلر یا از تییدروژن جذب شود. چون الکترونگاتیوی تییدروژن از کلر کمتر است، در نتیجه اکسیژن جفت الکترون پیوندی بین خود و تییدروژن را به نسبت بیشتری جذب می کند. این موضوع باعث می شود که با حل شدن و یونیزه شدن این ماده در آب محلول خاصیت اسیدی پیدا کند.



کوچک بودن مقدار ثابت اسیدی (K_a) نشان دهنده ضعف بودن این اسید می باشد .
در جدول زیر مقادیر K_a برای اکسایدهای کلر همراه با عدد اکسیداسیون کلر در هر مورد نشان داده شده است .

نام اسید	اسید هیپو کلرو	اسید کلرو	اسید کلریک	اسید پراکلریک
فرمول اسید	HClO	HClO ₂	HClO ₃	HClO ₄
K_a	$5/6 \times 10^{-8}$	1×10^{-2}	زیاد	خیلی زیاد
عدد اکسیداسیون کلر	+1	+2	+5	+7

چنانکه ملاحظه می شود با افزایش تعداد اتمهای اکسیژن که منجر به بزرگتر شدن عدد اکسیداسیون کلر در اکسایدهای مربوط شده است، بر قدرت اسیدی افزوده می گردد. توجیه ساده برای این نظام آن است که چون اکسیژن يك عنصر الکترونگاتیو قوی است، با زیاد شدن تعداد آن، بر میزان جذب الکترون از اتم مرکزی اضافه می شود. به این ترتیب بار مثبت کلر افزایش می یابد (افزایش بار مثبت به صورت بزرگتر شدن عدد اکسیداسیون جلوه می کند) و بر میزان جذب جفت الکترون موجود در پیوند میان تییدروژن و اکسیژن به سمت اکسیژن افزوده می گردد، با این ترتیب آمادگی این پیوند برای شکسته شدن و آزاد کردن پروتون بیشتر می شود:



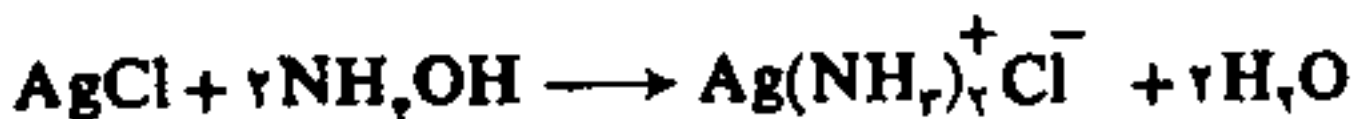
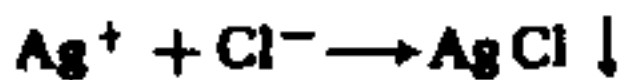
بنابراین، زیاد شدن تعداد اکسیژن، باعث افزایش قطبیت پیوند $\text{H} - \text{O}$ و زیاد شدن قدرت

اسیدی می گردد .

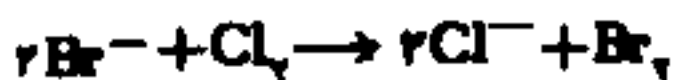
یون F^- می تواند با یون Ca^{2+} رسوب سفیدرنگ CaF_2 تولید کند که این رسوب در اسید سولفوریک رقیق ، نامحلول است.



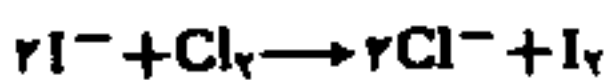
یون Cl^- با یون Ag^+ رسوب سفیدرنگ $AgCl$ تولید می کند که در اسید نیتریک نامحلول است ولی در آمونیاک حل می شود.



چون فعالیت شیمیایی برم و ید از کلر کمتر است، همان طوری که در سال دوم دیدید اگر به محلول برمید یا یدید ، آب کلر اضافه کنیم ، برم یا ید آزاد می شود که اگر به محلول حاصل تتراکلرید کربن افزوده و هم بزنیم، برم در تتراکلرید کربن حل شده و قرمز رنگ می گردد ، ید نیز پس از حل شدن در تتراکلرید کربن محلول بنفش رنگی تولید می کند . می دانید که ید با چسب نشاسته رنگ آبی تولید می کند .



قرمز در تتراکلرید کربن



بنفش در تتراکلرید کربن

عناصر گروه ششم ...

...

این گروه شامل اکسیژن ، گوگرد ، سلنیم ، تلور و پولونیم می باشد. اکسیژن اولین عنصر این خانواده نیز از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی تا اندازه زیادی با سایر عناصر گروه تفاوت دارد و اهمیت آن برای موجودات زنده بر کسی پوشیده نیست . این عنصر در حدود ۵۰ درصد وزن قشر زمین را تشکیل می دهد .

گوگرد و ترکیبهای آن نیز در طبیعت فراوان است. بسیاری از سنگهای معدن فلزها به صورت سولفید فلز وجود دارند. سنگ گچ ($CaSO_4$ و $2H_2O$) یکی دیگر از ترکیبهای گوگرد است. گوگرد و ترکیبهای آن در ساختن بسیاری از فرآورده های ... مانند ... و ...

به کار می رود. جدول زیر برخی خواص عمومی عناصر این خانواده را نشان می دهد.

۵۲	۲۴	۱۶	۸	
جامد	جامد	جامد	گاز	
خاکستری	خاکستری	زرد	بی رنگ	
$5s^2 5p^2$	$4s^2 4p^2$	$3s^2 3p^2$	$2s^2 2p^2$	
۲۰۸	۲۲۵	۲۲۸	۳۱۴	
۲/۱	۲/۴	۲/۵	۲/۵	
۱/۳۷	۱/۱۷	۱/۰۴	۰/۶۶	
۲/۲۱	۱/۹۸	۱/۸۴	۱/۴۰	
۴۵۰	۲۲۰	۱۱۹	-۲۱۹	
۱۳۹۰	۶۸۰	۴۴۵	-۱۸۴	
۶/۲۴	۴/۷۹	۲/۰۷ (هستاده‌جی)	۱/۱۴ (در حالت مایع)	

چنان که ملاحظه می شود در این

گروه از عناصر نیز تغییرات خواص نسبتاً منظم است. برای مثال، با افزایش عدد اتمی، انرژی یونیزاسیون کم می شود و وزن حجمی افزایش می یابد.

با افزایش عدد اتمی، چه تغییری در الکترونگاتیوی عناصر این گروه روی می دهد؟ يك توجیه برای پاسخ خود بیان کنید.

با افزایش عدد اتمی، نقطه های ذوب و جوش عناصر این گروه چه تغییری می کنند؟

يك توجیه برای پاسخ خود بیان کنید.

با استفاده از جدول تناوبی عناصر، آرایش الکترونی گاز بی اثر هم دوره هریک

از عناصر گروه ششم را بنویسید. چند الکترون باید به هریک از عناصر این گروه اضافه شود تا به آرایش الکترونی گاز بی اثر بعد از خود برسد؟

در این گروه از عناصر ، اکسیژن و گوگرد مثالهای خوبی برای عناصر غیرفلزی هستند .
 خواص غیرفلزی در عناصر بعدی گروه به تدریج کم می شود و بر میزان خواص فلزی افزوده می گردد .
 پولونیم که عنصری رادیواکتیو و بسیار کمیاب است خواص فلزی آشکاری از خود نشان می دهد .

۱۰ - اکسیژن و ازن

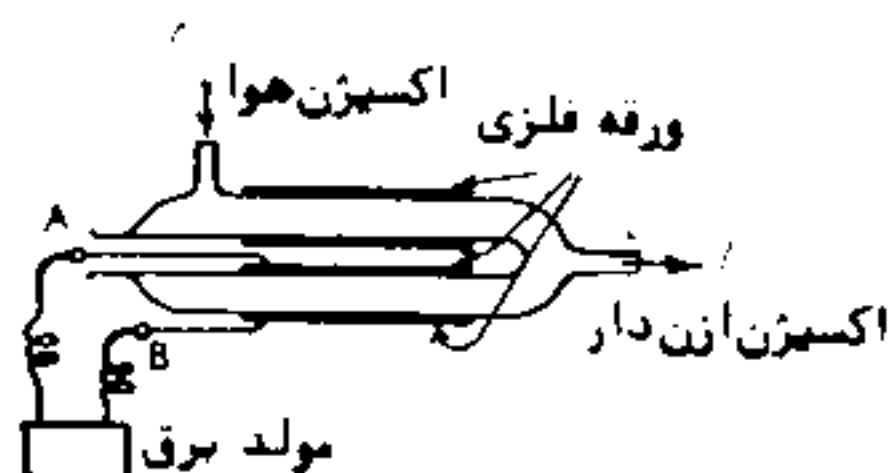
در شیمی سال اول، تهیه اکسیژن و خواص این گاز را مورد مطالعه قرار دادید. در فصل اول کتاب سال دوم نیز تهیه این گاز و واکنش آن با چند فلز و غیر فلز بررسی شد. در فصل سوم همان کتاب نیز با ساختمان مولکول اکسیژن و آرایش الکترونها در آن آشنا شدید. در سال گذشته نیز دیدید که اکسیژن در تمام ترکیبها (به جز دی فلوئورید اکسیژن O_2F_2) دارای عدد اکسیداسیون منفی میباشد و همچنین در بسیاری از واکنشهای الکترولیز در محلول آبی ، اکسیژن در آن آزاد میشود. از این بررسیها دانستید که اکسیژن به صورت مولکول دو اتمی وجود دارد. این عنصر می تواند به صورت مولکولهای سه اتمی (O_3) نیز وجود داشته باشد که آنرا گاز ازن (Ozone) می نامند. O_2 و O_3 دو شکل مختلف از عنصر اکسیژن هستند. در این مبحث پی خواهید برد که گوگرد نیز چند شکل مختلف دارد. (وجود اشکال مختلف مولکولی یا بلوری در یک عنصر را آلوتروپی (Allotropy) می نامند) برای مثال گفته می شود که O_2 و O_3 دو آلوتروپ از عنصر اکسیژن هستند. در آینده خواهید دید که برخی عناصر دیگر نیز آلوتروپهایی به گونه های مختلف دارند. گاز ازن در طبقات بالای جو از تأثیر اشعه فرابنفش خورشید بر اکسیژن هوا به وجود می آید :



مقدار زیاد اشعه فرابنفش خطرناک است ، و اگر به نسبت زیاد به زمین برسد به موجودات زنده آسیب فراوان می رساند . مثلاً یکی از عوامل مهم آفتاب زدگی و سوختن پوست بدن زائده



مستقیم این اشعه بر بدن می‌باشد. خوشبختانه در نتیجه تبدیل اکسیژن به ازن قسمت عمده این اشعه جذب شده و از رسیدن آن به سطح زمین جلوگیری می‌شود. در مواقعی که مقدار ازن از اکسیژن هوا به ازن تبدیل می‌شود. در صنعت برای تهیه ازن، در هوا یا اکسیژن تخلیه الکتریکی برقرار می‌کنند.



روش زیمنس برای تهیه ازن، گاز اکسیژن از میان دو لوله هم محور عبور می‌کند. برخی مولکولهای O_2 هنگام عبور از ناحیه‌ای که تخلیه الکتریکی در آن صورت گرفته است به O_3 تبدیل می‌شوند.

خاصیت اکسیدکنندگی ازن از اکسیژن خیلی بیشتر است به طوری که می‌تواند نقره را به اکسید قهوه‌ای رنگه آن تبدیل کند. از خواص مهم ازن، خاصیت میکروب‌کشی آن است به همین علت گاهی اوقات از آن برای ضد عفونی کردن هوای سالنها و همچنین آب استفاده می‌کنند. در ترکیب ازن با مواد دیگر معمولاً فقط یکی از اکسیژن‌ها در واکنش شرکت می‌کند، مثلاً در مورد ترکیب نقره با ازن، واکنش را می‌توان به صورت زیر نوشت:

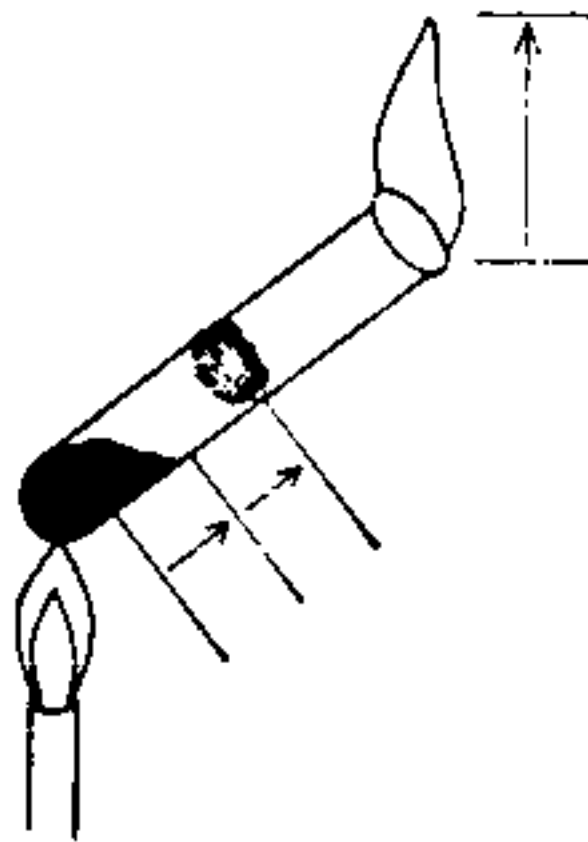


۱۱ - گوگرد

در طبیعت در معادن سطحی یا عمقی زمین به حالت آزاد وجود دارد. ترکیبات آن نیز در گازهای نفتی موجود است. در کشور ما با استفاده از همین گازها، گوگرد تهیه می‌کنند. گوگرد ماده‌ای است زرد رنگه، جامد و شکننده که قابلیت رسانائی گرمائی و الکتریکی آن بسیار کم است. اثر حرارت بر گوگرد - مقدار کمی (در حدود یک قاشق چایخوری) گوگرد را در یک لوله آزمایش بریزید. لوله آزمایش را با گیره روی شعله گرفته و به ملایمت حرارت دهید. مشاهده خواهید کرد که بر اثر حرارت به مایع زرد مایل به قهوه‌ای که چسبندگی آن کم است تبدیل می‌شود. با حرارت دادن بیشتر، مشاهده می‌شود که در سماهای بالاتر تدریجاً بر چسبندگی این مایع افزوده می‌گردد و رنگ آن به قرمز تیره مبدل می‌شود. هر گاه دما به بالاتر از $200^\circ C$ برسد، مجدداً چسبندگی کم می‌شود. سماهای بالاتر باعث تبخیر گوگرد می‌گردد. اگر بالنی را به طور معکوس روی دهانه لوله آزمایش بگیریم، می‌بینیم که بخارات گوگرد روی بدنه داخلی آن به صورت پودر جامد زرد رنگی می‌نشیند (گل گوگرد).

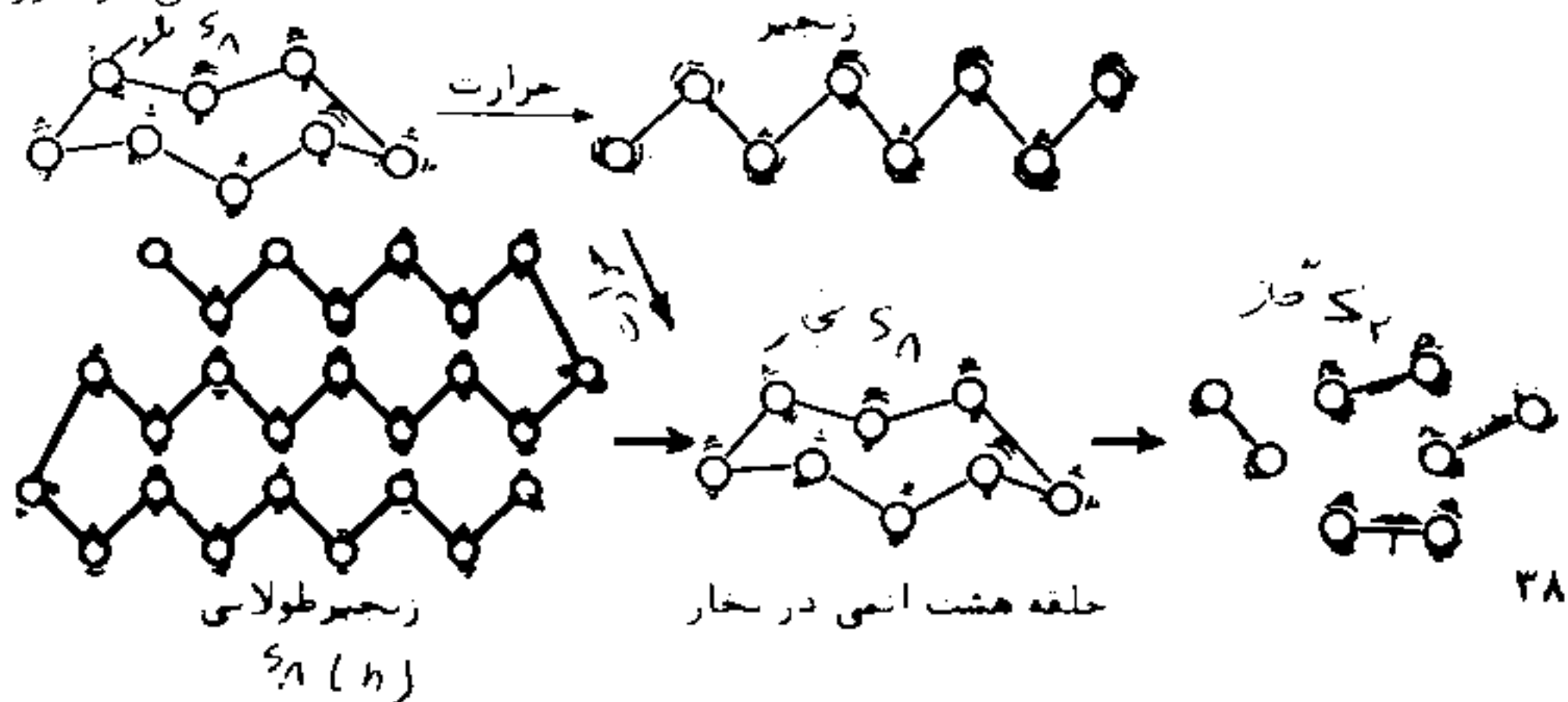
در این آزمایش برای جلوگیری از پراکنده شدن ذرات جامد گوگرد در هوا بهتر است شعله‌ای را به دهانه لوله آزمایش نزدیک کنید تا بخارات گوگرد بسوزد.

در شکل زیر نام و نوع تغییری را که در هر قسمت لوله آزمایش صورت می‌گیرد در کنار پیکانها بنویسید.



نوع و نام تغییرات غیر شیمیایی که در هر قسمت از لوله آزمایش صورت می‌گیرد را بنویسید. شروع عمل ذوب گوگرد بر اثر گرمای کم نشانه‌ای از وجود نیروهای جاذبه ضعیف و اندروالی بین مولکولهای آن می‌باشد. هر یک از مولکولهای گوگرد در ساختمان بلورین آن مطابق شکل زیر به صورت حلقه S_8 می‌باشد. با افزایش دما، بر انرژی جنبشی حلقه‌ها افزوده شده و با غلبه بر نیروهای واندروالی و لغزش بر روی یکدیگر حالت مایع و روان اولیه گوگرد پدید می‌آید. افزایش دما سرانجام یکی از پیوندهای $S-S$ را در حلقه می‌شکند و زنجیرهای لرزانی به وجود می‌آورد. از برخورد سرهای آزاد این زنجیرها با یکدیگر و تشکیل پیوندهای جدید، زنجیرهای بلندی به وجود می‌آید که به علت سنگین بودن و در هم رفتن از حرکت آنها کاسته شده و بر چسبندگی گوگرد مایع افزوده می‌گردد. ادامه حرارت و افزایش دما تدریجاً زنجیرهای طولانی را می‌گسند و بالاخره در دمای جوش (حدود 445°C درجه) این ماده به صورت بخار گوگرد با مولکولهای هشت اتمی (S_8) مجزا از یکدیگر در می‌آیند. حرارت دادن

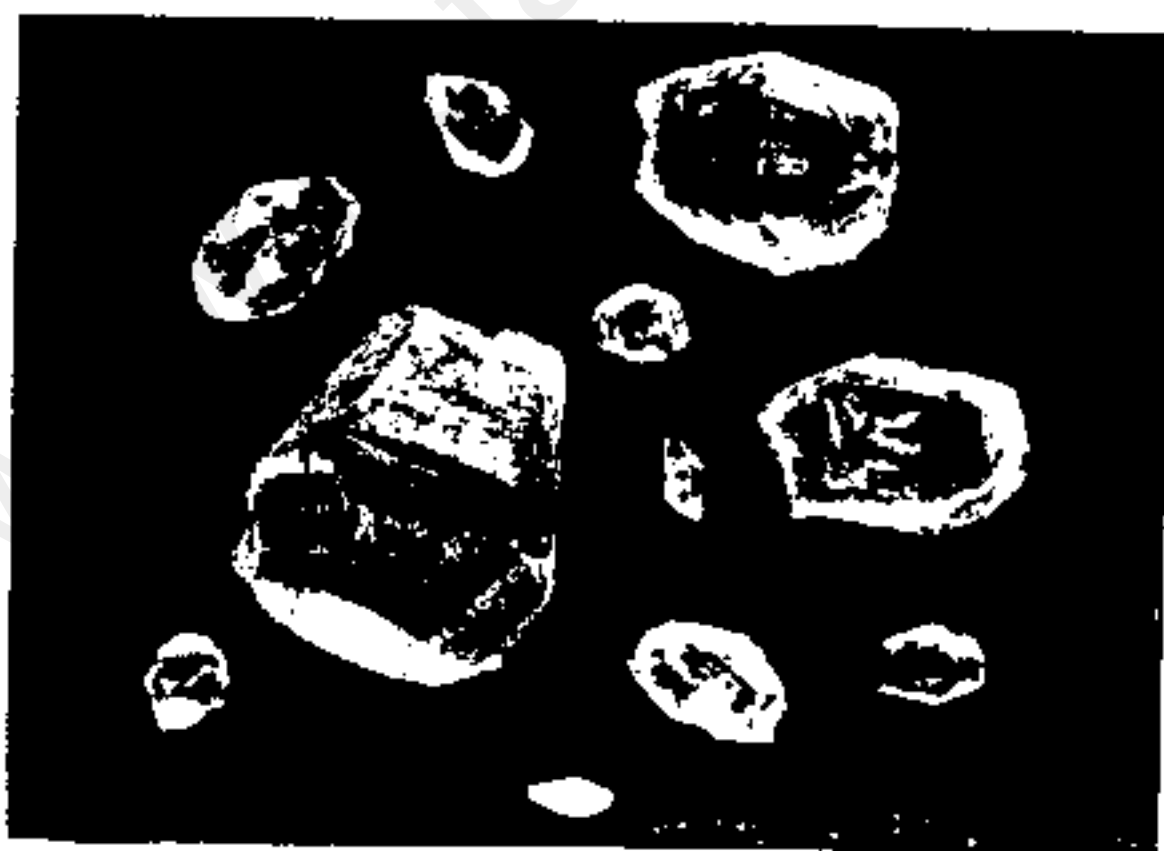
حلقه هشت اتمی در بلور



بخار گوگرد، به تشکیل مولکولهای دو اتمی (S_2) در دمای بسیار بالا منجر می گردد. (گوگرد از قطر بلوری و مولکولی به چند شکل مختلف وجود دارد)
 که مهمترین آنها مطابق شکل زیر عبارتند از گوگرد بی شکل (کشدار)، گوگرد منشوری و گوگرد

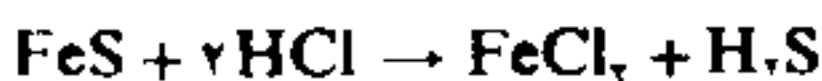


هشت وجهی. پایدارترین این اشکال، گوگرد هشت وجهی می باشد (گوگردی که در تجارت به فروش می رسد، به صورت پودر است و گل گوگرد نامیده می شود.

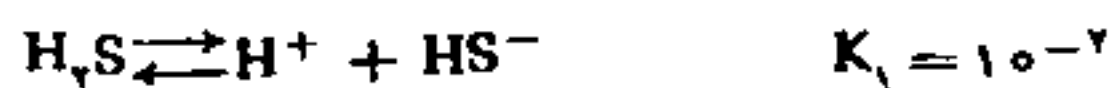


سولفیدها نمکهای سولفید تیدروژن می باشد. بسیاری از سولفیدها از قبیل

CuS و **PbS** سیاه رنگ بوده و در آب حل نمی‌شوند. سولفید تیدروژن گازی است بی‌رنگ و بسیار سمی و بد بو. این گاز در درون چاههای فاضلاب و آب انبارهای قدیمی از تجزیه مواد آلی گوگرداز بوجود می‌آید. در آزمایشگاه گاز H_2S را از اثر اسید کلریدریک رقیق بر سولفید آهن (II) تهیه میکنند:



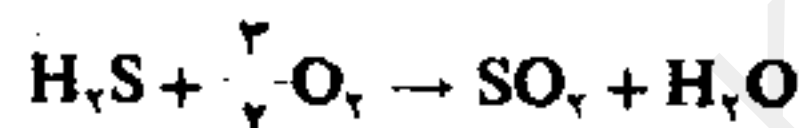
محلول H_2S در آب که اسید سولفیدریک نامیده می‌شود، خاصیت اسیدی ضعیفی دارد. H_2S در آب در دو مرحله یونیزه می‌شود:



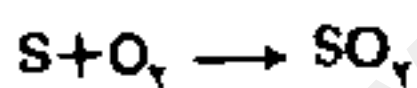
K_2 برش - کدامیک از دو واکنش تعادلی فوق نشان دهنده خاصیت اسیدی بیشتر می‌باشد؟
تمرین ۱ - معادله واکنش H_2S را با سود که ممکن است منجر به تولید دو محصول گوناگون زیر بشود بنویسید:



تمرین ۲ - می‌دانید که اگر سولفید سدیم را در آب حل کنیم، تیدرولیز می‌شود. معادله تیدرولیز این ماده را بنویسید و با ذکر علت توضیح دهید که محلول حاصل چه خاصیتی دارد؟
گاز H_2S در هوا با شعله آبی می‌سوزد و گاز دی‌اکسید گوگرد پدید می‌آید:

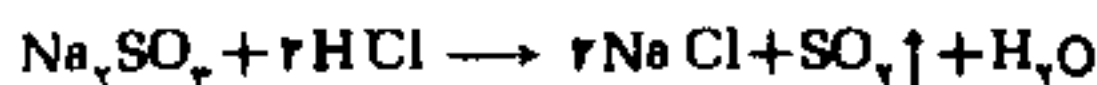


ترکیبهای اکسیژندار گوگرد - گاز دی‌اکسید گوگرد - در صنعت معمولاً از سوزاندن گوگرد یا از برشته کردن سولفیدها در هوا تهیه می‌شود:



تمرین ۱ - واکنش برشته شدن پیریت (FeS_2) در هوا را با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون موازنه کنید.

در آزمایشگاه می‌توان این گاز را از اثر اسیدها بر سولفیدها بدست آورد:

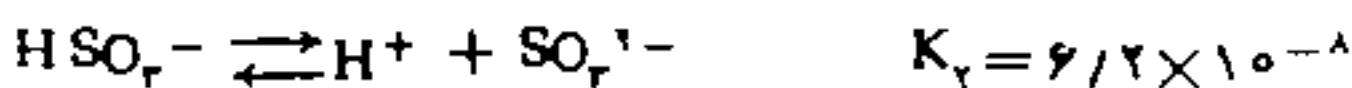
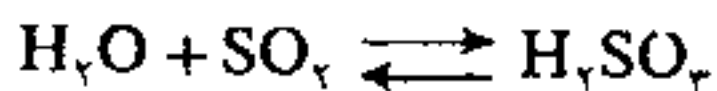


۱ - فرمول ساختمانی SO_2 را می‌توان چنین نشان داد:

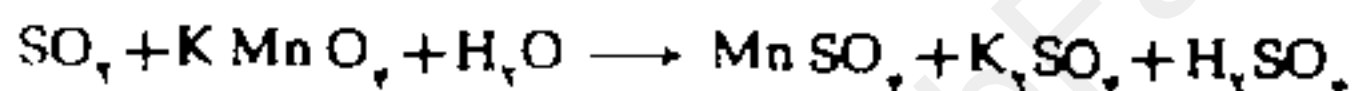


در شیمی سال دوم با برخی خواص SO_2 آشنا شدید و دیدید که محلول آن در آب خاصیت

اسیدی دارد .



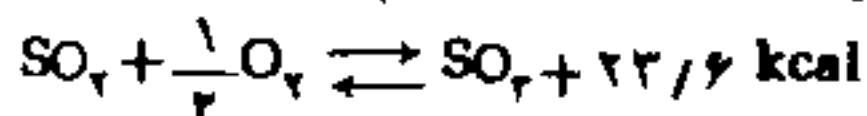
پرش - چرا مرحله دوم تفکیک اسید سولفورو از مرحله اول آن دشوارتر است ؟
چون محلول SO_2 در آب خاصیت اسیدی دارد ، بنابراین می تواند بازها را خنثی کند .
تمرین ۱- اگر در محلول گاز SO_2 در آب قطره قطره محلول سود بریزیم ، ابتدا سولفیت سدیم و سپس سولفیت سدیم تشکیل می شود ، ولی اگر گاز SO_2 را در محلول سود وارد کنیم ابتدا سولفیت سدیم به دست می آید و در اثر ادامه وارد کردن گاز SO_2 ممکن است سولفیت سدیم نیز تشکیل شود . در هر مورد معادله واکنشهای انجام شده را به ترتیب انجام شدن آنها بنویسید .
تمرین ۲- می دانید که برای شناختن گاز SO_2 ، کاغذی را به محلول رقیق پرمنگنات پتاسیم آغشته کرده و در مقابل گاز رنگه می داریم ، محلول پرمنگنات بی رنگ می شود ، معادله واکنش انجام شده را می توان به صورت زیر نوشت :



معادله واکنش بالا را با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون موازنه کنید .

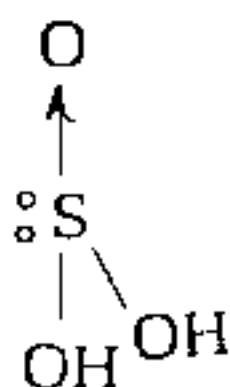
سولفیتها - نمکهای اسید سولفورو (H_2SO_3) سولفیت نامیده می شوند که مانند دی-اکسید گوگرد ، خاصیت رنگبری دارند مانند سولفیت باریم ($BaSO_3$) و سولفیت سدیم ($Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$) برخی از سولفیتها برای بی رنگ کردن خمیر کاغذ مورد استفاده قرار می گیرند . یکی دیگر از ترکیبات اکسیژن دار گوگرد ، تیموسولفات سدیم ($Na_2S_2O_8 \cdot 5H_2O$) است که در عکاسی مورد استعمال دارد .

تری اکسید گوگرد ۲- تری اکسید گوگرد را می توان از ترکیب مستقیم دی اکسید گوگرد

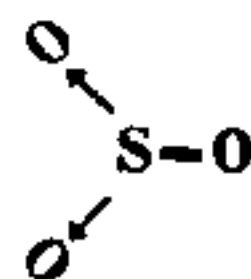


واکسیژن طبق واکنش مقابل تهیه کرد .

۱- فرمول ساختمانی H_2SO_3 چنین است :



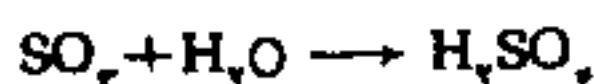
۲- فرمول ساختمانی SO_3 را می توان چنین



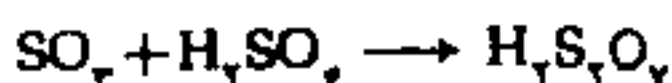
نشان داد :

چون واکنش تعادلی فوق گرمازا است ، بر طبق اصل لوشاتلیه چنین به نظر می رسد که در دمای پالینتر تعادل به سمت راست جابه جا شده و محصول بیشتری از SO_3 به دست آید ، ولی از آنجایی که در دمای پالین سرعت واکنش خیلی کم خواهد بود ، ناچار به استفاده از کاتالیزور هستیم . معمولا در صنعت ، واکنش فوق را در دمای $500^{\circ}C$ و به کمک کاتالیزور پلاتین یا پنتوکسید وانادیم (V_2O_5) انجام می دهند و به منظور افزایش بهره عمل ، مقدار اکسیژن (هوا) را بیشتر می گیرند . بهره این عمل با رعایت شرایط بالا به حدود ۹۸ درصد می رسد . این فرایند را در تهیه SO_3 فرایند مجاورت می نامند .

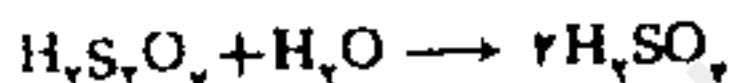
از حل کردن تری اکسید گوگرد در آب می توان اسید سولفوریک^۱ تهیه کرد :



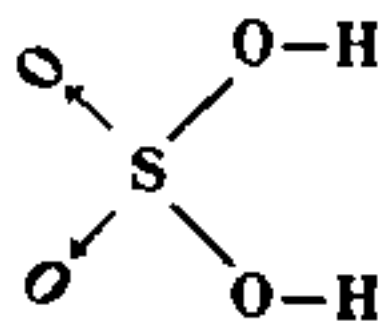
به علت آنکه حل کردن SO_3 حاصل در اسید سولفوریک آسانتر از حل کردن آن در آب است ، SO_3 را در اسید سولفوریک غلیظ حل می کنند . در این عمل اسید پیروسولفوریک^۲ تولید می شود .



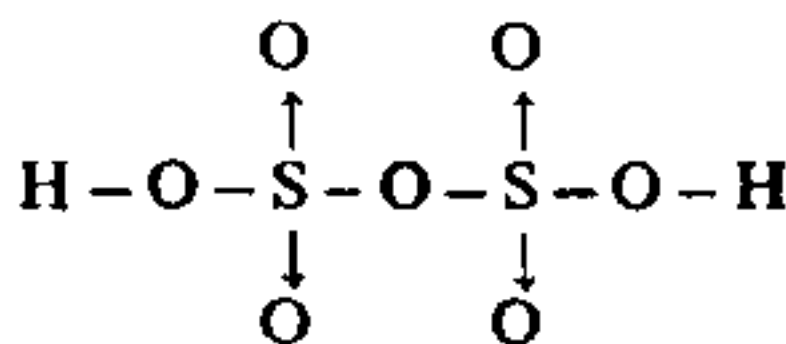
عدد اکسیداسیون گوگرد را در اسید پیروسولفوریک حساب کنید و با استفاده از آن توضیح دهید که آیا واکنش فوق ، یک واکنش اکسیداسیون و احیاء است ؟
محلولی که از حل کردن SO_3 در اسید سولفوریک تولید می شود ، (Oleum) یا اسید سولفوریک دود کننده نام دارد . از حل کردن اولئوم در آب به نسبت مناسب ، اسید سولفوریک غلیظ به دست می آید :



شکل صفحه بعد مراحل تهیه اسید سولفوریک را نشان می دهد . در این کارخانه در برج سمت چپ (شماره ۱) گاز SO_3 تهیه می کنند . برای جذب ناخالصی های آن ، در برج شماره ۲ که در داخل آن تکه های چینی شکسته قرار داده اند ، این گاز را با آب شستو می دهند . با عبور دادن آن از برج شماره ۳ بخار آب موجود در آن گرفته شده و گاز خشک می شود . در برج شماره ۴ ، مخلوط

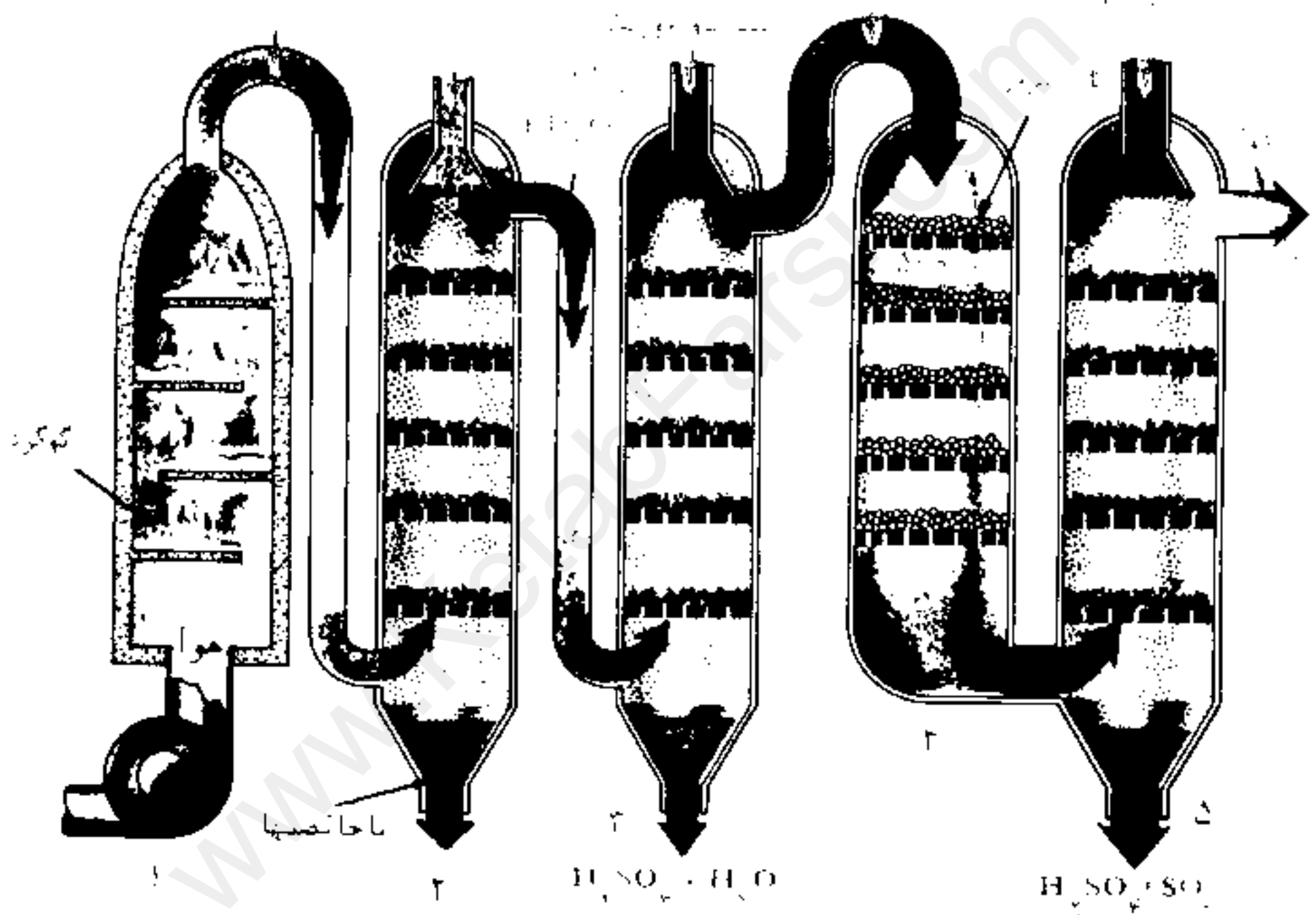


۱- همانطوری که در شیمی سال اول گفته شده است ، اسید سولفوریک را اولین بار تهیه نموده است .
فرمول ساختمانی اسید سولفوریک را می توان چنین نشان داد:



۲- فرمول ساختمانی اسید پیروسولفوریک چنین است:

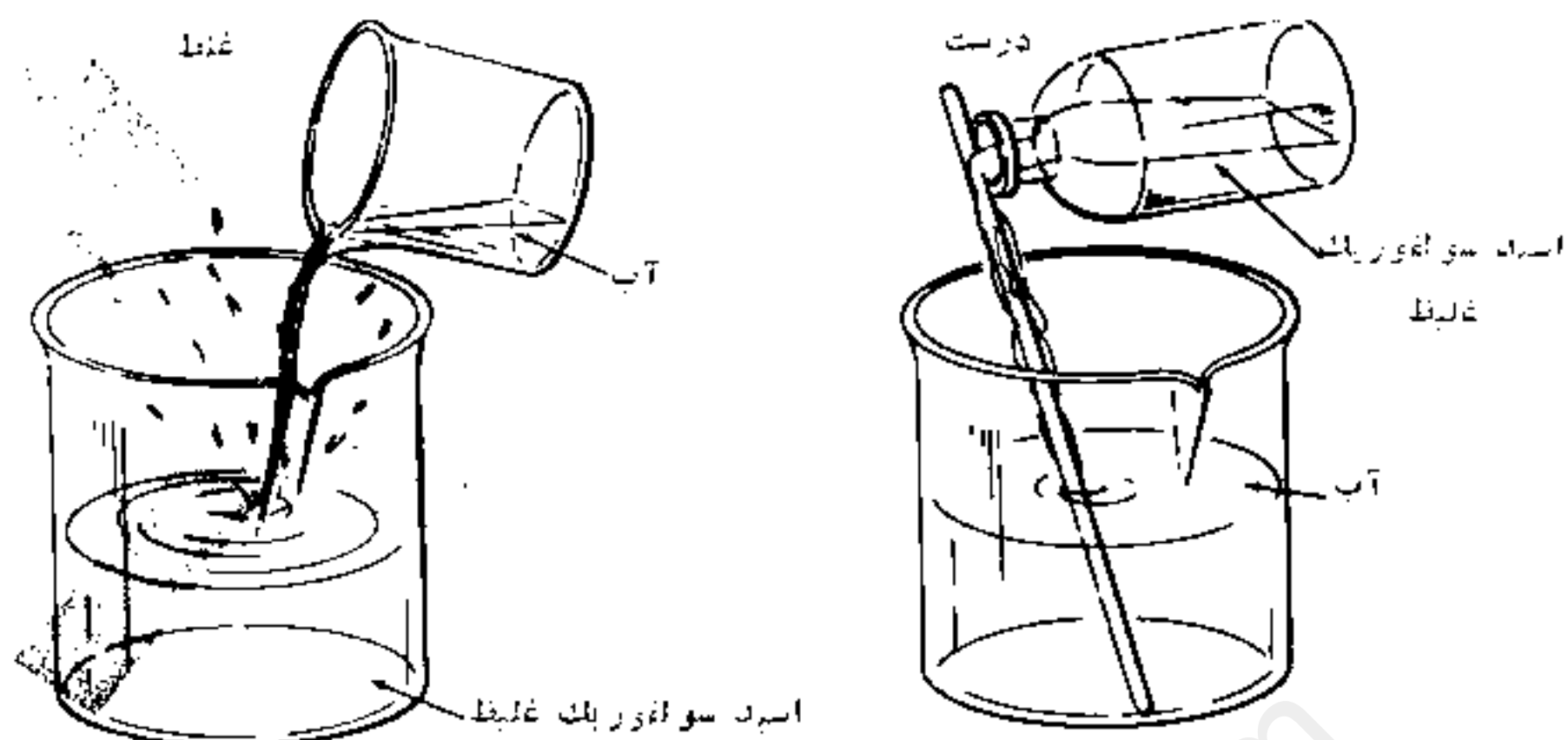
این گاز و هوایی را که با آن همراه است، از روی کاتالیزور که تا دمای مناسب گرم شده است عبور می‌دهند تا به SO_2 تبدیل شود. در برج شماره ۵ از بالا، اسید سولفوریک وارد برج می‌شود و پس از حل کردن SO_2 به صورت اولئوم از پائین برج خارج می‌شود.



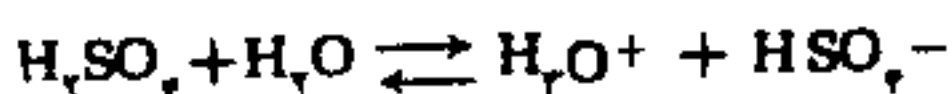
درجه اولی اسید سولفوریک به روش معمولی

در کشور ما سالانه صد ها هزار تن اسید سولفوریک به وسیله صنایع پتروشیمی، دود آهن و صنایع نظامی تهیه می‌شود. به علت کاربرد فراوان این اسید در صنایع گوناگون، می‌توان مصرف سالانه این اسید را نموداری از رشد و پیشرفت صنعتی یک کشور دانست. رقیق کردن اسید سولفوریک غلیظ - چون جرم حجمی اسید سولفوریک زیاد $(D = 1.84 \text{ g/cm}^3)$ و حل شدن آن در آب بسیار گرمازا است، هرگز نباید آب را روی اسید سولفوریک ریخت، زیرا حرارت ایجاد شده باعث تبخیر آب و پراکنده شدن اسید به اطراف می‌گردد.

بلکه باید مطابق شکل اسید سولفوریک را به ملایمت در آب ریخت و در حین عمل محلول را به هم زد.



علت گرمازا بودن این عمل را انرژی زیاد حاصل از ییدر اتاسیون یونهای H^+ حاصل از یونیزه شدن اسید سولفوریک می دانند. زیرا اسید سولفوریک می تواند طبق واکنش زیر یونیزه شود:



دقت - کار کردن با اسید سولفوریک غلیظ نیاز به توجه و دقت زیاد دارد. زیرا اگر بر روی پوست بدن بریزد به شدت به آن آسیب می رساند. اگر بر حسب اتفاق اسید سولفوریک روی بدن بریزد، باید فوراً آن را با مقدار فراوان آب شست و شو داد. انجام دادن هر آزمایشی با اسید سولفوریک غلیظ حتماً باید طبق دستور کار و مستقیماً زیر نظر دبیر یا مربی آزمایشگاه انجام گیرد.

می توان اثر اسید سولفوریک غلیظ را بر مواد آلی از طریق ریختن یکی دو قطره اسید غلیظ بر روی یک تکه کاغذ آزمایش کرد. در این عمل صفحه کاغذ پس از چند دقیقه سیاه و متلاشی می شود. اسید سولفوریک غلیظ به شدت آب گیر است و ییدروژن و اکسیژن موجود در کاغذ و سایر مواد آلی را به صورت آب جذب می کند و کربن آن را بر جای می گذارد.

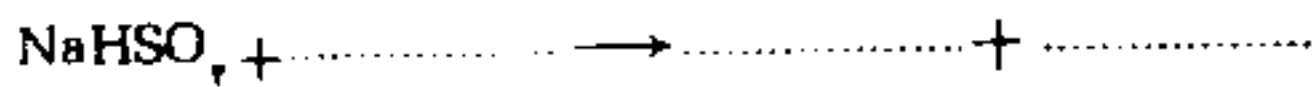
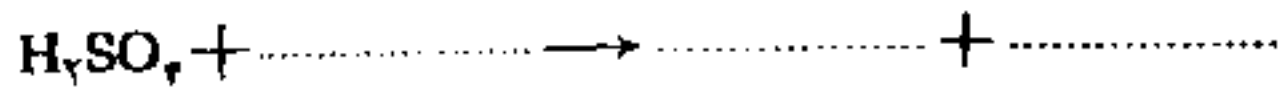
آزمایش: مقدار کمی شکر را در یک بشر ریخته و بر روی آن با احتیاط کامل چند قطره اسید سولفوریک غلیظ بریزید. چه روی می دهد؟ سیاه شدن شکر نشانه چیست؟ بررسی برخی خواص اسید سولفوریک - همان طوری که در سال قبل دیدیم اسید سولفوریک یک اسید دو پروتونی است که می تواند در دو مرحله به صورت زیر یونیزه شود.



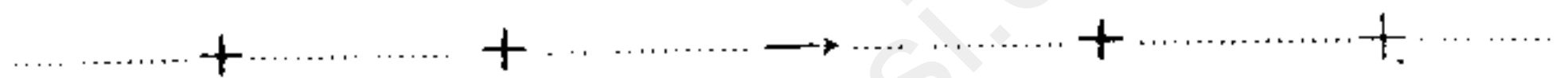
پرسش - چرا خاصیت اسیدی اسیدسولفوریک از اسید سولفورویبشتر است ؟

بنابراین در هنگام خشی شدن با بازها دوز نوع نمك ممكن است تولید کنند.

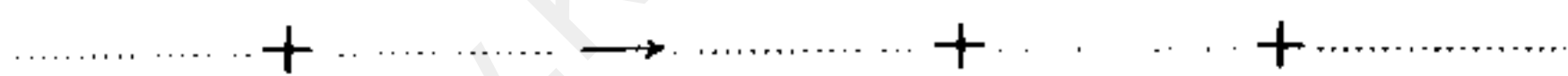
آزمایش ۱- کمی اسید سولفوریک رقیق در يك لوله آزمایش بریزید و بر آن چند قطره محلول معرف رنگی (تورنسل یا فنل فتالین) و سپس قطره قطره محلول سود اضافه کنید. عمل افزودن سود را تا تغییر رنگ معرف ادامه دهید. واکنشهای انجام شده را بنویسید:



آزمایش ۲- در لوله آزمایش کمی براده آهن بریزید، به اولی اسیدسولفوریک رقیق و به دومی با رعایت احتیاط کمی اسید سولفوریک غلیظ اضافه کنید. آیا در هر دو لوله آزمایش واکنش شروع می شود؟ هر گاه بدانیم که از واکنش اسیدسولفوریک رقیق با آهن گازیدروژن تولید می شود، چه روشی برای شناختن این گاز پیشنهاد می کنید؟ معادله واکنش انجام شده را به صورت یونی بنویسید:



لوله دوم را که در آن واکنشی انجام نشده است به ملایمت حرارت دهید، آیا واکنشی صورت می گیرد ؟ يك تکه کاغذ آغشته به محلول پرمنگنات را به دهانه لوله نزدیک کنید، آیا تغییری مشاهده می کنید؟ در این عمل چه گازی تولید شده است؟ معادله واکنش اثر اسید سولفوریک غلیظ و گرم را بر آهن بنویسید و با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون، آن را موازنه کنید:



آزمایش ۳- آزمایش ۲ را با مس و در صورت امکان با چند فلز دیگر تکرار کنید و در هر مورد که واکنشی انجام گرفت، معادله واکنش را بنویسید و با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون، معادله واکنشها را موازنه کنید. نتایج آزمایشها را در جدولی نظیر جدول زیر یادداشت نمائید و با استفاده از آن برای اثر اسید سولفوریک رقیق و غلیظ بر این فلزات يك نتیجه کلی بنویسید.

فلزات زیربدر وزن			فلزات بالای بدر وزن				فلز اسید
.....	نقره	مس	آهن	
							اسیدسولفوریک رقیق
						

تذکره: در این بخش باید بررسی فلزات قلیایی و قلیایی خاکی را در جدول ۱۳ انجام داد.

سولفاتها: نمکهای اسید سولفوریک، سولفات نامیده می‌شوند که برخی از آنها را می‌توان از آب دریا گرفت و برخی دیگر مانند سولفات کلسیم به صورت ژپس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)، همچنین سولفات باریم BaSO_4 در طبیعت وجود دارند. از سولفاتهای مهم دیگر زاج سبز ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) و کات کبود ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) را می‌توان نام برد که با آنها آشنائی دارید.

عناصر گروه پنجم

۱۳- بررسی عمومی

این گروه شامل نیتروژن، فوسفور، آرسنیک، آنتیموان و بیسموت می‌باشد. می‌دانید که تعداد الکترونهای ظرفیت (الکترونهای سطح خارجی) این عناصر برابر ۵ است، کم شدن الکترونهای ظرفیت نسبت به گروههای قبلی (گروههای هفتم و هشتم) عامل مهمی در کاهش خواص غیر فلزی عناصر این گروه و افزایش خواص فلزی آنها می‌باشد. بدیهی است که در این گروه نیز مانند گروههای دیگر جدول تناوبی، خاصیت فلزی از بالا به پایین افزایش می‌یابد. با توجه به نکات فوق، بیسموت را که پایین‌ترین عنصر این گروه می‌باشد می‌توان کاملاً فلز دانست، در حالی که نیتروژن و فسفر که در بالا قرار دارند، بیشتر خواص غیر فلزی دارند. جدول صفحه بعد برخی مشخصات عناصر این گروه را نشان می‌دهد.

بررسی برخی تغییر خواص عناصر در جدول و سعی در توجیه آنها - چنان که ملاحظه می‌شود در برخی موارد ظمی که در سایر گروهها وجود داشت دره‌ورد عناصر این گروه موجود نیست. مثلاً در گروههای هفتم و هشتم، با زیاد شدن عدد اتمی، نقطه ذوب بالایی رود. ولی در این گروه نقطه ذوب از نیتروژن تا آرسنیک زیاد شده ولی از آرسنیک تا بیسموت پائین می‌آید.

پرسش ۱- با افزایش عدد اتمی در عناصر گروه پنجم، شعاع اتمی چه تغییری می‌کند؟ چه تغییری در انرژی یونیزاسیون دیده می‌شود؟

پرسش ۲- چگونه می‌توان کاهش تدریجی الکترونگاتیوی را در عناصر سنگین‌تر این گروه توجیه نمود؟

پرسش ۳- آیا می‌توان توجیه ساده‌ای برای پائین بودن نقطه ذوب و جوش دو عنصر نیتروژن و فسفر پیشنهاد کرد؟

۸۲	۵۱	۳۳	۱۵	۷	
$۶s^2 6p^2$	$5s^2 5p^2$	$۴s^2 4p^2$	$۳s^2 3p^2$	$۲s^2 2p^2$	
درختان	خاکستری	خاکستری	سفید	بی رنگ	
جامد	جامد	جامد	جامد	گاز	
۱/۹	۱/۹	۲	۲/۱	۳	
۱۶۸	۱۹۹	۲۲۶	۲۵۴	۳۳۵	
۱/۴۶	۱/۴۱	۱/۲۱	۱/۱	۵/۷۵	
۲۷۱	۶۳۱	۸۱۴	۴۴ (فسفر-سفید)	-۲۱۵	
۱۵۶۵	۱۳۲۵	۶۳۳	۲۸۵	-۱۹۶	
بازی	آمفوتر	آمفوتر	اسیدی	اسیدی	

هر يك از این عناصرها برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز بی اثر بعدی به چند الکترون نیاز دارند ؟

گاز نیتروژن تقریباً ۷۹ درصد حجم هوا را تشکیل می دهد و در بدن موجودات زنده نیز یکی از عناصر تشکیل دهنده پروتئینها به شمار می رود. در سال دوم با ساختمان مولکول دو اتمی آن آشنا شدید. چون مولکول آن خیلی پایدار است، برای وارد شدن در ترکیب به انرژی اکتیواسیون زیادی نیاز دارد (قدرت پیوند سه گانه $N \equiv N$ برابر ۲۲۵ کیلو کالری بر مول می باشد) به همین علت میل ترکیبی آن با اغلب عناصر بسیار کم است، از طرف دیگر چون آزاد شدن نیتروژن به صورت مولکول N_2 با تولید شدن مقدار زیادی انرژی همراه است، (زیرا به سطح انرژی پایین تر رسیده و پایداری بیشتری کسب می کند). از اینرو، اغلب ترکیبات این عنصر ناپایدار هستند و تمایل دارند که به

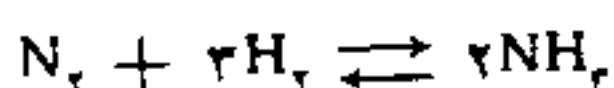
* برای جلوگیری از تصمید، نقطه ذوب تحت فشار ۳۶ اتمسفر اندازه گیری شده است.

صورت گاز نیتروژن در آیند. بیشتر مواد منفجره مانند دینامیت از ترکیبات نیتروژن دار هستند که انفجار آنها مقدار زیادی انرژی تولید می کند.

ترکیبات نیتروژن - چنانکه گفتیم فعالیت شیمیایی نیتروژن به علت پایداری زیاد مولکول آن در دمای معمولی، کم است. با وجود این می توان به کمک حرارت و کاتالیزور این عنصر را در برخی واکنشها شرکت داد و ترکیبات مهمی به دست آورد. در این مبحث بسا آمونیاك و اسید نیتريك و ترکیبهای آن آشنا می شوید.

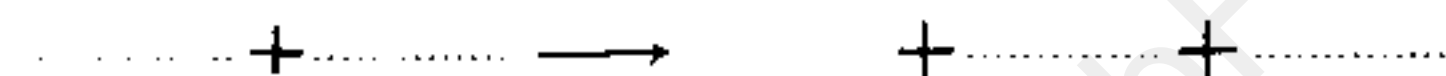
۱۵ - آمونیاك (NH₃)

آمونیاك را در صنعت، از ترکیب مستقیم نیتروژن و هیدروژن در شرایط مناسب تهیه می کنند:

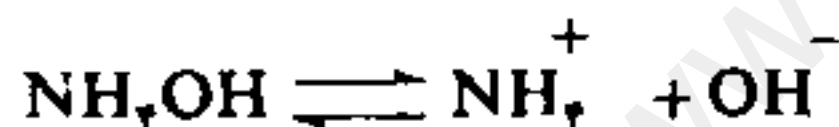
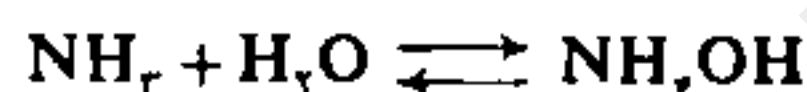


در آزمایشگاه می توان، آمونیاك را از تاثیر بازها بر نمکهای آمونیم تهیه کرد.

آزمایش - بر روی يك تکه كاغذ، مقداری كلريد آمونیم (نشادر) و آهك را به وسیله يك قاشق یا يك تکه چوب مخلوط کنید. آیا بوی گاز آمونیاك به مشام می رسد؟ معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید.



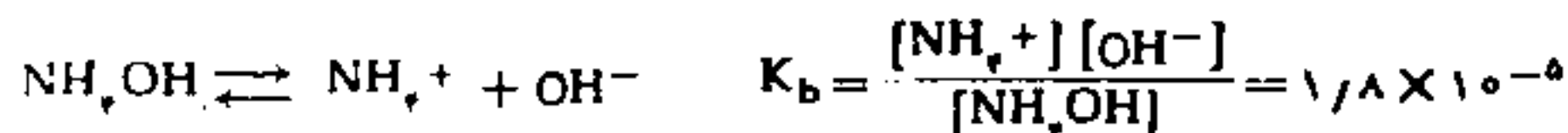
گاز آمونیاك به شدت و به نسبت زیادی در آب حل می شود و محلول هیدروکسید آمونیم تولید می کند که ناپایدار است و بوی آمونیاك دارد.



پرسش ۱ - ارغوانی شدن محلول فنل فتالین به وسیله محلول آمونیاك نشانه پیشرفت واکنش در کدام جهت است؟ بوی گاز آمونیاکی که از محلول آن به مشام می رسد پیشرفت واکنش را در چه جهتی نشان می دهد؟ آیا این يك واکنش دو طرفه است؟ و در چه شرایطی می تواند تعادلی باشد؟

پرسش ۲ - در صورتی که بدانیم حل شدن آمونیاك در آب گرمازا است، به نظر شما آیا باید محلول آمونیاك را در جای خنك نگهداری کرد یا در جای گرم؟ پاسخ خود را با استفاده از اصل لوشاتلیه توضیح دهید.

محلول آمونیاك در آب خاصیت بازی ضعیفی دارد و ثابت بازی آن نسبتاً كوچك است:



به همین علت بعضی ها ترجیح می دهند که این محلول را به جای هیدروکسید آمونیم که

نشان دهنده خاصیت بازی است محلول آمونیاك بنامند.

جزئی از آمونیاك حل شده در آب، به یونهای آمونیم و یدروكسید تبدیل می شود و در نتیجه محلول آن خواص بازی نشان می دهد.

تمرین ۱- معادله واکنش ترکیب آمونیاك با آب را همراه با نمایش نقطه ای بنویسید. پیوندهای اولیه بین N و H در آمونیاك از چه نوعی است؟ پیوند H^+ با NH_3 از چه نوع است؟ آیا پیوندهای N-H در یون آمونیم مشابهند یا تفاوت دارند؟

چنان که گفتیم، محلول آمونیاك ناپایدار است و از تجزیه آن گاز آمونیاك آزاد می شود. برای باز کردن درشیشه آمونیاك غلیظ به جاست که شیشه را سرد نمود و با احتیاط و دور کردن سر و صورت از آن، عمل باز کردن درشیشه را انجام داد. زیرا گاز آمونیاك حاصل از تجزیه محلول به چشم آسیب می رساند.

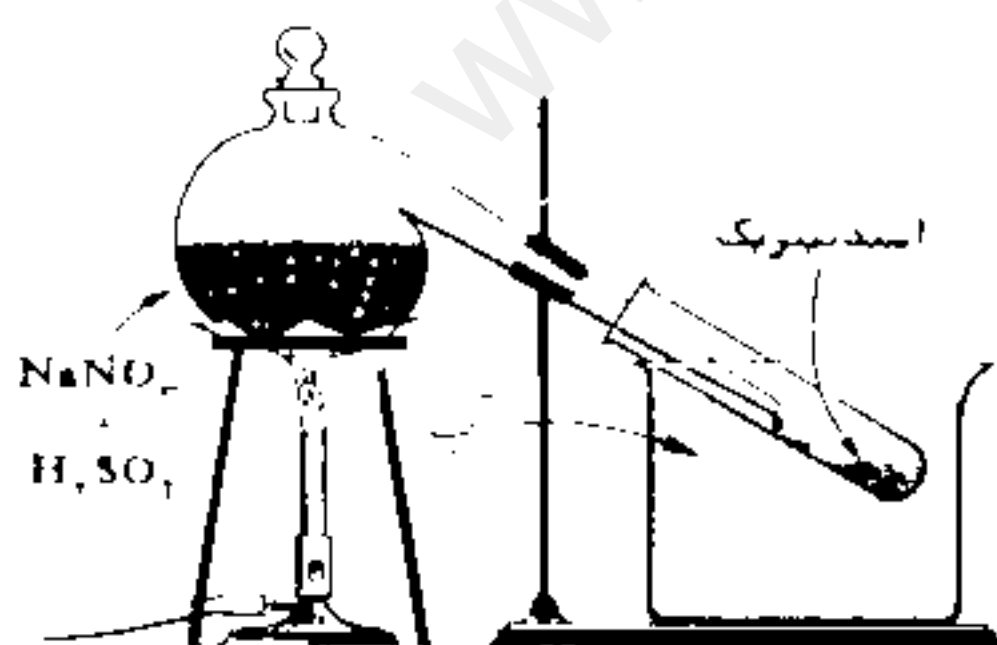
نوجه - ریختن محلول غلیظ آمونیاك بر روی اسید بسیار خطرناك است. زیرا گرمای واکنش باعث پخش شدن مواد به اطراف و پاشیدن آن به سر و صورت می شود. در صورتی که مایل باشید می توانید آزمایش را با محلولهای رقیق آمونیاك و اسید انجام دهید.

گاز آمونیاك نیز مانند محلول آن با اسیدها تولید نمك آمونیم می نماید. معمولاً برای تشخیص آمونیاك شیشه اسید کلریدريك غلیظ یا گاز کلرید یدروژن را به آن نزدیک می کنند، دود سفید کلرید آمونیم (نشادر) تولید می شود.

تمرین ۲- دیدید که محلول آمونیاك خاصیت بازی دارد. معادله شیمیایی اثر این محلول را بر محلول اسید کلریدريك، اسیدسولفوريك و سولفات آهن (II) بنویسید.

تمرین ۳- معادله واکنش و نمایش نقطه ای ترکیب آمونیاك را با گاز کلرید یدروژن بنویسید.

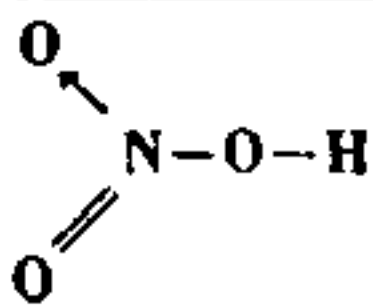
آمونیاك به عنوان خنك کننده، پاك کننده و نیز در ساختن کود شیمیائی و پلاستیک بکار می رود.



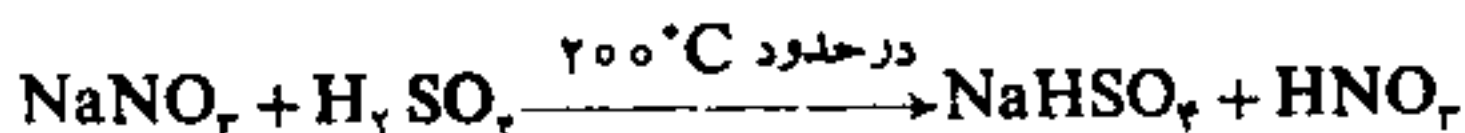
۱۶- اسید نیتريك یا جوهرشوره (HNO_3)

یکی از اسیدهای مهم است که در آزمایشگاه و در صنعت مصرف فراوان دارد. در آزمایشگاه برای تهیه آن از اثر اسیدسولفوريك غلیظ بر نیترات سدیم یا پتاسیم استفاده می کنند. مطابق شکل از حرارت دادن این مخلوط اسید نیتريك تولید می شود که بخار شده و بر اثر سرد شدن

۱- فرمول ساختمانی اسید نیتريك را می توان چنین نشان داد:



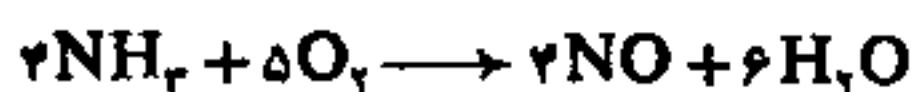
به صورت مایع در لوله آزمایش جمع می‌شود .



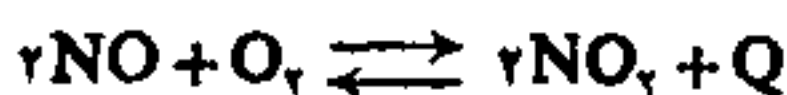
باید توجه داشت که دما ، زیاد بالا فرود زیرا اسید نیتريك بر اثر گرما تجزیه می‌شود .
در صنعت برای تهیه اسید نیتريك از گاز مونو اكسيد نیتروژن (NO) استفاده می‌کنند. این گاز
را ممکن است از ترکیب مستقیم نیتروژن و اكسیژن تهیه کرد :



چنان که ملاحظه می‌شود این واکنش گرماگیر است و احتیاج به حرارت زیاد دارد به همین
دلیل آنرا به کمک قوس الکتریکی انجام می‌دهند . چون در این روش انرژی زیاد مصرف می‌شود،
در صنعت برای تهیه NO، از اكسید کردن آمونیاك در مجاورت کاتالیزور پلاتین استفاده می‌کنند.

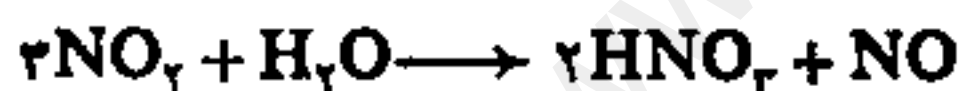


این عمل نیز برای شروع به کمی گرما نیاز دارد (انرژی اکتیواسیون) ولی از آنجا که
واکنش گرمازا است پس از شروع خود به خود ادامه پیدا می‌کند. مرحله بعدی اكسید کردن مونو اكسید
نیتروژن و تبدیل آن به دی اكسید نیتروژن است.



چون در چنین واکنش گرمائزایی، بالا رفتن تدریجی دما باعث کم شدن بهره عمل می‌شود،
می‌توان مونو اكسید نیتروژن را با مقدار زیادی هوای سرد مخلوط کرد.

پس از آن ... طبق اصل لوشاتلیه زیاد کردن مقدار اكسیژن (هوا) چه تأثیری در مقدار NO_2 دارد؟
دی اكسید نیتروژن را در آب حل می‌کنند :



چون در محیط اكسیژن اضافی وجود دارد، NO را مجدداً اكسید کرده و در عمل وارد می‌نمایند.
اسید نیتريك غلیظ مایعی است دود کننده که اگر با پوست بدن تماس پیدا کند
به شدت به آن آسیب می‌رساند . پایداری اسید غلیظ در برابر گرما و نور کم است و به تدریج تجزیه
می‌شود . واکنش تجزیه آن را می‌توان به صورت زیر نوشت :



چون دی اكسید نیتروژن خرمایی رنگه است، اسید غلیظ آزمایشگاه به مرور زمان زرد رنگ

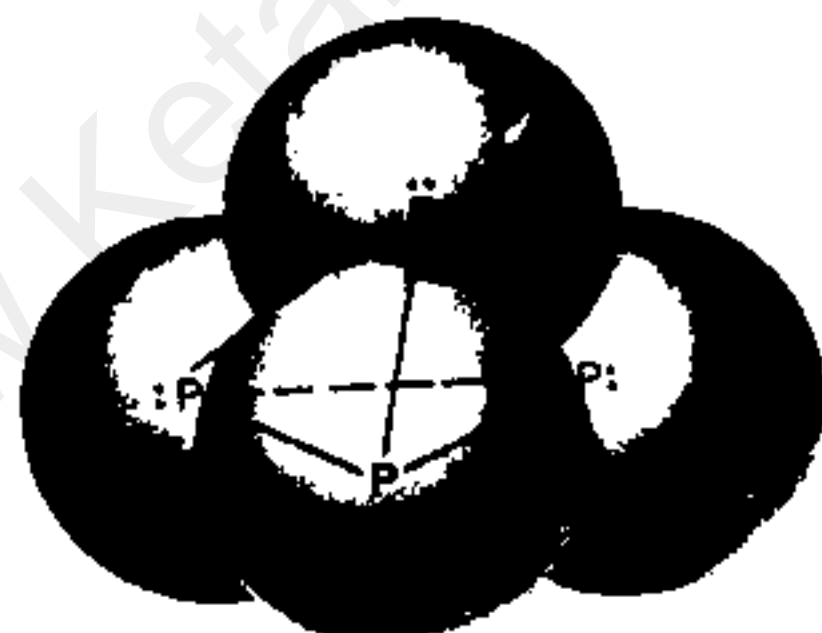
می‌شود .

محلول غلیظ و رقیق آن بر بعضی از فلزات اثر کرده و اکسیدهای نیتروژن را تولید می‌کند .
 معمولاً اگر اسید غلیظ باشد ، دی‌اکسید نیتروژن و اگر رقیق باشد مونو کسید نیتروژن می‌دهد که
 اولی خرمایی رنگه و دومی بی‌رنگه است . به یاد دارید که در سال گذشته از اثر اسید نیتريك غلیظ
 بر مس ، دی‌اکسید نیتروژن تهیه کردید . آزمایش نشان می‌دهد که اگر اسید نیتريك خیلی رقیق
 باشد با برخی از فلزات که خاصیت احیا کنندگی شدید دارند می‌تواند نترات آمونیم تولید کند .
 واکنشهای زیر را با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون موازنه کنید :



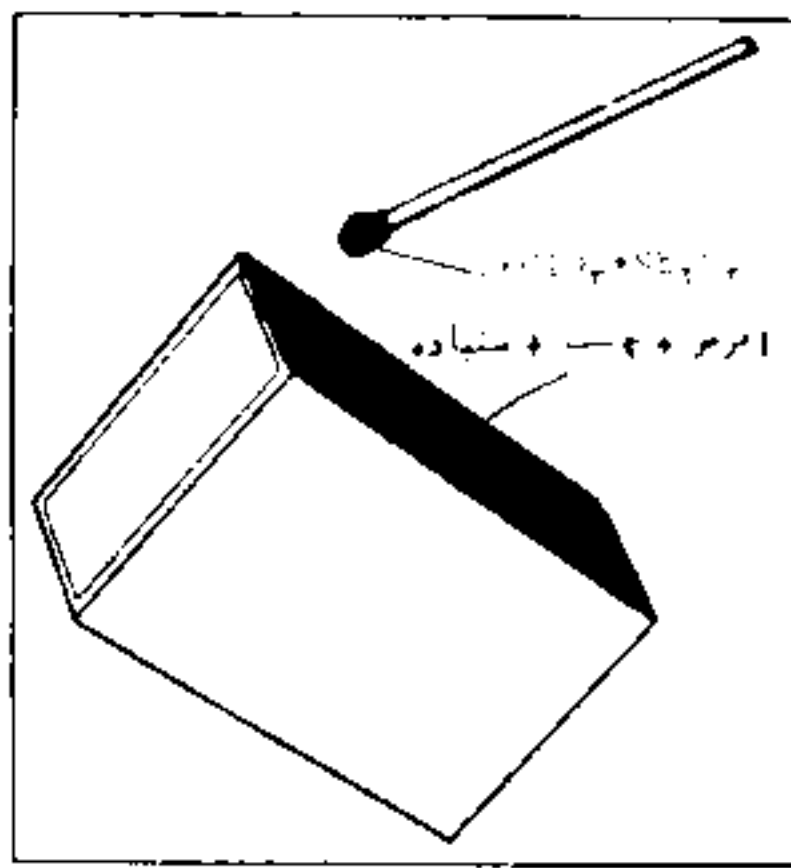
واکنش ۱ : واکنش اثر اسید نیتريك را بر فلز روی ، که منجر به تولید نترات آمونیم ،
 نترات روی و آب می‌شود بنویسید و با استفاده از تغییر عدد اکسیداسیون آن را موازنه کنید .

در طبیعت بیشتر به صورت فسفات کلیم وجود دارد . فسفر دارای آلوتروپهای مختلفی است
 که دو نمونه آنها فسفر سفید و فسفر قرمز می باشد . مولکولهای فسفر سفید چهار اتمی
 هستند (P₄) که شکل زیر چگونگی پیوند بین اتمها را در مولکول آن نشان می‌دهد . فعالیت



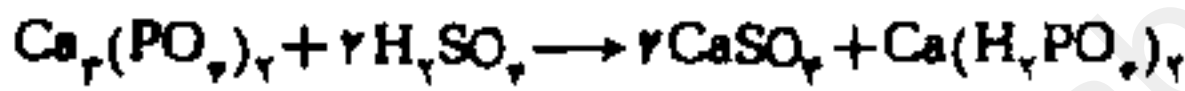
شیمیائی فسفر سفید به مراتب بیشتر از فسفر قرمز است . این نوع فسفر در برابر هوا به تدریج
 دود می‌کند و سر انجام آتش می‌گیرد . چرا ؟ کار کردن با فسفر سفید نیاز به احتیاطهای فراوان
 دارد . در هر مورد باید تکه بسیار کوچک آن را بکار برد . در پایان آزمایش نیز باید آثار باقیمانده
 آن را جمع‌آوری کرده و در ظرف پر از آبی نگاهداشت . ذرات کوچک فسفر هم در آزمایشگاه
 در اثر بی‌احتیاطی ممکن است به آتش سوزی منجر گردد .

به علت میل ترکیبی زیاد فسفر سفید با اکسیژن ، آن را در زیر آب نگاه می‌دارند .
 از فسفر قرمز در کبریت سازی استفاده می‌شود . معمولاً ماده آتشگیری که در نوک کبریت وجود
 دارد ، مخلوطی از سولفید آنتیموان (Sb₂S₃) و یک ماده اکسیژن دهنده (مثلاً کلرات پتاسیم) است .

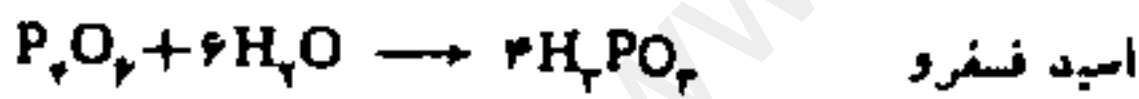


ماده رنگی کناره قوطی کبریت، مخلوطی از فسفر قرمز و سنیاده (برای زیاد کردن اصطکاک) می باشد. کبریت هایی که احتیاج به ماده رنگی مخصوص کناره قوطی ندارند و آنها را به هر نقطه بزنیم آتش می گیرند، در نوک آنها مخلوطی از سولفید فسفر (P_4S_3) و یک ماده اکسید کننده وجود دارد.

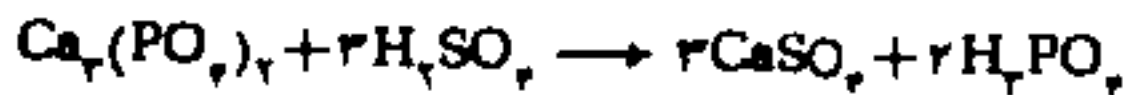
چنان که می دانید فسفر یکی از عناصر لازم برای رشد گیاه است. فسفات کلسیم $Ca_3(PO_4)_2$ مهمترین ترکیب طبیعی فسفر است که به صورت سنگ معدن در نقاط مختلف کره زمین وجود دارد. چون این ماده در آب نامحلول است، به وسیله ریشه گیاه جذب نمی شود. برای این که آن را به صورت محلول در آورند، فسفات کلسیم را در اسید سولفوریک خمیر کرده پس از خشک شدن به قام سوپر فسفات به بازار عرضه می کنند. می توان واکنش انجام یافته را به صورت زیر نوشت:



اکسیدها و اکسی اسیدهای فسفر - معروفترین اکسیدهای فسفر، تری اکسید فسفر (P_2O_3) و پنتو اکسید فسفر (P_2O_5) می باشند. این اکسیدها با آب ترکیب می شوند و تولید اسید می نمایند:



H_3PO_4 را اسید ارتو فسفریک نیز می نامند که همان اسید فسفریک معمولی متداول در صنعت و آزمایشگاه است. این اسید را می توان از اثر اسید سولفوریک بر فسفات کلسیم نیز به دست آورد.



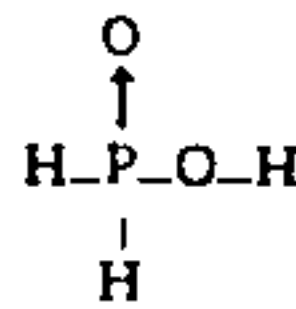
۱- اخیراً در منطقه مرگه دره شاهرود، معدنی به ظرفیت ۱۴ میلیون تن سنگ فسفات کشف شده است.

۲- در قدیم اکسیدهای فسفر را با فرمولهای P_2O_3 و P_2O_5 نشان می دادند و به همین علت آنها را تری اکسید و پنتو اکسید فسفر می خواندند. اما تحقیق نشان می دهد که فرمول مولکولی این دو ماده P_4O_6 و P_4O_{10} است.

یکی دیگر از اسیدهای فسفر، اسید هیپوفسفر H_3PO_2 می باشد. در جدول زیر فرمول گسترده و مدل مولکولی این سه اسید نشان داده شده است.



فرمول ساختمانی

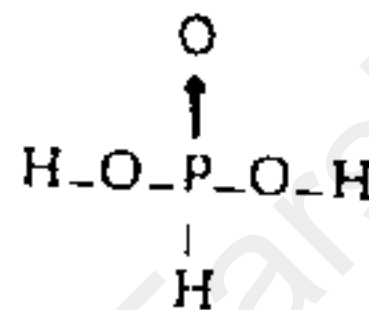
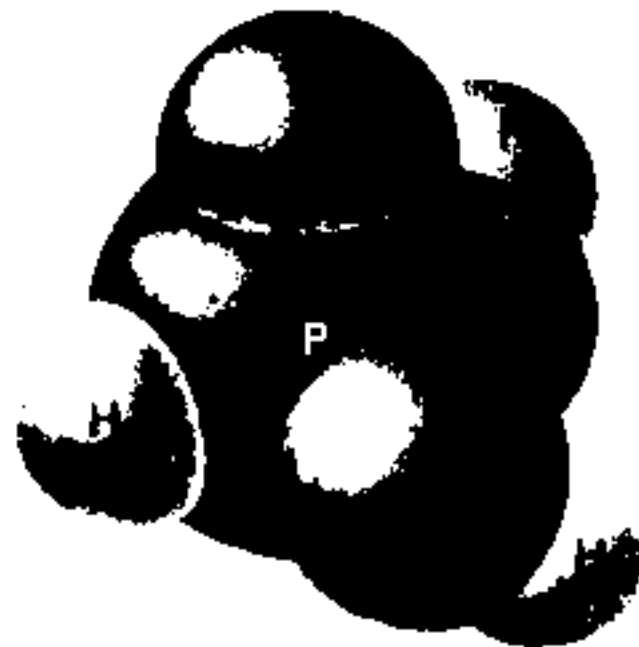


فرمول

اسید هیپوفسفر H_3PO_2

نام اسید

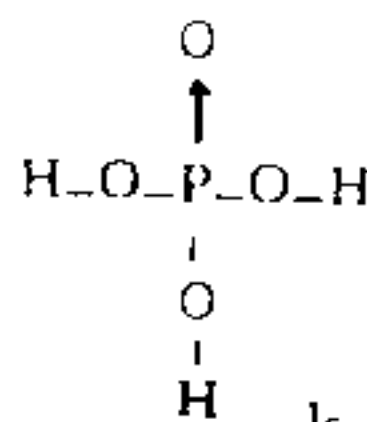
$$k = 8 \times 10^{-2}$$



H_3PO_3

اسید فسفر

$$k_1 = 1/6 \times 10^{-2}$$



H_3PO_4

اسید فسفیک

$$k_1 = 7/1 \times 10^{-2}$$

پرسش ۱- با توجه به K اسیدهای فوق، کدامیک قدرت اسیدی بیشتری دارد؟
در کلیه اسیدهای نامبرده بالا، فقط هیدروژنهای متصل به اکسیژن، قابل جانشین شدن با فلز بوده و عامل اسیدی به شمار می روند.

پرسش ۲- عدد اکسیداسیون فسفر را در مولکول کلیه اسیدهای فسفر حساب کنید و فرمولهای واکنش اثر اسید فسفر بر سود و نیز نام محصولات عمل را بنویسید.

تفاوت گروه چهارم

در این گروه عناصری

گروه چهارم جدول تناوبی شامل عناصر کربن ، سیلیسیم ، ژرمانیم ، قلع و سرب است در این گروه نسبت به گروه پنجم خواص غیر فلزی کمتر شده و بر خواص فلزی افزوده می گردد. آشکار شدن خواص فلزی بر اثر افزایش عدد اتمی در عناصر این گروه زیاد است ، به طوری که کربن را که در بالا قرار دارد، غیر فلز و سرب را که در پایین است، فلز به شمار می آورند. جدول زیر برخی خصوصیات عناصر این گروه را نشان می دهد .

آیا ظاهری که در تغییر ویژگی های فیزیکی عناصر اغلب گروهها دیده می شود، در این گروه نیز به همان میزان به چشم می خورد ؟

عدد اتمی	نماد	گروه	دوره	تعداد ایزوتوپها	نوع ایزوتوپ
۶	C	۱۴	۲	۲	۱۰۰٪ غیر فلز
۱۴	Si	۳۲	۳	۲	۱۰۰٪ غیر فلز
۳۲	Ge	۵۰	۴	۲	۱۰۰٪ فلز
۸۲	Pb	۸۲	۶	۴	۱۰۰٪ فلز
عدد اتمی	عدد اتمی	عدد اتمی	عدد اتمی	عدد اتمی	عدد اتمی
۲۵۰۰	۲۴۸۰	۲۴۷	۲۴۲	۲۲۷	۲۲۷
۲۵۰۰	۲۳۵۵	۲۸۲۰	۲۲۷۰	۱۷۲۴	۱۷۲۴
۲/۵	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
۲۶۱	۱۸۷	۱۸۷	۱۶۸	۱۷۰	۱۷۰
گرافیت و الماس ۲/۵۱ ۲/۲۶	۲/۲۴	۵/۲۲	۷/۲۰	۱۱/۴	۱۱/۴

پوشش ۳ - آیا تشابه خواص آشکاری که در عناصر برخی گروهها (به ویژه هالوژنها و فلزهای قلیایی) مشاهده گردید ، در اینجا نیز وجود دارد ؟

چون اتمهای این عناصر در خارجی ترین سطح انرژی چهار الکترون دارند، از این رو گرفتن چهار الکترون و تشکیل یون منفی برای آنها آسان نیست. معمولاً عناصر دوره های بالاتر این گروه به صورت کووالانسی با اتمهای دیگر پیوند تشکیل می دهند. همان طور که گفته شد کربن خواص غیر فلزی کاملاً آشکاری دارد.

سیلیسیم نیز از لحاظ خواص شیمیایی، غیر فلز و از لحاظ خواص فیزیکی به فلز نزدیک است. ژرمانیم خواص شیمیایی و فیزیکی شبه فلزی دارد و روی هم رفته به فلزات نزدیکتر است. قلع و سرب خواص فلزی آشکارتری از خود نشان می دهند .

۱- کربن در حدود این دما مستقیماً تصفیه میشود .