

کاربرد علم شیمی در علوم

دبیر گرامی:

جناب آقای گرمرودی

تهیه کننده:

محسن سوری

کلاس ۱۰۷

دبیرستان :

فرهنگیان ثارالله

بهار ۸۵

تجزیه شیمیائی

مقصود از تجزیه شیمیائی تعیین عهاصر و یا ترکیباتی که یک ماده را تشکیل می دهند می باشد خواه این ماده بصورت جامد و یا مایع و یا گازی شکل و خواه در طبیعت و یا در آزمایشگاه مصنوعاً تهیه شده باشد. این تجزیه شامل دو قسمت می شود:

۱_ تجزیه کیفی یا چونی که بتعیین نوع و طبیعت اجسام ساده و یا ترکیباتی که ماده مورد امتحان را تشکیل می دهند می پردازد.

۲_ تجزیه کمی یا چندی که مقادیر هر یک از اجزاء تشکیل دهنده را در واحد وزن و یا در واحد حجم معلوم می سازد.

چون بمنظور تجزیه بیشتر اوقات هر ماده معدنی را بصورت املاح محلول در آب در می آورند و هر محلول معدنی همیشه شامل دو یون مثبت و منفی یعنی کاتیون و آنیون می باشد و هر کدام از این دو دسته هم بین خود تشابه خواص دارند که موجب طبقه بندی آنها می گردد بنابراین اساس تجزیه چونی و چندی بر رویس همین خواص مشترک برپا گشته است.

این تجسس شامل سخ مرحله می شود:

۱_ تعیین دسته فلز

۲_ تشخیص فلزاتی که در یک دسته وجود دارند.

۳_ از نو بوجود آوردن محلول خالص نمک فلز از انحلال رسوبی که در مرحله ۱ و ۲ بدست آمده است و انجام واکنشهای مشخص و ویژه هر کاتیون و یا هر آنیون مرحله اخیر همان اهمیت و ضرورت دو مرحله دیگر را دارا می باشد.

برای سهولت امر و بمنظور اینکه دانشجویان مبتدی بتوانند بخوبی از عهده تجزیه چونی برآیند ماده مورد امتحان را بصورت یکی از نمکهای حل شدنی معمولاً کلرور، سولفات و یا نیترات در دسترس آنان قرار می دهند بنا براین هر وقت از محلول بدوی یا اصلی ذکری می شود مقصود محلولی است که برای آزمایش داده شده است.

ولی نباید محلول اصلی را با ((مادر آب)) اشتباه کرد. هنگامیکه محلول اصلی تحت تاثیر معرفی قرار گیرد ممکن است گازی از آن بریزد و یا رسوبی نمایان شود اگر با جوشاندن تمامی گاز را بیرون آورید و یا با عمل صافی رسوب را جدا سازید محلولی بدست می آورید که صفات و خصائص اصلی خود را از دست داده و دارای مشخصات دیگری گشته است بچنین محلولی که بعد از جدا نمودن گاز و یا رسوب آن آبهای شست و شو و معرفات اضافه شده است ((مادر آب)) گفته می شود.

تجسس دسته فلزات یا دسته کاتیونها :

چون منظور از نگارش این کتاب تجسس فلزات و آزمایش خواص آنالی تیکی نمکهای آنها میباشد لازمست که دانشجو قبلا تئوری آرنیوس Arrhenius و تجزیه شدن محلول املاح را بدو یون مثبت یا کاتیون و منفی یا آنیون بداند و پی برد که در کلیه واکنشهایی که در مباحث مختلف این کتاب از آن گفتگو می شود فقط یونهای مثبت و منفی یعنی کاتیونها و آنیونها داخل در فعل انفعالات می شوند و بالتیجه هر وقت لفظ کاتیون و آنیون از نظر افتاد و بجای آن کلمه فلز بکار برده شد منظور اینست که فلز مزبور بصورت نمک محلول برای آزمایش در اختیار دانشجو قرار داده شده است و از عنوان تجسس دسته فلزات نباید معنای دیگری جز تعیین کاتیون استنباط کرد.

طبق آنچه که گفتیم فلزات و املاح آنها بین خود خواص آنالی تیکی مشترک دارند و ممکنست هر چند تای آنها را جزء یکدسته قرار دهیم مثلا اگر معرف بخصوصی برروی چند تای آنها رسوبی ظاهر ساخت می گوئیم که این چند فلز جزء یکدسته باید قرار داده شوند. ظهور رسوب و یا تغییر رنگ با استعمال معرفی موجب شده که فلزات معمولی را بشش دسته تقسیم کنند.

۱ _ دسته ای که اگر اسید کلریدریک و یا کی کلرور قابل حل بر روی محلول آنها بریزیم رسوب غیر قابل حل کلرور آنها تولید می گردد که در آب سرد و اسیدهای معدنی رقیق غیر قابل حل است .

فلزات ایندسته عبارتند از : Hg^{+} و Pb و Ag

HG1

معرف مشترک

۲ _ دست ای که کلرور آنها قابل حل در آب ولی سولفور آنها غیر قابل حل در آب و اسیدهای معدنی رقیق است . یعنی باید بر روی محلول آنها گاز سولفورئیدرژن H_2S در محیط اسید عبور داد تا فلز بصورت سولفور رسوب کند .

فلزات این دسته نیز بدو طبقه تقسیم می شوند :

الف _ کاتیونهاییکه سولفور آنها قابل حل در سولفورآمونیم $S(NH_4)_2$ است و عبارتند از :

Sb, Sn, As

ب _ کاتیونهاییکه سولفور آنها غیر قابل حل در سولفور آمونیم می باشد و شامل فلزات زیر می شوند :

Hg^{++}, Bi, Cu, Cb

و همچنین Pb که چون کلرورش کمی قابل حل می باشد بدسته دوم آمده است .

H_2S

معرف مشترک

۳ _ دسته و یا کاتیونهاییکه کلرور آنها قابل حل است و سولفور آنها در محیط آب تولید نمی شود ولی ئیدرات آنها در مجاورت املاح آمونیاکی غیر قابل حل است .

Fe^{+++}, Al, Cr

فلزات ایندسته عبارتند از :

$(NH_4Cl + NH_4OH)$

معرف مشترک

۴ _ دسته ای که کلرور آنها قابل حل در آب ولی سولفور آنها که قابل حل در اسیدهای معدنی رقیق است در آب و در سولفور آمونیم غیر قابل حل است .

فلزات ایندسته عبارتند از : Zn , Mn , Co , Ni

معرف مشترک $\text{Sn}(\text{NH}_4)_2$

۵ _ دسته ای که کلرور و سولفور آنها قابل حل ولی کربنات آنها غیر قابل حل در آب و شامل

فلزات زیر است : Ba , Sr , Ca , Mg

معرف مشترک $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$

در ایندسته کربنات فلزات قلیائی خاکی (Ba , Sr , Ca) در مجاورت مقدار کافی املاح آمونیاکی غیر قابل حل ولی کربنات منیزیم در این محیط قابل حل است .

۶ _ دسته ای که کلرور و سولفور و ئیدرات و کربنات آن در آب حل می شود و معرف مشترک

ندارد مثل فلزات قلیائی (Na , K , Li) و رادیکال NH_4 .

نکته اول _ از ذکر بار مثبت کاتیون که باید با علامت + در بالای فرمول بصورت قوه نمایش داده شود خود داری و فقط در موارد ضروری علامت گذاری شده است .

نکته دوم _ در هر جا نامی $\text{S}(\text{NH}_4)_2$ و یا پلی سولفور آمونیوم $\text{Sn}(\text{NH}_4)_2$ و

سولفیدرات آمونیوم $\text{Sn}(\text{NH}_4)_2\text{H}_2$ برده می شود مقصود همان سولفور آمونیوم (S

NH_4) است که برحسب زمان و مکان در آن کم و بیش مقداری S و یا SH_2 حل گشته و

باسامی مختلف فوق الذکر نامبرده

می شود .

جیوه

جیوه تنها فلزی است که در حرارت معمولی و فشار جوی مایع می باشد . نقطه ذوب دو فلز سن یوم Cs و گالیوم Ga که به ترتیب ۵ و ۲۸ و ۷۵ و ۲۹ می باشد کمترین نقطه ذوبی است که بین فلزات تا حال دیده شده است معهذاز نقطه ذوب جیوه که ۸۷ , ۳۸ درجه است بمراتب بالاتر می باشد این فلز بچگالی ۵۴۶ , ۱۳ است و در ۳۵۶, ۹۵ درجه میجوشد و در طبیعت بصورت سولفور HgS که نام معدن شناسی آن سینابر است وجود دارد . وقتی یک سنگ معدن را کباب می کنیم و بصورت اکسید در می آوریم اکسید حاصله در نحرارت بیشتر تجزیه می شود و جیوه می دهد . جیوه حاصله چندان خالص نیست و باید آنرا در مجاورت هوا تقطیر کرد تا تمام مواد ناخالص و فلزاتی مثل کادمیم که بیش از جیوه فعال می باشند اکسید شوند و تنها جیوه فرازش حاصل کند و بخارات آن در اطاق دیگر جمع و بعد متراکم گردند . چنین جیوه ای لازمست مجددا با اسید نیتریک رقیق شسته شود و بعد در خلاء تقطیر تا اینکه صددرصد خالصشود . بعلت اینکه در اثر حرارت منحنی انبساط آن تقریبا خطی است آنرا برای ترمومتر بکار می برند ضمنا در مواردی که بخواهند قالب گیری دقیق انجام دهند مصرف می گردد .

در حالت مایع قابلیت هدایت الکتریکی آن نسبتا خوبست و در بعضی موارد آنرا برای سویچ یعنی قطع و وصل الکتریسیته بکار می برند , بحالت بخار که منواتمییک است قابلیت هدایت الکتریکی آن زیاد و از همین لحاظ بخار آنرا در چراغها برای تولید رنگ آبی روشن زننده بکار میبرند . بغیر از پلاتین Pt و کبالت Co و نیکل Ni و آهن Fe بسیاری از فلزات در جیوه حل می بشوند و با آن ملقمه تشکیل می دهد بعضی از این ملقمه ها گشوده های واقعی و برخی دیگر گشوده های تعلیقی می بشاد یعنی ذرات فلزات بحالت پاکنده و تعلیق در مایع جیوه وجود دارند . از این دو خاصیت در صنعت برای استخراج طلا و نقره و در دندانسازی برای پر کردن دندان استفاده می شود .

ترکیبات جیوه مورد استعمال فراوان ندارند. تمام آنهائیکه قابل حل هستند سمی می باشند فقط کلرومر کورویا کالومل برای طبابت کبد و فولمینات مرکوریک بعنوان چاشنی برای انفجار دینامیت ها بکار می رود.

این فلز با دو حالت اکسیداسیون وارد ترکیبات می شود در یکی جیوه یک ظرفیتی و نمکهای آن به مرکورو و دیگری جیوه دو ظرفیتی و نمکهای آن بمرکوریک موسومند. املاح مرکورو همیشه بصورت جامد غیر قابل حل و املاح مرکوریک قابل حل در آب می باشند. معتقدند که یون Hg^+ وجود ندارد بلکه این یون همیشه بصورت $Hg^+ : Hg^+$ تشکیل می شود یعنی ساختمان الکترونی جیوه با قشر پنجم تکمیل می گردد و در قشر ششمی هنوز دو الکترون دارا می باشد که با از دست دادن یکی از الکترونهای این قشر خارجی بصورت یون در می آید و چون هنوز در این قشر یک الکترون باقی میماند دو اتم با پیوند اشتراکی کوئوالانسی با یکدیگر متحد می شوند و ساختمان یون مرکورو را بصورت $Hg^+ : Hg^+$ تشکیل می دهند.

طرق مختلفه برای اثبات چنین یونی وجود دارد یکی بوسیله تعیین و سنجش مقدار ثابت تعادل و دیگری بوسیله قابلیت هدایت الکتریکی و مقایسه آن با سایر املاح فلزات سنگینی که می توانند دو نوع نمک بفرمول MX و MX_2 بدهند و بالاخره با مطالعه اشعه ایکس بر روی بلورهای کلرومر کورویا یا کالومل اخیرا مشاهده کرده اند که آرایش مولکولی بصورت $(-Cl -$

$Hg-Hg-Cl-)^x$ می باشد و حال آنکه آرایش مولوکولی $AgCl$ بصورت $(-Cl-Ag-Cl-)^x$ $Ag-)^x$ می باشد.

بیشتر واکنشهای املاح جیوه مرکورو Hg_2^{++} واکنشهای کاهش یعنی تبدیل آنها مرکوریک Hg^+ می باشد.

از سنجش تنش پلاریزاسیون که در زیر بیان می شود نتیجه می گیریم که کاهش املاح جیوه مرکوریک بجیوه مرکورو و بالاخره بفلز جیوه خیلی آسان می بشاد و همین نکته موجب سهولت تشخیص این عنصر می گردد .

منظور از Hg_2^{++} همان یون مرکورو می باشد که با استدلالی که در فوق نمودیم و بعلت عدم وجود باید بصورت فوق الذکر ارائه شود .

املاح جیوه مرکورو بآسانی تفکیک میشوند و تشکیل کمپلکسهائی می دهند مهمترین آنها کالومل Hg_2Cl_2 می باشد که قابلیت حل آن از برمور و یدورد و سولفور بیشتر می باشد نمکهای استات ، نیرتات و سولفات بآسانس در آب حل می شوند ولی بتدریج هیدرولیز حاصل می کنند و رسوب املاح بازیک بوجود می آورند .

املاح جیوه مرکوریک شباهت باملاح سرب و کادمیوم دارند بدین معنی فقط عده محدودی از آنها در رقت های متوسط تفکیک حاصل می کنند و درجه تفکیک هم منوط بنوع آنیونی است که با آنها ترکیب شده است .

این املاح در آب بآسانی هیدرولیز می شوند زیرا $Hg(OH)_2$ باز ضعیفی است و املاح باریک بوجود می آورد . با آمونیاک نیز آمونولیز می شوند و املاح آمیدور که خاصیت بازی دارند بوجود می آورند . منظور از آمونولیز دخالت یونهای حاصله از NH_4OH در واکنش می باشد

همانطور که یونهای H و OH دخالت می کنند و واکنش هیدولیز انجام می دهند . چنانکه کمپلکس تترامین که فقط در محیط آمونیاک پایدار است در محیط آب هیدرولیز حاصل می کند و تبدیل به فرمول زیر :

HO-Hg-NH-Hg-I می گردد انجسم همان ید و آمیدور مرکوریک می باشد که در تحت معرف نسلر شرح آنرا داریم .

سولفور جیوه نامحلول ترین ترکیبات جیوه است ولی محسوسا در سولفورهای قلیائی و در پلی سولفورها حل می گردد و تولید HgS_2 می کند .

جیوه دو ظرفیتی در بسیاری کمپلکسهای قابل حل با اندیس کوئوردیناسیون چهار وارد می شود .

چون معرفات املاح جیوه مرکورو و املاح جیوه مرکویک از نظر اثر متفاوت هستند ما در بدو امر

املاح جیوه مرکورو Hg^{++} و بعد املاح جیوه مرکویک Hg^{+} را ذکر می کنیم . باید

توجه داشت که جیوه مرکوریک دو نوع اکسید می دهد یکی برنگ زرد و دیگری برنگ قرمز .

چنانچه بر روی ملح مرکوریک سود یا پیاس بریزیم اکسید زرد بدست می آید و حال آنکه اگر

همین اکسید را مدتی در شیشه سربسته قرار و یا کمی از آن را در کپسولی حرارت دهید برنگ

قرمز تبدیل می گردد و تا حدی خاصیت اکسید کنندگی خود را از دست می دهد .

املاح جیوه یک ظرفیتی یا املاح مرکورو معمولا بی رنگ می باشند و بغیر $HgCl$ و $HgBr$

در حرارت قرمز تجزیه می شوند و محلول آنها رنگ تورنسل قرمز می سازد . باید در نظر داشت

که املاح جیوه یک ظرفیتی :

۱ _ کم و بیش زود تجزیه باملاح جیوه دو ظرفیتی می گردند و جیوه آزاد می سازند .

۲ _ قابلیت حل آنها در محیط اسید زیاد است ولی در محیط خنثی تحت اثر آب ئیدرولیز می

گردند و نمک بازی مایل بزرد غیر قابل حل می دهند .

۳ _ در حال محلول و دهوا بکندی تبدیل باملاح جیوه دو ظرفیتی می گردند یعنی کاهنده هستند .

اسید کلریدریک _ HCl و کلرورهای قابل حل

رسوب سفید گرد مانند Hg_2Cl_2 یا کلمل می دهند .

این رسوب اگر خوب شسته شده باشد تحت تاثیر HCl و NO_3H قرار نمی گیرد و فقط موقعیکه با HCl غلیظ آنرا مدت طولانی بجوشانیم بکندی حل می شود.

رسوب Hg_2Cl_2 در تیزاب سلطانی و یا آب کلر در گرمی قابل حل می باشد و تولید



می کند.

رسوب Hg_2Cl_2 تحت اثر NO_4OH سیاه و برسوب خاکستری کلروامیدور مرکورو بفرمول



مبدل می گردد.

رسوب Hg_2Cl_2 تحت اثر پتاس نیز سیاه می شود و اکسید مرکورو Hg_2O بوجود می آید.

سولفورئیدرژن - H_2S

رسوب سیاه Hg_2S می دهد که فوراً تبدیل به HgS و Hg می شود.

این رسوب غیر قابل حل در $(NH_4)_2S$ ولی قابل حل در تیزاب است.

سولفیدرات آمونیوم $Sn(NH_4)_2H_2$

مانند H_2S رسوب HgS و Hg میدهد.

کربنات سدیم - CO_3Na_2

رسوب زرد کثیف یا مات CO_3Hg_2 میدهد که اگر آنرا گرم کنیم در درون محلول اول به



تبدیل می شود.

کربنات آمونیوم - $CO_3(NH_4)_2$

رسوب خاکستری سیاه میدهد (رجوع باثر آمونیاک شود).

سود - $NaOH$ و یا پتاس - KOH

رسوب سیاه Hg_2O غیر قابل حل در زیادتى این معرف می دهد که بعدا تبدیل به HgO می شود .

آمونیاک NH_4OH

رسوب سیاه می دهد که فرمول حقیقی آن تا کنون معین نشده است و قدیم بمنزله کلروامیدورمر کورو می گرفتند .

یدور پاتسیم - KI

رسوب زرد مایل بسبز Hg_2I_2 بوجود می آورد که در مجاورت مقدار زیاد تری KI در بدو امر زرد رنگ و سپس حل می گردد و فقط Hg باقی می ماند .

کرومات پتاسیم - CrO_4K_2

رسوب قرمز براق CrO_4Hg_2 می دهد .

کلرور قلع یا کروراستانو - $SnCl_2$

رسوب سفید Hg_2Cl_2 می دهد این رسوب بعدا تحت زیادتى $SnCl_2$ کاملا کاهیده می شود و Hg سیاه باقی می گذارد .

تبصره ۱ _ در تشخیص املاح مرکورو Hg_2^{++} و مرکوریک (Hg_2^{++}) دقت نمائید .

تبصره ۲ _ یک تیغه روی ، آهن و یا مس در توی محلول املاح مرکورو از یک ورقه خاکستری رنگ چپوه مستور می شود .

اثر آب بر روی رسوب کلرور

رسوب را بعد از شیت و وی کامل در بالن ته گردی قرار دهید و بر روی آن آب بیفزائید و جوش آورید. اگر رسوبی باقی ماند در همان حال جوش آنرا از صافی رد کنید. بدین نحو محلول نمره (I) بدست می آید.

اگر در لوله امتحانی و تحت اثر IK چند قطره این محلول رسوب زرد داد که فقط در آب جوش حل و در آب سرد بصورت پولک زرد در می آید معلوم می شود که محلول (I) شامل Pb می باشد و باید بر روی آن معرفات خصوصی و سایر واکنش ها را بکار برد ولی اگر محلول نمره (I) با IK رسوبی ظاهر نساخت معلوم میشود که آب جوش بر روی رسوب کلرور بی تاثیر بوده و در محلول اولیه Pb وجود ندارد.

اثر NH_4OH بر روی محلول باقیمانده

اگر بعد از جوشاندن با آب رسوبی باقی ماند آنرا در لوله امتحانی قرار دهید و بر روی آن با احتیاط آمونیاک (تا حد امکان کمتر) بریزید و بشدت تکان دهید و بعد صاف کنید تا محلول نمره (II) بدست آید. اگر رسوبی باقی ماند باید حتما سیاه رنگ باشد و اگر سفید است اشتباه خود را با توجه بنکات زیرین برطرف سازید:

چند قطره محلول آمونیاکی نمره (II) را تحت اثر ایسد معدنی رقیق قرار دهید تا اگر مانند شیر بریده رسوب لخته لخته AgCl تولید شد پی ببرید که در محلول نمره (II) Ag وجود دارد پس از آن طبق آنچه که در مبحث معرفات ویژه Ag گفتیم رسوب AgCl را به محلول ملح قابل حل Ag تبدیل کنید و در مورد آن واکنشهای ویژه را انجام دهید.

علل اشتباه _ اگر رسوب بعد از تاثیر آمونیاک رنگ سفید دارد دو علت برای آن می توان قائل شد:

۱ _ در طرز عمل تغییری داده شده است و بجای اینکه رسوب را کاملا با آب بشوئید و با آب مقطر بجوشانید و بعد تحت اثر آمونیاک قرار دهید عمل عکس انجام داده اید . در اینصورت رسوبی که دارای $PbCl_2$ بوده تحت اثر آمونیاک قرار گرفته و بالنتیجه برسوب $3Pb(OH)_2$, $PbCl_2$ تبدیل شده که در آبجوش غیر قابل حل است . رفع این نقیصه میسر نیست مگر اینکه تجربه را از نو شروع کنید و نظم گفته شده را در مد نظر گیرید .

۲ _ وگرنه محلول اصلی دارای نمک Bi بوده که در اثر آب ئیدرولیز حاصل کرده واکسی کلروربیسموت یا کلرور بیسموتیل داده است . در اینصورت لازم است که رسوب را با آب اسید دار مثلا آبی که با آن اسید کلریدریک $N/2$ اضافه کردهاید بشوئید تا این رسوب در آن حل گردد و بعد آنچه که باقی ماند تحت اثر آب جوش قرار دهید .

تهیه محلول آزمایش :

با روشی که بیان شد سه فلز دسته اول از هم جدا شدند . حال باید هر یک را بصورت نمک مناسبی در آورد تا معرفات ویژه نیز در مورد آنها بکار برده شود .

۱ _ در محلول نمرة (I) رسوب $PbCl_2$ را که در آب جوش حل است با عبور گاز H_2S بصورت PbS رسوب دهید . رسوب سولفور را که بحال خود واگذارده اید و ته نشین شده است با کج کردن ظرف جدا سازید و بعد از شیت و شو تحت اثر NO_3H قرار دهید تا تبدیل بمحلول $(NO_3)_2Pb$ شود

۲ _ در محلول نمرة (II) نقره بصورت کلرور نقره آمونیاک دار است که با H_2S رسوب Ag_2S مید هد انحلال این سولفور در NO_3H نقره را بصورت NO_3Ag در می آورد که بر روی آن معرفاب ویژه ریخته می شود .

۳_ بالاخره بعد از تاثیر آمونیاک یون Hg^{+} بصورت رسوب سیاه رنگی باقی می ماند که باید تبدیل به سوبلیمه $HgCl_2$ گردد برای این منظور رسوب را کاملا بشوئید و تحت اثر تیزات قرار دهید . بعد در کپسولی آب آنرا تا نزدیک بخشگی تبخیر کنید آنچه که باقی می ماند $HgCl_2$ است که اگر آب بر روی آن بریزید بصورت محلول در می آید .

آب _ HOH

ملح بازی یک سفید رنگ اکسی کلروریاکلرو آنتی مونیل تولید می کند بشرطیکه $SbCl_3$ بحال محلول باشد .

این فعل و انفعال برگشتنی نشان می دهد که اکسی کلرور در HCl حل می شود اسید تارتریک مانع ئیدرولیز املاح Sb بواسطه آب می شود (اختلاف آن با Bi) زیرا تولید ملحی بصورت درهم و برهم $Complex$ می شود .

اسید کلریدریک HCl

هیچ اثری ندارد .

سولفور هیدرژن H_2S

در محلولی که خیلی اسید نباشد رسوب قرمز نارنجی Sb_2S_3 بوجود می آورد . اگر محلول خیلی اسیدی باشد سولفور در آن حل می شود .

اگر مقدار اسید محلول اصلی از HCl , $6\text{H}_2\text{O}$ کمتر باشد واکنش در جهت (۲) والا در جهت (I) انجام می گیرد .

Sb_2S_3 قابل حل در HCl غلیظ است و تولید SbCl_3 می کند و اگر خوب شسته شده باشد در $\text{Sn}(\text{NH}_4)_2$ بخوبی حل می شود مخصوصا موقعیکه درجه حرارت بین $60-70$ درجه باشد . علت شستن رسوب اینستکه HCl موجود در رسوب را برطرف سازیم والا سولفور آمونیم را تجزیه می کنیم و گوگرد تولید می شود . Sb_2S_3 قابل حل در KOH است و بهمین مناسبت در محیط قلیا گاز H_2S با آن رسوبی بوجود نمی آورد . Sb_2S_3 غیر قابل حل در آمونیاک و $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$ است (اختلاف با As) . اسید اکسالیک مانع رسوب شدن Sb_2S_3 بوسیله H_2S نمی شود (اختلاف آن با Sn) .

اگر رسوب Sb_2S_3 خوب شسته شود و مقداری از آنرا بدون آب با کمی KCN ذوب کنیم تولید ساچمه های فلز Sb می شود .

رسوب سولفور Sb_2S_3 در سود و یا پتاس هم حل می شود و تولید سولفور آنتی مونیت

سدیم

می کند .

این محلول تحت اثر محلول HCl مجددا رسوب قرمز نارنجی ظاهر می سازد .

قلع

قلع بسه صورت آلوترپی وجود دارد : فرم a یا سفید آن فرم عادی است که در درجه حرارت معمولی پایدار می باشد وزن مخصوص آن ۳۱ و ۷ و نقطه ذوب آن ۸ و ۲۳۱ درجه است .

چنانچه درجه حرارت را بالا ببریم این شکل برنگ خاکستری که شکل β است در می آید شکل خاکستری β شکننده و باسانی تبدیل به پودر می شود و حال آنکه شکل سفید قابلیت مفتول شدن و صفحه شدن دارد. چنانچه فرم α را بدرجه حرارت بالاتر از ۲۳۲ ببریم تبدیل فرم γ می شود که آنهم مانند شکل خاکستری β شکننده می باشد.

این عنصر بصورت اکسید کاسی تریت SnO_2 در طبیعت یافت می شود و باسانی تحت اثر زغال کاهیده می شود و بقلز ناخالص تبدیل می گردد کافی است که بعدا برای تخلیص آن عمل الکترولیز انجام داده شود.

قلع موارد استعمال صنعتی زیاد دارد آب قلع دادن، بسته بندی سیگار و دواجات و شکلات و غیره و همچنین آلیاژهای نرم مثل برنز، باییت، حروف چاپ و غیره از آن جمله اند.

برای قلع سه حالت اکسیداسیون ۲ و ۳ و ۴ قائل می شوند و بعلت اینکه یکجسم آمفوتر می باشد چهار ترکیب مهم مختلف می دهد.

۱ _ ترکیبات استانو که در آن Sn دو ظرفیتی است مثل SnCl_2 .

۲ _ املاح استانیک که در آن Sn چهار ظرفیتی می باشد مثل SnCl_4 .

۳ _ استانیت ها که از اکسید SnO یعنی از یون SnO_2^- مشتق می شوند مثل استانیت سدیم.

۴ _ اتانات ها، که مشتق از اید ارتواسانیک Sn(OH)_4 می شوند.

قلع باسانی رد اسید کلریدرک حل می شود و علاوه بر تصاعد هیدرژن تولید کمپلکس کلرو

استاتیک SnCl_4H_2 میکند ولی در اسید نیتریک تولید اسید متاستانیک SnO_3H_2 می شود.

بطور کلی املاح قلع بعلت کوئوالانسی خیلی کم یونیزاسیون حاصل می کنند ولی باسانی

هیدرولیز می شوند از همین لحاظ است که محلول آنها را بیشتر در مجاورت کمی اسید

نگاهداری می کنند.

سولفور آن در اسید و باز و سولفورهای قلیائی و در پلی سولفورها حل می شود و در مورد معرف
اخیر تولید تیواستانات بفرمول SnS_2 می کند خواه سولفور قهوه ای SnS و خواه سولفور زرد
 SnS_2 بکار رفته باشد.

معرف آلی این جسم دی متیل گلی اکسیم و کاکوتیلین و سبز دی آزین و بالاخره متیل ۴ دی
مرکاپتو ۱-۲ بنزن یادی تیول می باشد که مفصلا در مبحث میکروآنالیز شرح آزمایش هر یک
داده شده است.

ترکیبات استانو معمولا بیرنگ و فقط اکسید استانو SnO سبز زیتونی یا سیاه و سولفوراستانو
 SnS قهوه ای است.

بطور کلی ترکیبات استانو مانند H_2O و SnCl_2 باسانی هیدولیز و با ملاح بازیگ غیر قابل
حل در آب تبدیل می شوند بعلاوه آنها خاصیت اکسید شوندگی آنها خواه بصورت نمک عادی و
خواه بصورت نمک بازیگ خیلی زیاد می باشد بنحوی که حتی در معرض هوا هم تبدیل باملاح
استانیک می شوند از اینرو استعمال این جسم بعنوان کاهنده مدلل می گردد.

املاح استانیک هم بیرنگ می باشند فقط سولفوراستانیک SnS_2 زرد رنگ است کلرواستانیک
 SnCl_4 مایعی است که در هوا دود می کند و با آب چندین هیدرات متبلور می دهد چنانکه
پانتهیدرات آن بنام اکسی موریات قلع در رنگ رزی بعنوان دندان بکار میرود اگر مقدار بیشتر
آب اضافه کنیم این هیدراتها حل می شوند تا اینکه واکنش هیدرولیز مخصوصا با محلول رقیق
تازه تهیه شده جوش بروز می کند.

املاح قلع دو ظرفیتی با املاح اتانو بیرنگ می باشند و محلول آنها تورنسل را قرمز می کند.
تحت اثر اکسید کنندگان باسانی تبدیل باملاح استانیک می گردند بنابراین کلیه املاح قلع دو
ظرفیتی احیا شونده یا کاهنده می باشند

پس مطابق واکنش بالا محلولهای اتانو در محیط اسید و بمرور زمان تحت اثر اکسژن هوا تبدیل باملاح اتانیک می شوند و اگر درجه اسیدی محلول کمتر باشد این اکسیداسیون ناقص انجام می گیرد و املاح استانوی بازیک هم بوجود می آیند .

تحت اثر آب واکنش ئیدرولیز بوقوع می پیوندد و رسوب ملح استانو بازیک تولید می شود .

اسید کلریدریک – HCl

اثر ندارد .

سولفورئیدرژن – H₂O

در محلولی که کمی اسیدی باشد رسوب قهوه شوکلای رنگ مانند سولفوراستانو SnS تولید می کند

SnS شسته شده در پلی سولفور آمونیم Sn(NH₄)₂ حل استن بخصوص موقعیکه درجه حرارت را به ۶۰-۷۰ درجه برسانیم ولی جوش نیاوریم زیرا پلی سولفور تجزیه می گردد . زیادتی S پلی سولفور SnS ترکیب و SnS₂ تشکیل می شود که با سولفور آمونیم باقیمانده تولید محلول سولفواستانات آمونیم می نماید یعنی عمل شبیه بهمان عمل Sb₂S₃ است . Sn-2 یا گوگرد باقیمانده نیز در پلی سولفور زیادی حل می گردد پس نتیجه واکنش بالا من حیث المجموع یک محلول است .

اگر بچین محلول HCl بیافزائیم تولید رسوب زرد سولفور استانیک SnS₂ می شود .

زنگ قهوه شوکلای SnS را با رنگ زرد SnS₂ اشتباه نکنید .

SnS₂ قابل حل در HCl غلیظ است پس اگر محلول اصلی خیلی اسید باشد عبور H₂S

هیچگونه رسوبی نمی دهد .

SnS قابل حل در KOH ولی غیر قابل حل در NH_4OH و کربنات آمونیم است (اختلاف آن با As_2S_3).

SnS تحت اثر یک اکسید کننده مثلا اسید نیتریک تبدیل باسید متااستانیک $(\text{SnO}_3\text{H}_2)_5$ می شود .

آرسنیک As

آرسنیک در طبیعت :

آرسنیک بمقدار زیاد بصورت ترکیبات مختلف در طبیعت یافت می شود در حقیقت مقدار خیلی ناچیز آنرا می توان در همه جا یافت . دو سنگ معدن مهم آن عبارتند از میسپسکل آهن FeSAs یا سولفورآرسنیور و سولفورهای آرسنیک کاه رئالگار و ارپیمان نیز نامیده می شوند . این سنگ معدنها اغلب با سنگهای معدن سولفوردار سایر فلزات همراه می باشند . وقتی چنین سولفورهایی را با عمل کباب کردن با اکسید تبدیل می سازند آرسنیک نیز بصورت اکسید As_2O_3 که خیلی فرار است در می آید . وقتی گازهای متصاعده As_2O_3 را وارد اتاقهای سرد کننده ای می کنند گرد سفید این اکسید بدست می آید که در تجارت آنرا آرسنیک سفید می نامند با تصفیه مجدد این گرد اکسید آرسنیک خالص حاصل می شود که از آن سایر ترکیبات را می سازند .

آرسنیک و آلوترپی :

فلز آرسنیک که ار کاهش این اکسید بدست می آید بسه و حتی چهار فرم آلوترپی وجود دارد ولی فقط شکل خاکستری آن که تا حدی نمای فلزی دارد پایدار می باشد این شکل که آنرا آرسنیک a می گویند جامد متبلور شکننده ایست که قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی آن در

حدود ۱/۲۵ مس است و وقتی آنرا تا ۴۵۰ درجه حرارت می دهیم بخارات زرد رنگ تترا اتمی As_4 متصاعد میشود که در ۸۰۰ درجه بملکولهای دی اتمی مبدل می گردد این شکل در هوای خشک اکسید نمی شود ولی در ۴۰۰ درجه در هوا می سوزد و شعله سفیدی می دهد و تبدیل به As_2O_3 می گردد. نوع دیگر ارسنیک زرد یا β ارسنیک می باشد که از تبرید سریع بخارات ارسنیک بدست می آید مانند فسفر سفید این نوع ارسنیک بصورت بلورهای زرد روشن می باشد و ملکولهای تترا اتمیک آن در سولفور کربن حل می گردد.

وقتی آنرا در درجه حرارت معمولی در معرض هوا قرار می دهید بتندی اکسید می گردد و نور درخشانی از خود بیرون می دهد.

در حقیقت شیمی این عنصر شبیه به شیمی فسفر می باشد و پنج شباهت کلی زیر ذکر می شود

:

۱ _ بحالت بخار و یا بحال محلول در بعضی حلالها ملکولهای این دو عنصر چهار اتمی می باشد.

۲ _ این دو عنصر بصورت بلورهای شفاف زرد روشن وجود دارند که تحت اثر اکسید اسیون از خود نور بیرون می دهند و با کسیدی بفرمول X_2O_3 تبدیل می شوند.

۳ _ این دو عنصر تولید هیدرور غیر قابل حل XH_3 می کنند که بر خلاف NH_3 خاصیت قلیائی نشان نمی دهد.

۴ _ این دو عنصر تولید اکسیدهای درهم و برهمی بفرمول X_4O_6 و X_4O_{10} می کنند.

۵ _ هر دو عنصر اسیدهای بفرمول $XO_3 H_3$ و $XO_4 H_3$ می دهند و ارسنیاتها و فسفاتهای حاصله از آنها با یکدیگر ایزومرف می باشند.

برعکس سه اختلاف مهم نیز بین این دو عنصر وجود دارد:

۱ _ اگر ارسنیک در حالت و شکل عادی خود نمای فلزی دارد فسفر کاملاً نافلز است.

۲ _ فسفر ترکیباتی بنام ترکیبات فسفونیوم مانند ترکیبات آمونیوم میدهد که بهترین نمونه آن یدور فسفونیوم PH_4I می باشد و حال آنکه آرسنیک چنین ترکیباتی بوجود نمی آورد .

۳ _ پانتوکسید آرسنیک As_2O_5 تحت اثر حرارت تجزیه می گردد و ارسنیاتها کسید کننده می باشند و حال آنکه P_2O_5 خیلی پایدار و فسفات ها خاصیت اکسید کنندگی نشان نمی دهند .

موارد استعمال :

آرسنیک موارد استعمال خیلی محدود دارد و بعلت سمی بودن ترکیبات آن را برای کشتن حشرات و میکربهای نباتات بکار می برند . برای اینکه چوب نبوسد آنرا آغشته بمحلول ارسنیت یا ارسنیات می کنند .

بعضی ترکیبات آنرا بصورت گاز جنگی بکار می برند .

آرسنیک می تواند چهار ظرفیت مختلف دارا گردد :

۱ _ بصورت ظرفیت منفی مثل AsH_3

۲ _ ظرفیت سه مثبت مانند $AsCl_3$

۳ _ بصورت چهار ظرفیتی در ترکیبات $(As_4O_8)^n$

۴ _ در ترکیبات پنج ظرفیتی بصورت $(As_2O_5)^n$

در دو حالت اخیر معتقدند که حالت پلیمری وجود دارد زیرا وزن مولکولی بطور دقیق بدست نیامده است در حالت چهار ظرفیتی می توان قائل شد که اکسید چهار ظرفیتی شامل آرنیک سه ظرفیتی و پنج ظرفیتی می باشد زیرا وقتی این اکسید را در محلول قلیائی حل می کنیم مخلوط ارسنیت و ارسنیات بدست می آید همانطور که بی اکسید ازت NO_2 در محیط قلیا تولید نیتريت و نیترات می کند .

وقتی این فلز را در اسیدی غلیظ و گرم حل می کنیم تولید اسید آرسنیک $AsO_4 H_3$ می شود یعنی مانند فلزات ملخی بوجود نمی آید و هیدرژن هم متصاعد نمی شود .

برعکس وقتی آنرا با اکسیژن ، گوگرد و یا هالوژنهای حرارت می دهیم تولید ترکیبات سه ظرفیتی مثل $AsCl_3$ می شود .

سولفور آرسنیک As_2S_3 در محلولهای قلیائی و سولفورهای قلیائی حل می گردد و از این لحاظ تشابه این عنصر با قلع و آنتیموان و صفات آموتری آن تایید می گردد و از همین روست که این عنصر در طبقه اول دسته دوم کاتیونها قرار داده می شود .

همانطور که گفتیم برای آن عنصر چهار نوع ترکیب مختلف وجود دارد : یکی ترکیبات آرسنیو و دیگری ترکیبات آرسنیک و بالاخره آرسنیت و آرسناتها ، ضمناً باید توجه داشت که از نظر تئوری از آنیدرید آرسنیو As_2O_3 چهار نوع اسید مشتق می شود :

اسید متاآرسنیو

اسید پیروآرسنیو

اسید ارتوآرسنیو

اسید پلی آرسنیو

بهمین نحو با نیدریدآرسنیک سه اسید تعلق می گیرد که هر سه بدست آمده اند .

اسید متاآرسنیک

اسید پیروآرسنیک

اسید ارتوآرسنیک

چون ترکیبات آرسنیت و آرسناتها از همه مهمتر هستند معرفات این ترکیبات در زیر بیان می شود :

از نظر میکروآنالیز و برای تشخیص مقدار خیلی کم آن بیشتر استفاده از مولیبدات آمونیم می شود که در زیر بیان گشته است :

این فلز در شمی تجزیه زمانی بصورت ارسنیت ها که اسید آنها اسید ارسنیو $AsO_3 H_3$ می باشد و تا کنون بحالت آزاد جدا نشده است وجود دارد ارسنیت ها کاهنده یا اکسید شونده می باشند. زمانی دیگر بصورت ارسناتها که اسید آنها اسید ارسنیک $AsO_4 H_3$ است وجود دارد. ما مشخصات هر یک از ایندودست را جداگانه شرح می دهیم و بالاخره بعضی اوقات هم بصورت نمک مثلاً تری کلرور ارسنیک $AsCl_3$ و یا پانتا کلرور ارسنیک $AsCl_5$ مورد آزمایش قرار می گیرد.

ساختمان اتم :

مدت $\frac{3}{4}$ قرن دانشمندان مشغول جمع آوری اطلاعات درباره ساختمان اتم بودند . مقداری از این معلومات از بررسی خواص اجسام رادیو اکتیو مانند اوارنیم حاصل شده بود . دستگاههای پرشتاب کننده ذره ها ، در طیف نگار جرمی و دستگاههای اشعه X و طیف نماها و مقدار زیادی دستگاههای الکترونی دیگر ، اطلاعات بیشتری به دانشمندان دادند ، و با مجموعه آنها تئوری قابل فهم ساختمان اتمی عناصر را ، بسط دادند .

همانطور که در §۳ از بخش یکم دیدیم این تئوری شامل توضیح مطلب مهم و قابل ملاحظه ای است که بوسیله یک مدل مطابق خواص معلوم عناصر بیان می شود . این مدل ساختمان اتمی ، در درس بعد از این بخش و نیز در بخش چهارم بیان خواهد شد .

شما همینطور که می خوانید متوجه باشید که این توضیحات بر مبنای بهترین توجیه حاصل از آزمایشهایی است که درباره ساختمان اتم بعمل آمده است . ممکن است در صورت لزوم آزمایشهای بیشتری درباره تحقیق مدل اتمی عناصر بعمل آید .

در زمان حاضر دانشمندان مشخص کرده اند که اتمها ، ذره های ساده غیر قابل تقسیم نیستند بلکه از چند جزء خیلی کوچکتر که بطور مفصلتری مرتب شده اند تشکیل شده اند .

یک اتم از دو قسمت اصلی تشکیل شده است . **قسمت مرکزی که دارای بار الکتریکی**

مثبت است و به هسته موسوم است . هسته بسیار کوچک و نسبتا سنگین است قطر هسته در حدود

10^{-13} سانتیمتر است . واحد مناسب تر برای بیان قطر اتم ، آنگسترم A° است و یک

آنگسترم برابر 10^{-8} سانتیمتر است . یعنی $1 A^{\circ}$ بهمان نسبت از ۱ cm کوچکتر

است که ۱cm از ۱۰۰۰ کیلومتر کوچکتر می باشد . پس قطر هسته در حدود $10^{-5} A^{\circ}$ می

شود و در حدود یک صد هزارم قطر اتم است . سعی اتم در حدود ۱ تا ۵ آنگسترم قطر دارد . ریزه های بسیار کوچک با بارالکتربسیسته منقیس و بنام اکترون دور هسته در نواحی بنام لایه ها یا **سطحهای انرژی** حرکت می کنند در حدود سال ۱۹۱۳ **نیل بهر** دانشمند دانمارکی (۱۸۵۵ تا ۱۹۶۲) حرکت الکترونها بدو هسته را با حرکت سیارات منظومه شمسی بدور خورشید مقایسه کرد . هر چند امروزه بعقیده دانشمندان فیزیک و شیمی , مسیر حرکت الکترونها بدور هسته , مانند مدار سیارات مشخص و معلوم نیست و باید حرکت الکترونها را با حرکت نامنظم زنبوران عسل بدور کندویشان تشبیه کنیم . زیرا الکترونها گاهی به هسته نزدیک و گاهی از آن دور می شوند . پس باید فضای خالی نسبتا بزرگی را دور هسته اشغال کنند . بنابراین می گوئیم یک ابر الکترونی دور هسته , تشکیل می دهند که به اتم حجم می دهد و اتمهای دیگر را طرد می کنند .

هر اتمی از نظر الکتربیکی خنثی است زیرا بارالکتربیکی مثبت هسته برابر بار الکتربیکی منفی الکترونها لایه ها یا سطوح انرژی است .

اتم هیدروژن :

معروفترین نوع هیدروژن گاهی بنام **پروتیوم** خوانده می شود . و دارای هسته ای شامل یک پروتون است و یک الکترون دور این هسته در گردش است . این الکترون در داخلی ترین لایه , یا کمترین سطح انرژی که یک الکترون می تواند داشته باشد , حرکت می کند . این لایه یا سطح انرژی , **لایه K** یا **اولین سطح انرژی** نام دارد . برای آنکه اندازه ها و فاصله های بین اجزاء اتم پروتیوم بهتر فهمیده شود . هسته (یک پروتون) را باندازه نه یک سنجاق $0/۲۵$ سانتیمتر نشان می دهیم . باین مقیاس الکترون که کمی از آن پروتون بزرگتر است , باید دور

هسته و فاصله ای که بطور متوسط حدود ۱۲ متر باشد، یعنی در کره ای باین شعاع حرکت کند. این الکترون با سرعت دور هسته می چرخد و عملاً چنین فضائی را اشغال می کند.

عدد اتمی یک اتم، برابر عده پروتونهای هسته آنست. یک عنصر شامل اتمهایی

است که همه آنها دارای یک عده مساوی پروتون در هسته شان می باشند. بنابراین همه شان

دارای همان عدد اتمی هستند (تمام اتمهای طبیعی که برانگیخته نشده و خنثی هستند، دارای

یک آرایش الکترونی مساوی دور هسته شان هستند.) عنصر هیدروژن شامل اتمهایی است که

در هسته شان یک پروتون دارند. بنابراین عدد اتمی آنها برابر ۱ است. هر اتمی که دارای عدد

اتمی ۱ باشد دارای یک پروتون در هسته اش خواهد بود و اتم هیدروژن است.

علاوه بر پروتیوم که ۹۹/۹۸۵ درصد در هیدروژن طبیعی وجود دارد و نوع دیگر از هیدروژن می

شناسیم که یکی از آنها دوتریوم است که به نسبت ۱۵٪ در هیدروژن طبیعی موجود است و

هسته آن دارای یک پروتون و یک نوترون است و یک الکترون در خارج از هسته آن حرکت

می کند. نوع سوم هیدروژن، **تری تیم** است که خاصیت رادیواکتیوی دارد و مقدار آن در

طبیعت بسیار کم است.

ولی مصنوعاً با واکنش های هسته ای ساخته می شود. هسته تری تیم دارای یک پروتون و دو

نوترون است و یک الکترون دور آن در گردش است.

این سه قسم اتم همه اتم هیدروژن هستند زیرا هسته آنها یک پروتون دارد و عدد اتمی آنها در

هر حال برابر ۱ است. با وجود این چون عده نوترونهای هسته آنها مختلف است، جرم این

اتمها متفاوت است.

اتمهای یک عنصر که دارای جرمهای مختلف هستند ایزوتوپ یعنی همخانه

نامیده

می شوند .

بیشتر عناصر داری دو یا چند شکل ایزوتوپ هستند که ممکن است طبیعی باشند یا بطور مصنوعی تهیه شوند . با وجود آنکه ایزوتوپهای عناصر داری جرم مختلف هستند در خواص شیمیائی تفاوت زیادی ندارند .

هر یک از اقسام مختلف اتم که بوسیله ترکیب هسته هایش مشخص می شود نو کلید می نامند .

و نو کلیدهایی که دارای عدد اتمی مساوی باشند ایزوتوپ نامیده می شوند سه نوع ایزوتوپ هیدرژن نو کلیدهای پروتیم و دوتریم و تریتیم هستند .

علاوه برنامهایی که به نو کلیدهای هیدرژن داده شده است می توان آنها را بوسیله عدد جرمی شان مشخص ساخت و **عدد جرمی** یک اتم برابر حاصل جمع پروتونها و نوترونهای هسته آن است .

عدد جرمی پروتیم ۱ است (۱ پروتون + ۰ نوترون) در صورتیکه در هسته دو تریم برابر ۲ است (۱ پروتون + ۱ نوترون) و در تریتیم ۳ است (۱ پروتون + ۲ نوترون) . گاهی این ایزوتوپها را با اسم هیدرژن ی ۱ و هیدرژن ۲ و هیدرژن ۳ مشخص می کنند .

قانون تناوبی بودن خواص عناصر

۱_ جدول تناوبی مندلیف :

اگر قرار شود ، خواص ۱۰۴ عنصر شیمیائی را برای کسب معلومات مختصری هم که باشد ، در دانش شیمی بررسی کنیم ، کار و تکلیف مشکلی در پیش خواهیم داشت ، اما اگر بعضی از عناصر خواص شبیه هم داشته باشند و بتوانیم آنها را با هم طبقه بندی کنیم ، بخاطر سپردن

خواص مشخص کننده هر طبقه زیاد مشکل نخواهد بود، حتی ممکن است بعضی تغییرها را در خواص افراد هر طبقه بخاطر بسپاریم. مخصوصا اگر این تغییرات بطور منظمی صورت گیرد. در طول اواخر قرن هیجدهم و اوایل قرن نوزدهم، شیمی دانان بعضی اجسام را بعنوان عنصر شیمیائی مشخص کردند بعلاوه نشان داند که شباهتهائی بین خواص بعضی عناصر موجود است. از جمله کشف کردند که سدیم و پتاسیم فلزهای نقره فام نرمی هستند و دریافتند که کلسیم و باریوم و استرونیسیم فلزی را براههای شیمیائی مشابهی همانندی تشکیل می دهند؛ و کلروبرم و ید عناصر غیر فلزی رنگین هستند. اما این قبیل کشفیات پراکنده برای طبقه بندی تمام عناصر معلوم در یک دستگاه واحد، زیاد مفید و امید بخش نبود.

۲_ اولین کوششها برای طبقه بندی عناصر:

در حدود سال ۱۸۰۰ شیمی دانان تعیین وزن اتمی دقیق بعضی عناصر را شروع کردند و بزودی کوششهایی برای طبقه بندی عناصر براین مبنی بعمل آمد. در سال ۱۸۱۷ **یوهان ولفگانگ دوبرینر**

(۱۸۴۹ _ ۱۷۸۰) ملاحظه کرد که وزن اتمی استرونیسیم تقریبا برابر نصف مجموع وزن اتمی های کلسیم و باریوم است. و نیز بعدها مشاهده رد که وزن اتمی برم میانگین وزن اتمی های کلروید است. همنیطور وزن اتمی سلنیم با متوسط وطن اتمی های گوگرد و تلوریم تفاوت چندانی نداشت. دوبرینر این دسته ها را ۳ تائی یا **تریاد** نامید.

در سال ۱۸۶۴ **جهن نیولاند** (۱۸۹۸ _ ۱۸۳۸) تمام عناصر معلوم آنزمان را بترتیب وزن اتمی شان مرتب کرد و بعد آنها را بدسته هائی که هر یک دارای هفت عنصر بود تقسیم کرد نیولانداین تقسیم را باین مناسبت انجام داد که عنصر هشتم بنظر او دارای خواص شیمیائی

نظیر عنصر اول دسته قبل بود. آنوقت این عنصر را اول دسته دوم قرار داد و سعی کرد که بهمکارانش بقبولاند که قانون هشت تائی او مقید است ولی آنان در کمال ساده دلی باین فکر خندیدند.

لتارمیر (۱۸۹۵ _ ۱۸۳۰) نیز جدولی برای طبقه بندی عناصر مطابق وزن اتمی آنها تنظیم کرد.

موزلی عدد اتمی عناصر را تعیین کرد: در حدود ۴۵ سال بعد از کار مندلیف درباره جدول تناوبی عناصر، کشف مهم دیگری بعمل آمد که به حل مسئله طبقه بندی عناصر کومک کرد. در بخش سوم بیان کردیم که عدد اتمی یک عنصر، عده و پروتونهای هسته را

تعیین می کند **هنری گوین جفری موزلی (۱۹۱۵ _ ۱۷۸۷)** دانشمند برگزیده جوان انگلیسی از اشعه X برای تعیین عدد اتمی عناصر استفاده کرد.

شعاعهای X تشعشعات الکترو مغناطیسی با تواتر زیاد و طول موج کوتاه هستند. اشعه X در این لوله ها با جنس فلزی که هدف قرار گرفته بستگی دارد. بنابراین فلزهای مختلف از آلومینیم تا طلا را که جرم اتمی آنها بترتیب زیاد می شود هدف قرار داد و مشاهده کرد که: هر چه پروتونهای هسته اتم فلز بیشتر باشد طول موج شعاع X هدف قرار گیرد، کمتر خواهد بود.

موزلی دریافت که در بعضی موارد یک تغییر غیر عادی در طول موج اشعه بین دو عنصر متوالی پیش می آید. این تغییر دو برابر مقدار محاسبه شده بود. موزلی نتیجه گرفت که در این موارد یک عنصر از جدول تناوبی کم است. بعدها چندین عنصر کشف شد و خانه های خالی که موزلی تعیین کرده بود پر شد.

قانون تناوب : وقتی عناصر را در یک جدول تناوبی بجای ترتیب جرم اتمی صعودی ، بترتیب عدد اتمی آنها مرتب کنیم ، مسائلی که در تنظیم جدول پیش آمده بود خود — بخود برطرف می شود . وقتی جدول را بترتیب جرم اتمی صعودی مرتب کنیم پتاسیم قبل از آرگن قرار می گیرد . در صورتیکه اگر مطابق خواص شیمیائی شان در جدول مرتب کنیم پتاسیم بعد از آرگن واقع می شود و اینمطلب با عدد اتمی ۱۸ برای آرگن و ۱۹ برای پتاسیم مطابقت دارد . همین طور است در مورد تلوریم ۵۲ وید ۵۳ .

همنطور که در (§ ۱) دیدیم مندلیف اینطور نتیجه گرفت که **خواص فیزیکی و شیمیائی عناصر تابع تناوبی وزن اتمی آنها است** . امروزه کاملا واضح است که عدد اتمی بهتر ترتیب تنظیم جدول تناوبی را می دهد و نتیجه تحقیقات مندلیف امروزه بشرح زیر ولی بنام

قانون تناوبی بیان

می شود : **خواص فیزیکی و شیمیائی عنصرها تابع تناوبی عدد اتمی آنها هستند** .
بعبارت دیگر وقتی عناصر را به ترتیب عدد اتمیشان مرتب کنیم خواص آنها در فواصل معینی تکرار می شود .

تنظیم جدول تناوبی مدرن : مراجعه مکرر باین جدول وقتی این درس را می خوانید به شما در فهمیدن و یادگرفتن جدول کمک خواهد کرد . هر عنصر در این جدول جای مخصوص و معینی دارد . در میان هر خانه علامت اختصاری یک عنصر نوشته شده و بالای علامت اختصاری جرم اتمی و پائین آن عدد اتمی دیده می شود . طرف راست هر علامت اختصاری اعدادی می بینید که عده الکترونهاى هر لایه را نشان می دهد . عناصری که در یک خط قرار

دارند ، عناصر یک نوبت یا سری و عناصر یک خط عمودی را گروه یا ستون یا خانواده
۵ می نامند .

عدد اتمی هیدروژن ۱ است و این عنصر بتنهائی بالا و بیرون جدول قرار دارد . زیرا دارای چند
خاصیت منحصر بخود او است ، در حقیقت ، هیدروژن در ستون اول سمت چپ جای دارد . زیرا
مدار خارجی آن مانند دیگر عناصر این ستون دارای یک الکترون است .

هلیوم با عدد اتمی ۲ بالای ستون آخر سمت راست قرار دارد و ساده ترین عنصر این ستون است
که به گازهای نجیب اختصاص دارد . دقت کنید که هلیوم دو الکترون در لایه k دارد و این لایه
با ۲ الکترون کامل می شود . هیدروژن و هلیوم نوبت اول عناصر را تشکیل می دهند .

نوبت دوم شامل هشت عنصر است . لیتیم یک فلز نرم و نقره فام است . فلز تند اثری است که

اتم آن دارای یک الکترون در مدار خارجی L است . برلیوم فلزی است نقره فام ولی کم اثر از

لیتیم ، که اتم آن دارای ۲ الکترون در لایه L است . برون یا بر یک جسم جامد سیاه زنگ با

کمی خاصیت فلزی است و اتمهای آن دارای ۳ الکترون در لایه L هستند . کربن عنصر

جامدی است با خواص شیمیائی جالب و مخصوص که بین خواص فلزها و غیر فلزها است و

چهار الکترون در لایه L دارد . نیتروژن گازیست بی رنگ با خواص غیر فلزی که ۵ الکترون

در لایه دارد . اکسیژن گازیست بی رنگ با خواص غیر فلزی که ۵ الکترون در لایه L دارد .

فلوئور گازیست زرد کم رنگ با خاصیت غیر فلزی بسیار شدید و ۷ الکترون در لایه L و نئون

گازی بیرنگ و کم اثر با ۸ الکترون در لایه خارجی L دارد .

در این شرح مختصر از خواص این عناصر ، باید دقت شود که ترتیب از یک فلز تند اثر شروع

شده و بیک غیر فلز تند اثر و یک عنصر بی اثر خاتمه می یابد . این تغییر خاصیت فلز تند اثر

بغیر فلز با تغییر عده اکترونهای لایه L از ۱ تا ۷ همراه است و نئون عنصر بی اثر دارای ۱۸ الکترون یک اکتیو در لایه L است .

نوبت سوم هم شامل هفت عنصر است : سدیم فلزی است نقره فام و نرم ، مانند لیتیم با یک

الکترون در لایه M و منیزیم فلز نقره فام و خواص شبیه بریلیم بادو الکترون در لایه M است آلومینیم فلز خاکستری رنگ با کمی خاصیت غیر فلزی و ۳ الکترون در لایه M .

سیلیسیم غیر فلز تیره رنگ با خواصی شبیه کربن و ۴ الکترون در لایه M است . فسفر غیر

فلز جامد که ترکیباتی شبیه ترکیبات نیتروژن و ۵ الکترون در لایه M دارد . گوگرد غیر فلزی

است جامد برنگ زرد با ۶ الکترون در لایه M و کلر عنصر گازی شکل برنگ سبز مایل بزرده با

خاصیت غیر فلزی شدید شبیه خواص فلوئورو ۷ الکترون در لایه M . واپسین آنها آرگن گاز

بیرنگ کم اثر با ۸ الکترون در لایه M است .

دوباره عناصر با خواص فلز تند اثر تا غیر فلز تند اثر مرتب می شوند و عده اکترونها از ۱ تا ۷

مرتبا زیاد می شود و عنصر گازی شکل کم اثر با ۸ الکترون که تشکیل اکتیو می دهد یک گاز

نجیب است .

دقت کنید عناصری که دارای خواص مشابه هستند ساختمان الکترونی مدار

خارجی شان کاملا یکسان است و در یک ستون یا گروه از جدول تناوبی قرار

دارند .

در گروه I جدول تناوبی ، خانواده سدیم ، با ۶ عنصر فلزی بسیار تند اثر و . شبیه بهم با خواص

فلزی شدید شونده ، جای دارد . اتمهای آنها همه دارای یک الکترون در لایه خارجی هستند .

فرانسییم مفصل ترین اتم گروه سدیم است و محل آن در جدول تناوبی نشان می دهد که باید

تند اثر ترین این عناصر را دیدیم است .

گروه II شامل ۶ فلز تند اثر است که از نظر خواص شیمیائی خیلی شبیه هم هستند و اتم هر یک از آنها دارای ۲ الکترون در لایه خارجی است و بخانواده کلسیم موسومند. از نظر شیمیائی تند اثر ترین این عناصر **رادیوم** است.

خواص عناصر گروه III (گروه **بر**) هر چه اتمها مفصل تر می شود، از غیر فلزی به فلزی تغییر می کند. اتمهای این گروه دارای ۳ الکترون در لایه خارجی هستند.

عناصر گروه IV (گروه **کربن**) بهمین طریق تغییر می کنند و اتمهای آنها دارای ۴ الکترون در لایه خارجی است. اتمهای هر دو گروه دارای لایه های داخلی بسیار با ثبات هستند.

گروه V (گروه **نیتروژن**) است. **نیتروژن و فسفر** عناصر بالای این گروه غیر فلزی هستند. عنصر بیسموت در انتهای ستون، فلزی است. ارسنیک و آنتیمون خواص فلزی و غیر فلزی

هردورانشان می دهند. هر یک از این اتمها دارای ۵ الکترون در لایه خارجی است و لایه های داخلی آنها خیلی باثبات است.

گروه VI گروه اکسیژن است و هر چه ساختمان اتمی آنها مفصل تر می شود خواصشان از غیر فلز تند اثر تا فلز تغییر می کند. هر عنصر دارای ۶ الکترون در لایه خارجی است و لایه های داخلی آنها خیلی باثبات هستند.

عناصر گروه VII **هالوژن** نام دارند و غیر فلزی های تند اثری هستند که اتم هر یک از آنها دارای هفت الکترون در لایه خارجی است. و لایه های داخلی آنها خیلی باثبات هستند تند اثرترین هالوژنها ساده ترین آنها، **فلوئور** است. بنابراین می بینیم که فعالیت عناصر مرتبا از فعالترین فلزها در پائین و گوشه چپ جدول تناوبی عناصر تا فعالترین غیر فلزها در بالا و گوشه راست تغییر می کند.

گروه VIII گارهای نجیب هستند که باستانی هلیوم که ۲ الکترون در لایه خارجی دارد همه اتمهای این عناصر دارای ۸ الکترون یعنی یک **اکته** در لایه خارجی هستند و این بزرگترین مقدار الکترونها در یک لایه خارجی است. این عناصر معمولاً کم اثر هستند و تا چندسال قبل آنها را بی اثر می دانستند. حالا چند ترکیب شیمیائی از آنها یعنی از کریپتن و گرنن و رادون تهیه شده است.

نوبت چهارم عناصر، اولین نوبت طویل را تشکیل می دهد و علاوه بر هشت عنصر، در گروههای I تا VIII، دارای ۱۰ عنصر واسطه هستند. این عناصر همه فلزی و دارای یک یا دو الکترون در لایه خارجی هستند و الکترونهای متوالی معمولاً در گروه ۵ اربی تال فضائی لایه های فرعی d ۳ وارد می شوند.

نوبت پنجم عناصر هم، شامل هیجده عنصر است و دارای ده عنصر انتقالی است که در آنها الکترونهای متوالی در گروه ۵ اربی تال فضائی لایه های فرعی d ۴ وارد می شوند و تمام این عناصر انتقالی هم فلزی هستند.

نوبت ششم شامل سی و دو عنصر است. یعنی علاوه بر عناصر I تا VIII و ۱۰ عنصر انتقالی دارای گروه ۱۴ تائی **عناصر خاکی کمیاب** می باشد. خواص شیمیائی این عناصر با هم شباهت زیاد دارند و آنها را سری **لانتان ماندها** می خوانند. دو لایه خارجی اتمهای این عناصر همه یکسان هستند.

الکترونهای متوالی در گروه ۷ اربی تال فضائی لایه های فرعی f ۴ وارد می شوند و باینطریق عده الکترونهای در چهارمین سطح انرژی از ۱۸ به ۳۲ می رسد.

نوبت هفتم عناصر تا بحال ناقص است ولی کاملاً با نوبت ششم شباهت دارد. عناصر خاکهای کمیاب این نوبت سری **آکتینیم ماندها** نامیده می شوند. تا بحال ۱۸ عنصر از نوبت هفتم

جدول تناوبی شناخته شده و خواص آنها از طرف مجمع بین المللی دانشمندان شیمی گزارش شده است .

در جدول تناوبی ، عناصر را بدسته های فلز و غیرفلز و گازهای نجیب تقسیم کرده اند . خطی که فلزها را از غیر فلزها جدا می کند بشکل خط شکسته (زیگ زاگ) است که بشکل قطر از بالا بپائین و بطرف راست کشیده شده است عناصری که نزدیک این خط شکسته قرار دارند به شبه فلز موسومند است و خواص فلزی و غیرفلزی هر دورا در شرایط مختلف نشان می دهند .

اندازه اتمها _ یک خاصیت تناوبی _ در بخش سوم نشان دادیم که یک اتم شامل یک هسته مرکزی و یک مقدار الکترون است که دور هسته می چرخند . چون قطر هسته در حدود یک ، یکصد هزارم قطر تمام اتم است می توان بیشتر حجم اتم را مربوط بحرکت مفصل

الکترونها دانست . الکترونها در اثر حرکتشان و نیز در اثر بارالکتریسیته منفی که دارند ، عملا فضای پیرامون هسته اشغال می کنند و تشکیل ابر الکترونی کروی شکل می دهند که باتم حجم می دهند و اتمهای دیگر را دور نگاه می دارد . حجم یک اتم مقدار کاملا معینی نیست ، زیرا اطراف یک ابر الکترونی سطوح مشخصی ندارد و بنوعی غیر مشخص و نامعین است . یک اتم ممکن است در ترکیب با یک اتم دیگر باسانی تغییر شکل بدهد اما نیروی بسیار زیادی لازم است ، تا بتوانیم آنها را بمقدار قابل ملاحظه ای فشرده و متراکم کنیم . باوجود این دانشمندان

توانسته اند فاصله بین هسته های دو اتم متصل بهم را در بلورهای عناصر و در مولکولهای عناصر گازی شکل اندازه بگیرند . نصف این فاصله ها را با تصحیح مختصری برابر شعاع یک اتم می گیرند . شعاع یک اتم و بنابراین حجم آن ، آنطور که ممکن است ما بمناسبت زیاد شدن مرتب عده الکترونها در عناصر متوالی ، انتظار داشته باشیم ؛ با عدد اتمی مرتبا زیاد نمی شود . در جدول تناوبی شعاع اتمها که یک جدول تناوبی کوچک است ، در هر ستون از بالا بپائین زیاد

می شود و در هر نوبت از چپ براست کاسته می گردد. در این جدول عدد اتمی عناصر زیر علامت اختصاری ثبت شده است و شعاع اتمی بحسب انگسترم A° بالای علامت اختصاری قرار دارد. از این جدول و منحنی زیر دو نتیجه درباره رابطه بین شعاع اتمی عناصر و محل آنها در جدول تناوبی عاید می گردد:

۱_ در گروهها یا ستونهای جدول تناوبی، بطور کلی شعاع اتمی عناصر با عدد اتمی مرتبا زیاد می شود. هر عنصر در یک ستون از جدول تناوبی از عنصر بالاترش یک سطح انرژی بیشتر دارد. گرچه هر قدر بار هسته زیاد می شود، می کوشد شعاع لایه های الکترونی را کمتر کند و آنها را کتراکم تر سازد، بازهم زیاد شدن یک لایه بیشتر از این مقدار تراکم اثر دارد.

۲_ در هر نوبت یا سری شعاع اتمی عموماً از گروه I تا گروه VII مرتبا کم می شود. این کم شده عمومی شعاع اتمی در طول یک نوبت، مربوط به زیاد شدن نیروی جاذبه هسته ها برای الکترونها همان سطح انرژی است، که در نتیجه آنها را بطرف هسته جذب می کند. دلیل نامنظم بودن این تغییر هم ممکن است اثر بزرگ شدن سطح انرژی ها و زیاد شدن اثر نیروی دافعه الکترونها هنگامی که در یک لایه فرعی وارد می شوند، باشد.

پیوند یونی (الکترووالانس):

در تشکیل یک جسم مرکب بطریقه پیوند یونی، الکترون از مدار خارجی یک اتم بمدار خارجی اتم دوم منتقل می شود. و در این را معمولاً هر دو اتم به مدار خارجی با هشت الکترون می رسند. مثلاً وقتی سدیم و کلر بهر هم اثر می کنند و تشکیل کلرید سدیم می دهند، الکترون منفرد S از اتم سدیم به اربی تال منفرد p از اتم کلر منتقل می شود. اکنون اتم سدیم یک الکترون کم دارد و بشکل آرایش الکترونی باثبات نئون در می آید و نیز اتم کلر با یک الکترون اضافی بوضع آرایش الکترونی باثبات آرگن می رسد. چون تنها یک اتم از هر عنصر با انتقال

الکترون بوضع الکترونی باثبات تر در آمده است فرمول جسم حاصل NaCl است . یک فرمول شیمیائی یک نوع تندنویسی با علامت اختصاری عناصر است که نسبت ترکیب جسم حاصل را نشان می دهد . اجزائی که در این عمل از انتقال یک الکترون حاصل می شوند ، دیگر مانند اتمهای سدیم و کلر از نظر بارالکتریکی خنثی نیستند ، بلکه یک یون سدیم با یک بارالکتریکی مثبت و یک یون کلر با یک بارالکتریسیته ساکن منفی بیشتر هستند . این یونها بصورت قرینه در بلورهای کلریدسدیم نسبت یک یون کلر سدیم و یک یون کلر مرتب شده اند .

فرمول NaCl که ترکیب کلریدسدیم را نشان می دهد ، یک فرمول تجربی است زیرا تنها نوع اتمهای تشکیل جسم مرکب و ساده ترین عدد کامل آنها را تعیین می کند . عده پروتونها و الکترونها را در اتم و یون سدیم و کلر نشان می دهد و بارالکتروستاتیک و شعاع آنها را بحسب A^0 معلوم می کند

تنها با بکاربردن سومین سطح انرژی الکترونی ، علامت اختصاری سدیم بشکل الکترون نقطه ، بصورت Na و برای کلر بصورت Cl نوشته می شود . بعد از انجام عمل ترکیب ، فرمول کلرید سدیم را می توان بشکل $Na + Cl^-$ یا ساده تر بصورت فرمول یونی $Na + Cl^-$ نوشت و علامت اختصاری الکترون در فرمولهای این فصل کتاب هستند و تنها برای نشان دادن محل اصلی الکترونها بکار می روند و چگونگی کامل شدن لایه های خارجی را نشان می دهند و تفاوت شکل آنها بدین معنی نیست که الکترونها اتم عناصر مختلف تفاوت دارند . تمام الکترونها صرف نظر از اتمی که آنها را داده است یک شکل و یکسان هستند .

دستور نوشتن فرمولهای شیمیائی :

نوشتن فرمول بیشتر ترکیبات بیشتر ترکیبات یونی با استفاده از جدول یونها ، بسیار آسان است و نیازی بساختمان اتمی و پیوند شیمیائی آنها ندارد . از فرمول کلرید سدیم شروع می کنیم که دارای یون های Na^+ و Cl^- است . است وقتی فرمول یونی یک جسم مرکب نوشته می شود ، باید مجموع بارهای طرف اول (مثبت) جسم مرکب با حاصل جمع بارهای طرف دوم (منفی) مساوی و مختلف علامه باشد . مجموع بارهای هریون برابر حاصل ضرب باریون ، در عده این یونها است . چون بارالکتریکی یک یون سدیم ، بار بارالکتریکی یون کلرید مساوی و مختلف علامه است . $NaCl$ شامل یک یون از هر کدام آنها خواهد بود .

حالا به کلرید کلسیم می پردازیم ، یون کلسیم Ca^{++} و یون کلر Cl^- است . برای مساوی بودن بارهای مثبت و منفی باید دو تا Cl^- و یک Ca^{++} بگیریم تا -2 و $+2$ برابر باشند پس فرمول $CaCl_2$ می شود و زیر نویس ۲ عده یونهای کلر را معلوم می کند حالا بینیم فرمول برمید آلومینیم چه خواهد بود . یون آلومینیم Al^{+++} و یون برمید Br^- است . برای مساوی بودن بارها که باید -3 و $+3$ شود فرمول را $AlBr_3$ می نویسیم . البته این فرمولها تجربی است . و ساده ترین نسبت عددهای کامل را در جسم مرکب نشان می دهد .

دستور نوشتن فرمول اجسام مرکب دیگر :

درباره سولفات سرب (II) کار خیلی آسان است زیرا یون سرب Pb^{++} و یون سولفات SO_4^- است یعنی دارای بار مساوی و مختلف علامه هستند . پس از هریون ، یکی لازم و کافی است و فرمول $PbSO_4$ می شود .

در فرمول **هیدروکسید منیزیم** Mg^{++} و هیدروکسید OH^- است پس باید از این یون بیش از یکی یعنی دو یون بکار ببریم و در پرانتز بگذاریم $Mg(OH)$ بدیهی است اگر پرانتز نباشد $MgOH$ درست نیست. زیرا اینطور معنی می دهد که بجای دو یون هیدروکسید [یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن در فرمول موجود است. شیمی دانان زیر نویس را بیرون پرانتز قرار می دهند، تا عده

مرتبه هائی که باید فرمول تکرار شود معلوم باشد، و البته برای یک بار، رادیکال در فرمول پرانتز لازم نیست و $K(OH)$ نمی نویسیم. اجازه بدهید، یک فرمول دیگر یعنی ترکیبی بنام استات سرب (II) را بررسی کنیم. یون سرب

(II) Pb^{++} و یون استات $C_2H_3O_2^-$ است. پس برای یک یون سرب $C_2H_3O_2^-$ لازم خواهد بود و مطابق آنچه درباره هیدروکسید منیزیم دیدیم، باید یون استات را در پرانتز بگذاریم و فرمول را بصورت $Pb(C_2H_3O_2)_2$ و با زیر نویس ۲ بنویسیم و نشان بدهیم که دو بنیان استات با یک یون Pb^{++} (II) ترکیب شده است.

سولفات آمونیم هم دارای ۲ رادیکال NH_4^+ و SO_4^- است. برای آنکه بارهای آنها مساوی و مختلف علامه باشند NH_4 را در پرانتز قرار می دهیم و برای پرانتز زیر نویس ۲ می نویسیم.

بالاخره برای نوشتن فرمول **کربنات آهن III** می گوئیم یون آهن (III) Fe^{+++} و یون کربنات CO_3^- است. پس برای آنکه دارای بار مساوی و مختلف علامه شوند، باید یون آهن را با زیر نویس ۲ و یون کربنات را در پرانتز با زیر نویس ۳ بنویسیم $Fe_2(CO_3)_3$

اگر شما در آموختن شیمی تازه کار باشید، باید شکار از موارد استثنای زیاد که در طریقه بار یونی برای نوشتن فرمولها موجود است آگاه کنیم. از یک فرمول بیش از آنچه برای نوشتن آن لازم است اطلاعی بدست نمی آید. ممکن است شما فرمول بسیاری از اجسام مرکب را بنویسید و بعد بدانید که چنین ترکیبی اصلا وجود ندارد. در مقابل عده زیادی از اجسام مرکب می شناسیم که نمی توان فرمول آنها را بطریقه یونی نوشت.

نامگذاری اجسام مرکب از روی فرمول آنها:

برای نامگذاری عده زیادی از اجسام مرکب باید نخست نام قسمت راست فرمول جسم و بعد نام قسمت چپ را بگوئیم $BaSO_4$ را سولفات باریم بخوانیم (Ba^{++} یون باریم و SO_4^- رادیکال سولفات است) $FeCl_3$ را کلرید آهن (III) می نامیم. باید دانست که آهن دو درجه اکسید اسیون (II) و (III) دارد. یعنی $FeCl_3$ از یک یون Fe^{+++} با بار ۳+ و سه یون Cl^- با بار ۱- ترکیب شده و کلرید آهن (III) خوانده می شود و نیز $FeCl_2$ را که یک یون Fe^{++} با بار ۲+ و دو یون Cl^- با بار ۱- دارد، کلرید آهن (II) می نامیم.

بکار بردن عددهای رومی برای بیان عدد اکسیداسیون، در نامگذاری تمام ترکیبات شیمیائی، همیشه مفید و ممکن و آسان نیست. راه دیگر برای نامگذاری ترکیبهای کووالانی دوتائی،

بکار بردن پیشوندهای عددی یونانی است. و میدانیم ترکیبهای دو تائی تنها از دو عنصر

تشکیل یافته اند و نام آنها بشرح زیر دارای دو قسمت است:

- ۱ _ کلمه اول جسم شیمیائی دوتائی ع شامل سه قسمت است: الف _ یک پیشوند که عده اتمهای عنصر دوم را تعیین می کند. ب _ ریشه نام عنصر دوم. ج _ پسوند، آید که مخصوصا نشان می دهد که جسم دو عنصری است.

۲ _ کلمه دوم نام جسم شیمیادی دوتائی دارای دو قسمت است : الف _ یک پیشوند که عده اتمهای عنصر اول فرمول را تعیین می کند . ب _ نام عنصر اول فرمول جسم بنا بر این CO را مونواکسید کربن می نامیم . و چون تنها یک اتم کربن در فرمول وجود دارد برای نام کربن که عنصر اول فرمول است ، به پیشوند احتیاجی نیست و پیشوند مونو در کلمه اول نام ، برای این است که معلوم شود تنها یک اتم اکسیژن است و پس از آن دنباله اید ide گفته می شود .

بهمین طریق CO₂ را دی اکسید کربن می خوانیم . پیشوند **تری** برای سه و **ترا** برای چهار و **پنتا** برای پنج بکار می رود . این پیشوندها با کلمه اول و دوم نام اجسام بکار می روند برای مثال SLCI₃ را تری کلرید آنتیمون و CCI₄ را تتراکلرید کربن و As₂S₅ را پنتاسولفید دی آرسنیک می نامند .

معنای فرمول شیمیائی :

نوشتن فرمولهای شیمیائی را برای بسیاری از اجسام شیمیائی یاد گرفتیم و برای اینکار از آنچه درباره بارالکتریکی یونهای تشکیل دهنده آنها آموخته ایم بهره گرفتیم . وقتی می دانیم که اجسام بصورت مولکول ساده هستند ، فرمول آنها یک مولکول جسم را نشان می دهد و بفرمول مولکولی معروف است . برای مثال وقتی فرمول ساختمانی جسم معلوم نباشد یا بدانیم که این جسم نمی تواند فرمول ساده تری داشت باشد ، می گوئیم : فرمول ساده ترین نسبت عددی اتمهای عناصر مرکب کننده را نشان می دهد . در اینصورت فرمول را **ساده ترین فرمول** یا **فرمول تجربی** می خوانیم .

بگذارید چند فرمول شیمیائی را امتحان کنیم تا معنای این مطلب را کاملا بدانیم . فرمول آب یک جسم مرکب ، H_2O است . این فرمول مولکولی ، یک مولکول آب را معرفی می کند و نشان می دهد که هر مولکول آب از دو اتم هیدروژن و یک اتم آب ساخته شده است .

چون وزن اتمی هیدروژن $1/0$ و وزن اتمی اکسیژن $16/0$ است معنای این فرمول مولکولی آنست که : **وزن فرمولی آب ۱۸ است** $[1 * 2 + 16 = 18]$. **وزن فرمولی هر جسم مرکب برابر حاصل جمع وزن اتمی های تمام اتمهای موجود در فرمول است .**

فرمول تجربی کلریدسدیم نمک طعام $NaCl$ است . این جسم ، جسم جامد بلورینی است که فرمول مولکولی ساده تری ندارد و یونهای سدیم و کلر بترتیب بسیار منظمی در آن قرار گرفته اند و این فرمول تجربی عده نسبی اتمهای هر یک از عناصر موجود در ترکیب سدیم و کلر را بیان می کند و نشان می دهد که برای هر اتم سدیم یک اتم کلر یا برای هر 23 گرم سدیم ، $35/5$ گرم کلر موجود است . یعنی وزن فرمولی کلریدسدیم برابر $58/5 = 23 + 35/5$ است .

وزن مولکولی :

دیدیم که فرمول مولکولی بر یک مولکول از جسم دلالت دارد چون H_2O یک فرمول مولکولی است و یک مولکول آب را معین می کند وزن فرمولی آب 18 ، وزن نسبی یک مولکول آب است و **وزن فرمولی یک جسم شیمیائی مولکولی وزن مولکولی آن است .**

بمعنای دقیق تر ، درست نیست که از وزن مولکولی بر یک جسم غیر مولکولی مانند کلریدسدیم که بیک فرمول تجربی نشان داده شده است صحبت کنیم . عبارت **وزن فرمولی** کلی تر از

اصطلاح **وزن مولکولی** بکار می رود و شیمی دانان وزن فرمولی را ترجیح می دهند . هر چند هردو را بجای یکدیگر بکار می برند , و در محاسبات تجزیه شیمیائی عنصری فرق گذاشتن بین آنها معنی ندارد .

وزن فرمولی یک جسم مرکب :

اگر بخواهید وزن مجموع کلاس شیمی تان را بدانید , باید وزن تمام اجزاء و افراد کلاس را باهم جمع کنید . همین طور برای محاسبه وزن فرمولی هر جسمی که فرمول آن بشما داده شده است , باید وزن اتمی های تمام عناصر موجود در مولکول را در عده خودشان ضرب کرده و حاصل ضربها را جمع کنیم .

برای مثال فرمول قند نیشکر $C_{12}H_{22}O_{11}$ را حساب می کنیم :

عده اتمها	وزن اتمی	وزن مجموع
۱۲C	۱۲/۰	$۱۲ * ۱۲ = ۱۴۴/۰$
۲۲ H	۱/۰	$۲۲ * ۱ = ۲۲/۰$
۱۱ O	۱۶/۰	$۱۱ * ۱۶ = ۱۷۶/۰$
وزن فرمولی (وزن مولکولی)		۳۴۲/۰

فرمول هیدروکسید کلسیم $Ca(OH)_2$ است وزیر نویس ۲ که زیر پرانتز نوشته می شود نشان می دهد که دو بنیان OH که در فرمول هست Ca ترکیب شده است .

عده اتمها	وزن اتمی	وزن مجموع
۱ Ca	۴۰/۱	$۱ * ۴۰/۱ = ۴۰/۱$
۲ O	۱۶/۰	$۲ * ۱۶ = ۳۲/۰$

$$\frac{2 \times 1/0 = 2/0}{1/0} \quad 2 \text{ H}$$

وزن فرمولی $2/1$

گاهی آسانتر است که در تعیین وزن فرمولی این قبیل اجسام ، بجای آنکه مثلا H_2O را جداگانه حساب کنیم عده بنیانهای مانند OH را باهم به حساب بیاوریم .

$$1 \times 40/1 = 40/1 \quad 40/1 \quad \text{Ca با جرم اتمی}$$

$$2 \times 17/0 = 34/0 \quad 17 \quad \text{OH با وزن}$$

وزن فرمولی $74/1$

وزن اتمی های عناصر وزن های نسبی بر مبنای ۱۲ - C است که برای آن ۱۲ بطور کامل و دقیق پذیرفته شده است . در بررسی مقداری واکنشهای شیمیائی ، وزن اتمی ها و وزنهای فرمولی کاملاً قابل استفاده هستند و استعمال این اعداد نسبت وزنی عناصر یا اجسام مرکبی را که بر هم اثر می کنند یا ترکیب می شوند بما می گویند . و ما می توانیم این وزنهای نسبی را بهر واحدی که بخواهیم تبدیل کنیم . بنابراین فرمولها در محاسبات شیمیائی نهایت اهمیت را دارند .

منبع:

کتاب شیمی عمومی

نگارش:

دکتر فضل الله شیروانی

انتشارات دانشگاه تهران

کتاب شیمی مدرن

ترجمه: احمد رضا قلی زاده

نوسیندگان:

کلاری متکالف

جان ای. ویلیامز

جوزف اف. کاستکا