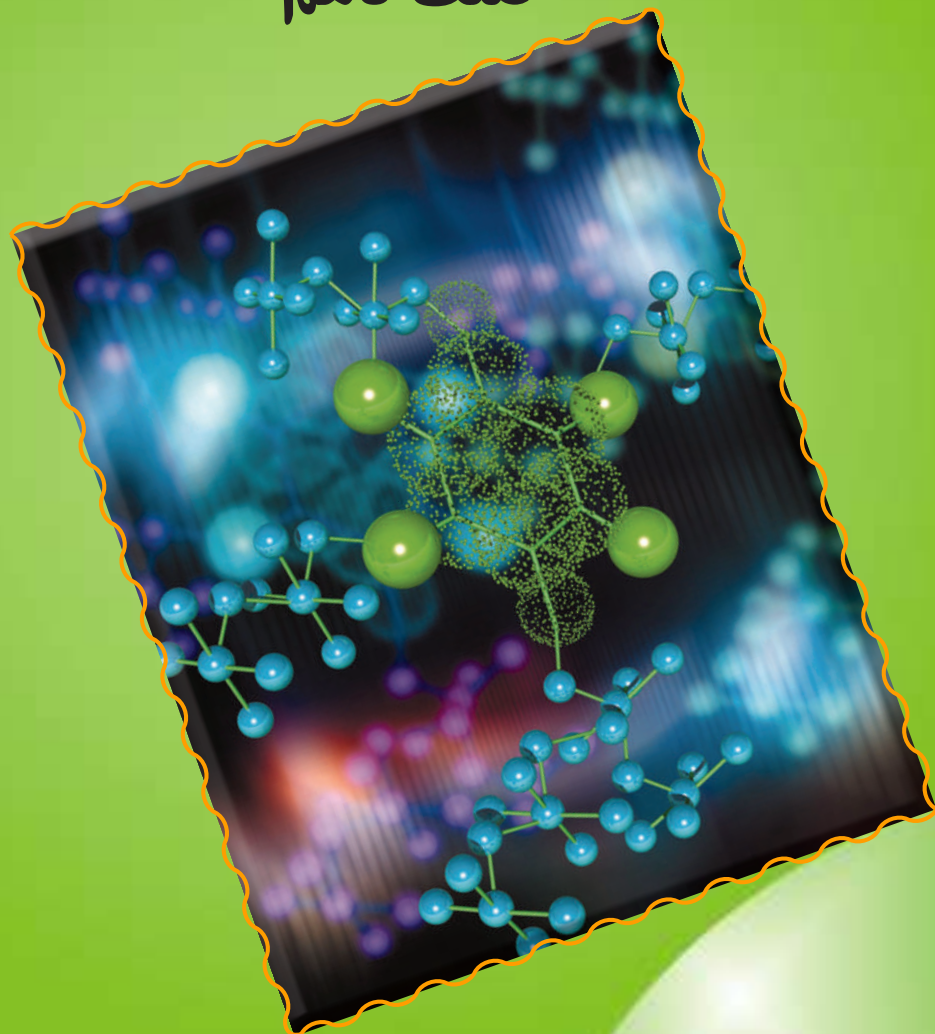
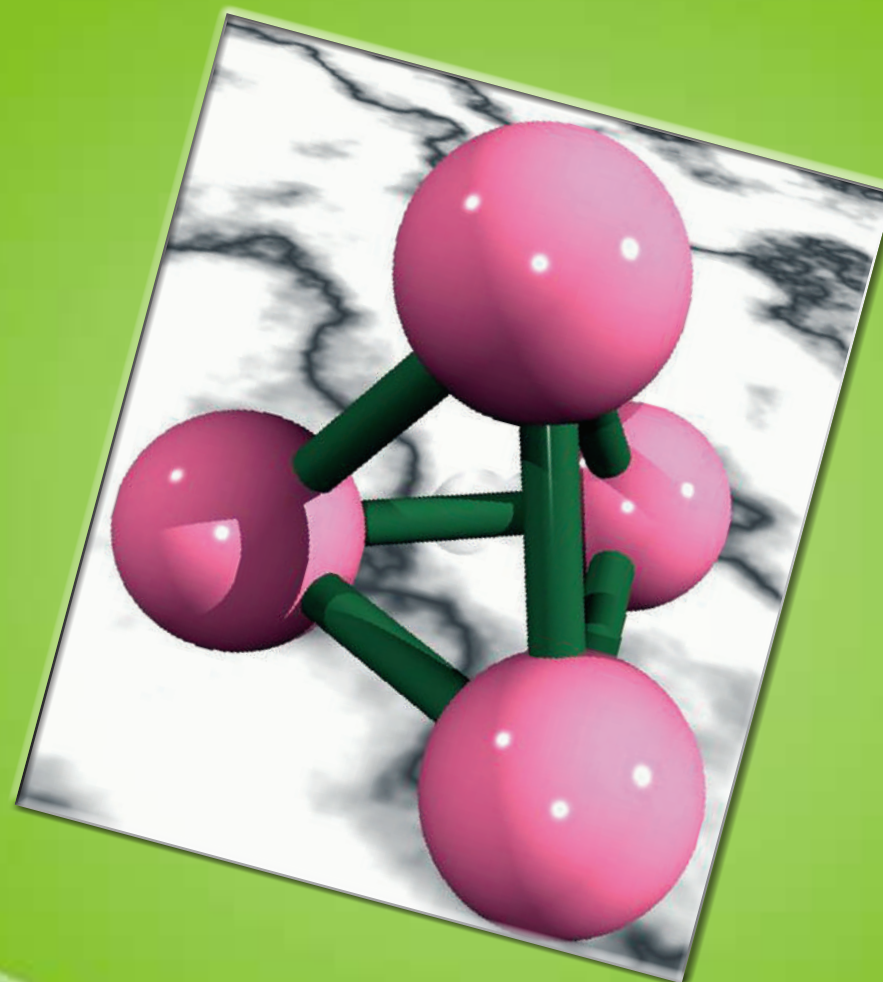


کیمیا

صنف دهم



کیمیا - صنف دهم





سرود ملی

دا عزت د هر افغان دی
هر بچی یې قهرمان دی
د بلوڅو د ازبکو
د ترکمنو د تاجکو
پامیریان، نورستانیان
هم ایماق، هم پشه پان
لکه لمر پر شنه آسمان
لکه زره وي جاویدان
وایو الله اکبر وایو الله اکبر

دا وطن افغانستان دی
کور د سولې کور د تورې
دا وطن د ټولو کور دی
د پښتون او هزاره وو
ورسره عرب، گوجر دي
براهوي دي، قزلباش دي
دا هېواد به تل ځلیري
په سینه کې د آسیا به
نوم د حق مودی رهبر

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



کیمیاء

صنف دہم

سال چاپ: ۱۳۹۸ هـ. ش

مشخصات کتاب

مضمون: کیمیا

مؤلفان: گروه مؤلفان کتاب‌های درسی دیپارتمنت کیمیا نصاب تعلیمی

ویراستاران: اعضای دیپارتمنت ویراستاری و ایدیت زبان دری

صنف: دهم

زبان متن: دری

انکشاف دهنده: ریاست عمومی انکشاف نصاب تعلیمی و تالیف کتب درسی

ناشر: ریاست ارتباط و آگاهی عامه وزارت معارف

سال چاپ: ۱۳۹۸ هجری شمسی

مکان چاپ: کابل

چاپ‌خانه:

ایمیل آدرس: curriculum@moe.gov.af

حق طبع، توزیع و فروش کتاب‌های درسی برای وزارت معارف جمهوری اسلامی افغانستان محفوظ است. خرید و فروش آن در بازار ممنوع بوده و با متخلفان برخورد قانونی صورت می‌گیرد.

پیام وزیر معارف

اقراً باسم ربك

سپاس و حمد بیکران آفریدگار یکتایی را که بر ما هستی بخشید و ما را از نعمت بزرگ خواندن و نوشتن برخوردار ساخت، و درود بی‌پایان بر رسول خاتم - حضرت محمد مصطفی ﷺ که نخستین پیام الهی بر ایشان «خواندن» است.

چنانچه بر همه گان هویداست، سال ۱۳۹۷ خورشیدی، به نام سال معارف مسمی گردید. بدین ملحوظ نظام تعلیم و تربیت در کشور عزیز ما شاهد تحولات و تغییرات بنیادینی در عرصه‌های مختلف خواهد بود؛ معلم، متعلم، کتاب، مکتب، اداره و شوراهای والدین، از عناصر شش گانه و اساسی نظام معارف افغانستان به شمار می‌روند که در توسعه و انکشاف آموزش و پرورش کشور نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. در چنین برهه سرنوشت‌ساز، رهبری و خانواده بزرگ معارف افغانستان، متعهد به ایجاد تحول بنیادی در روند رشد و توسعه نظام معاصر تعلیم و تربیت کشور می‌باشد.

از همین رو، اصلاح و انکشاف نصاب تعلیمی از اولویتهای مهم وزارت معارف پنداشته می‌شود. در همین راستا، توجه به کیفیت، محتوا و فرایند توزیع کتاب‌های درسی در مکاتب، مدارس و سایر نهادهای تعلیمی دولتی و خصوصی در صدر برنامه‌های وزارت معارف قرار دارد. ما باور داریم، بدون داشتن کتاب درسی با کیفیت، به اهداف پایدار تعلیمی در کشور دست نخواهیم یافت.

برای دستیابی به اهداف ذکر شده و نیل به یک نظام آموزشی کارآمد، از آموزگاران و مدرسان دلسوز و مدیران فرهیخته به‌عنوان تربیت کننده گان نسل آینده، در سراسر کشور احترامانه تقاضا می‌گردد تا در روند آموزش این کتاب درسی و انتقال محتوای آن به فرزندان عزیز ما، از هر نوع تلاشی دریغ نورزیده و در تربیت و پرورش نسل فعال و آگاه با ارزش‌های دینی، ملی و تفکر انتقادی بکوشند. هر روز علاوه بر تجدید تعهد و حس مسؤولیت پذیری، با این نیت تدریس را آغاز کنند، که در آینده نزدیک شاگردان عزیز، شهروندان مؤثر، متمدن و معماران افغانستان توسعه یافته و شکوفا خواهند شد.

همچنین از دانش آموزان خوب و دوست داشتنی به مثابه ارزشمندترین سرمایه‌های فردای کشور می‌خواهم تا از فرصت‌ها غافل نبوده و در کمال ادب، احترام و البته کنجکاوی علمی از درس معلمان گرامی استفاده بهتر کنند و خوشه چین دانش و علم استادان گرامی خود باشند.

در پایان، از تمام کارشناسان آموزشی، دانشمندان تعلیم و تربیت و همکاران فنی بخش نصاب تعلیمی کشور که در تهیه و تدوین این کتاب درسی مجدانه شبانه روز تلاش نمودند، ابراز قدردانی کرده و از بارگاه الهی برای آن‌ها در این راه مقدس و انسان‌ساز موفقیت استدعا دارم. با آرزوی دستیابی به یک نظام معارف معیاری و توسعه یافته، و نیل به یک افغانستان آباد و مترقی دارای شهروندان آزاد، آگاه و مرفه.

دکتور محمد میرویس بلخی

وزیر معارف

فصل اول

۲	تیوری انکشاف اتمی
۳	۱-۱: تاریخچه انکشاف تیوری اتمی
۴	۱-۲: ساختمان اتم
۹	۱-۳: طیف اتمی
۱۲	۱-۴: تیوری اتمی بور
۱۸	۱-۵: تیوری معاصر اتمی
۲۵	۱-۶: ساختمان الکترونی اتم های چندین الکترونی
۲۹	خلاصه فصل اول
۳۱	تمرین

فصل دوم

۳۴	ترتیب الکترونی و خواص دوره یی عناصر
۳۵	۲-۱: تاریخچه ساختمان سیستم پرئودیک
۴۰	۲-۲: ساختمان الکترونی عناصر
۴۳	۲-۳: خواص عناصر و تغییر متناوب آن در جدول دوره یی عناصر
۵۲	۲-۳: خواص عناصر انتقالی (d-Elements)
۵۶	خلاصه فصل
۵۷	تمرین فصل

فصل سوم

۶۰	روابط کیمیاوی (Chemical Bonds)
۶۱	۳-۱: مشخصات روابط کیمیاوی و سمبول های لیویس
۶۲	۳-۲: قانون اوکتیت و ساختمان لیویس
۶۶	۳-۳: انواع روابط کیمیاوی
۶۶	۳-۳-۱: رابطه آیونی (Electro Volant bond)
۷۲	۳-۳-۲: رابطه اشتراکی (Covalent bond)
۸۶	خلاصه فصل سوم
۸۷	تمرین فصل سوم

فصل چهارم

۹۰	ساختمان مالیکول ها و قطبیت آن ها
۹۱	۴-۱: قشر ولانسی اتم مرکزی مالیکول ها
۹۴	۴-۲: مالیکول های خطی (دو جوهر الکترونی)
۹۵	۴-۳: مالیکول های مسطح (سه جوهر الکترونی)
۹۶	۴-۴: مالیکول های چهار سطحی (چهار جوهر الکترونی)

فهرست عناوین

صفحه

عنوان

۱۰۲	..... ۴-۵: ساختمان مالیکول آب
۱۰۴	..... ساختمان مالیکول امونیا
۱۰۵	..... انواع مالیکول ها (قطبی، غیر قطبی، آیونی)
۱۰۸	..... خلاصه فصل چهارم
۱۰۹	..... تمرین فصل چهارم

فصل پنجم

۱۱۲	..... قوای بین مالیکولی
۱۱۳	..... ۵-۱: تفاوت ها بین روابط کیمیاوی و قوه بین مالیکولی
۱۱۴	..... ۵-۲: انواع قوه جذب بین مالیکولی
۱۲۵	..... ۵-۳: تأثیر قوه ها بالای خواص فزیکوی مواد
۱۳۰	..... خلاصه فصل پنجم
۱۳۱	..... تمرین فصل پنجم

فصل ششم

۱۳۴	..... حالات ماده
۱۳۵	..... ۶-۱: جامدات، مایعات و گازات
۱۳۶	..... ۶-۱-۱: بعضی مشاهدات اولیه جامدات:
۱۳۶	..... ۶-۱-۲: بلورها (Crystal)
۱۴۲	..... ۶-۱-۳: انواع جامدات
۱۴۶	..... ۶-۱-۴: خواص جامدات
۱۴۷	..... ۶-۲: مایعات
۱۴۷	..... ۶-۲-۱: خواص عمومی مایعات
۱۴۸	..... ۶-۲-۱-۱: مقایسه انتشار مایعات با گازات
۱۴۸	..... ۶-۲-۱-۲: تبخیر و فشار بخار مایعات
۱۴۹	..... ۶-۲-۱-۳: درجه غلیان مایعات
۱۵۰	..... ۶-۲-۱-۴: حرارت و تغییرات ماده
۱۵۲	..... ۶-۲-۱-۵: انجماد مایعات
۱۵۳	..... ۶-۳: گازات
۱۵۳	..... ۶-۳-۱: صفات گازات
۱۵۴	..... ۶-۳-۲: قانون بایل (Boyl's Law)
۱۵۶	..... ۶-۳-۳: قانون چارلس (تأثیر حرارت بالای گازات)
۱۵۹	..... ۶-۳-۴: اصل اوگد رو
۱۶۰	..... ۶-۳-۵: قوانین گازات ایدیال
۱۶۳	..... ۶-۳-۶: محاسبه حجم مولی یک گاز آیدیال در شرایط STP
۱۷۶	..... خلاصه فصل ششم

صفحه	عنوان
۱۷۷.....	سؤالهای فصل ششم.....
	فصل هفتم
۱۸۰.....	تفاعلات کیمیاوی.....
۱۸۱.....	۱-۷: مفهوم معادله کیمیاوی.....
۱۸۴.....	۲-۷: انواع تفاعلات کیمیاوی.....
۲۰۲.....	خلاصه فصل هفتم.....
۲۰۳.....	تمرین فصل هفتم.....
	فصل هشتم
۲۰۶.....	تفاعلات اکسیدیشن - ریدکشن.....
۲۰۷.....	۱-۸: تعریف اکسیدیشن و ریدکشن.....
۲۰۷.....	۲-۸: نمبر اکسیدیشن عناصر.....
۲۱۱.....	۳-۸: انواع تفاعلات اکسیدیشن - ریدکشن.....
۲۱۲.....	۴-۸: میتود ترتیب بیلانس تفاعلات Oxidation - Reduction.....
۲۱۵.....	۵-۸: تفاعلات Redox در محیط های مختلف.....
۲۲۱.....	۶-۸: ترتیب بیلانس تفاعلات کیمیاوی اکسیدیشن - ریدکشن به اشتراک پراکساید ها.....
۲۲۳.....	۷-۸: حالت های خاص ترتیب و توازن تفاعلات ریدوکس.....
۲۲۶.....	خلاصه فصل هشتم.....
۲۲۶.....	سؤالهای فصل هشتم.....
	فصل نهم
۲۲۸.....	قوانین و محاسبات در کیمیا.....
۲۲۹.....	۱-۹: پایه های مسایل علمی.....
۲۳۱.....	۲-۹: قانون بقای ماده و یا تحفظ کتله.....
۲۳۳.....	۳-۹: قانون نسبت ها ثابت (Proust-1807):.....
۲۳۳.....	۴-۹: قانون نسبت های متعدد یا قانون دالتن (Dalton).....
۲۳۸.....	۶-۹: قانون نسبت ها حجمی.....
۲۳۹.....	۷-۹: قانون او گدرو.....
۲۴۱.....	۸-۹: کتله اتمی نسبتی.....
۲۴۳.....	۹-۹: کتله مالیکولی نسبتی.....
۲۴۴.....	۱۰-۹: مول (اتم - گرام و مالیکول - گرام).....
۲۴۶.....	۱۱-۹: دریافت فیصدی عناصر متشکله مالیکول های مرکبات.....
۲۴۷.....	۱۲-۹: فورمول تجربی و فورمول مالیکولی.....
۲۵۰.....	خلاصه فصل نهم:.....
۲۵۱.....	تمرین فصل نهم.....

مقدمه

کیمیا علمی است که از ساختمان، خواص، تغییرات و تبدلات کیفی ماده بحث می‌کند، این علم بخشی از علوم طبیعی بوده که به اساس تجارب و تحقیقات قرن‌های متمادی انسان‌ها به میان آمده است. کیمیا، دارای رشته‌های زیاد بوده که از جمله یکی هم کیمیای عمومی می‌باشد. کیمیای صنف دهم فشرده‌قسمتی از کیمیای عمومی است که به طور عمده فصول و عناوین ذیل در این کتاب کیمیا مطالعه و مورد بحث قرار گرفته است:

در فصل اول تیوری انکشاف اتمی، تاریخچه انکشاف تیوری اتمی، ساختمان اتم، طیف اتمی، میخانیک کوانتمی و یا تیوری معاصر اتمی توضیح گردیده است. در فصل دوم در مورد تاریخچه ساختمان سیستم پرئودیک، ساختمان الکترونی عناصر، خواص عناصر و تغییر متناوب آن در جدول دوره‌ی عناصر و خواص عناصر انتقالی بحث به عمل آمده است. در فصل سوم روابط کیمیای (Chemical Bonds) با تمام مشخصات و انواع آن، و سمبول‌های لیویس، قانون اوکتیت و ساختمان لیویس توضیح گردیده است.

در فصل چهارم راجع به ساختمان مالیکول‌ها و قطبیت آن‌ها معلومات ارائه گردیده است. در فصل پنجم قوای بین مالیکولی و انواع قوه‌ها تشریح گردیده است که قوه عمل متقابل دایپول - دای پولی، قوه‌های واندر - والس (Vander - Walls Forces) و لندون، رابطه‌های دایروجنی و تأثیر قوه‌ها بالای خواص فیزیکی مواد توضیح شده است.

در فصل ششم حالات ماده (جامدات، مایعات و گازات) و قوانین گازات تحت بحث قرار گرفته و در فصل هفتم تعاملات کیمیای ارائه شده است، در مورد مفهوم معادله کیمیای، انواع تعاملات کیمیای توضیحات داده شد است. فصل هشتم تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را با ارائه مطالب تعریف اکسیدیشن و ریدکشن، نمبر اکسیدیشن عناصر، انواع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن و میتود ترتیب بیلانس تعاملات - Oxidation Reduction توضیح می‌نماید.

فصل نهم قوانین و محاسبات در کیمیا را ارائه داشته و قوانین عمده کیمیا را توضیح می‌نماید.

در پایان هر فصل خلاصه هر فصل و سؤالات نازل شده غرض مشق و تمرین شاگردان ارائه شده تا با حل آن شاگردان بیشتر و بهتر بیاموزند. در این کتاب کوشش شده است تا شاگردان در مطالب دخیل و در آموزش شان سهولت‌ها ایجاد گردد.

تیوری انکشاف اتومی

اتوم چیست؟ کدام علمای ساینس در مورد ساختمان اتوم تحقیق نموده و چگونه گئی اتوم‌ها، فعل و انفعال و ساختمان اتوم‌ها را توضیح نموده اند؟ اتوم‌ها از کدام ذرات اساسی تشکیل گردیده اند؟ وضعیت و حرکت الکترون‌ها به دور هسته اتوم به کدام شکل است؟ مشخصات الکترون‌ها را به دور هسته اتوم به کدام نمبرهای کوانتم می‌توان توضیح کرد؟ با مطالعه این فصل می‌توانید در باره اتوم و ساختمان الکترونی اتوم معلومات حاصل و به حل سؤالیهای فوق نایل گردید.

۱-۱: تاریخچهٔ انکشاف تیوری اتمی

یکی از تیوری‌های قدیم در تاریخ علوم حاکی از آن است که: مواد تا حدودی به ذرات کوچک تقسیم شده می‌تواند که دیگر نمی‌توان آن‌ها را به ذرات کوچک‌تری تقسیم کرد. این تیوری در سال 400 ق.م توسط فیلسوف یونانی به نام دیموکراتس (Democritus) پیشنهاد گردید. عالم مذکور این ذرات را به نام اتم‌ها (Atoms)¹ یاد نمود. نظریهٔ دیموکراتس در آن زمان مورد قبول علمای دیگر قرار نه گرفت، سرانجام در قرن 18 کیمیدان‌ها دوباره تیوری اتمی را مورد توجه قرار دادند. علما در مورد توضیح نسبت کتلوی مواد تعامل کننده با هم دیگر در تحقیقات تجربی خویش از تیوری اتمی استفاده به عمل آوردند و طبق این تیوری هر یک از عناصر کیمیای کتله اتمی معین را دارا می‌باشند.

در سال 1803 م کیمیدان انگلیسی به نام دالتن (Dalton) تیوری اتمی را بنیان گذاری کرد، طبق این تیوری تمامی مواد از ذرات بسیار کوچک به نام اتم‌ها ساخته شده است، این اتم‌ها نمی‌توانند خلق شوند و هم نمی‌توانند به کلی از بین بروند. نکات عمدهٔ تیوری دالتن قرار ذیل است:

- 1 - مواد از ذرات غیر قابل تقسیم به نام اتم‌ها ساخته شده اند.
 - 2 - تمامی اتم‌های عناصر کیمیای با هم مشابه و یک سان اند.
 - 3 - اتم‌ها نه تشکیل شده و نه از بین می‌روند.
 - 4 - اتم‌های عناصر مختلف با هم یک‌جا شده، مالیکول‌های مرکبات را تشکیل می‌دهند.
 - 5 - اتم‌های عناصر مختلف کتله‌ها و خواص کیمیای مختلف را دارا اند.
 - 6 - در هر مالیکول مرکب معین، انواع و تعداد نسبتی اتم‌های متشکله آن‌ها یک سان است.
 - 7 - تعاملات کیمیای عبارت از استقرار اتم‌ها و تشکیل روابط اتم‌ها در مالیکول مرکبات بوده که در این تعاملات کیمیای اتم‌های عناصر تغییر نمی‌نمایند.
- بالاخره کیمیدان‌ها الی قرن 19 تیوری اتمی دالتن را تحلیل نموده اند، با وجودی که بعضی از نکات تیوری اتمی دالتن؛ به طور مثال: غیر قابل تقسیم بودن اتم و یک سان بودن اتم‌های عین عنصر غیر مدلل ثابت گردید و امروز مورد تایید علما قرار نه گرفته است؛ اما با آن هم تیوری اتمی دالتن در علم کیمیا مفید بوده و یک گام مثبت در عرصه کیمیا می‌باشد.

1- اتم کلمه یونانی بوده، که از tom (قابل تقسیم) و A (نفی) گرفته شده است که به معنی غیر قابل تقسیم می باشد.

تیوری ساختمان اتمی ماده که به اساس تجارب علمی علمای کیمیا به میان آمده است، قرار ذیل است:

- 1 - تمام مواد از ذرات کوچک به نام اتمها تشکیل گردیده اند.
- 2 - اتمها ذرات کوچکی اند که توسط وسایل ساده کیمیاوی تجزیه نگردیده و هر یکی از اتمهای عناصر مختلف به نام عنصر کیمیاوی یاد می شوند.
- 3 - اتمهای عناصر کیمیاوی به طور دایم (همیشه) حال حرکت بوده، با ازدیاد حرارت سرعت حرکت آنها زیاد می گردد و این حرکت آنها باعث تعامل بین آنها می شود.
- 4 - اتمهای عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق دارند.

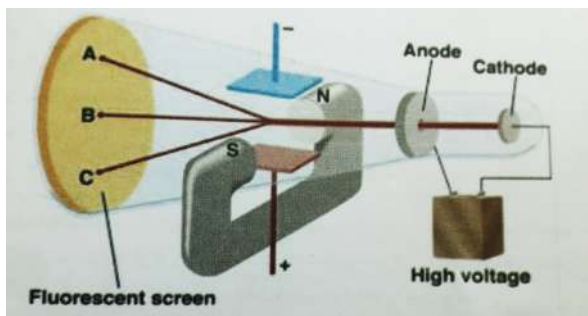
اندازه اتم

تحقیقاتی که در قرن 20 به اساس تشعشعات رونتگین صورت گرفت، دریافت گردید که قطر اتم به صورت تقریبی $2 \cdot 10^{-10} m$ یا $(0.2nm)$ است. کتله اتمها بین $10^{-24} g - 10^{-22} g$ و یا $10^{-27} kg - 10^{-25} kg$ قرار دارد. چون این کمیت کتلوی فوق العاده کوچک بوده، از این سبب کتله اتمی نسبتی را برای اتمها تعیین نموده اند که به اساس قیمت $1 amu = 1.661 \cdot 10^{-27} kg$ (amu) مشخص گردیده است.

۱ - ۲: ساختمان اتم

در سال 1900 علمای فزیک به اثبات رسانیده اند که اتمها از ذرات کوچکتر ساخته شده اند.

مودل تامسن



فزیک دان انگلیسی به نام تامسن (J.J. Tomson) انحراف اشعه کتود را در ساحة برقی و مقناطسی مطالعه نمود. در شکل (1-1) ساختمان دستگاه که تامسن در تحقیق خویش به کار برده است، نشان داده شده است.

شکل (1 - 1) دستگاه تحقیقاتی تامسن

توضیح دستگاه تامسن قرار ذیل است:

شکل (1-1): تیوب اشعه کتودیک مرتب با ساحة ایجاد شده برقی در داخل تیوب و ساحة مقناطسی در خارج تیوب. ساحات برقی و مقناطیس بالای مسیر حرکت اشعه کتودیک به صورت عمود قرار دارد. سمبولهای N و S قطبهای شمال و جنوب مقناطیس را مشخص می سازند. اشعه کتودیک با اعمال ساحة مقناطیس بر نقطه A با تطبیق ساحة برقی بر نقطه C و در نبود ساحات مقناطسی و برقی (و یا خنثی شدن متقابل ساحة برقی توسط ساحة مقناطسی) بر نقطه B صفحه تشخیص تیوب اصابت می کند.

تامسن در تحقیقات خویش نسبت $\left(\frac{e}{m}\right)$ را محاسبه نمود که کمیت $\frac{C}{kg} \cdot 1.76 \cdot 10^{11}$ را به دست آورد. در این جا (C) کولمب بوده که واحد بین المللی مقدار چارج است. تامسن همچنان دریافت نمود که استعمال گاز در دستگاه و هم نوعیت الکترودها (انود و کتود) نمی توانند مشخص و معین باشد.

توجه نمایید



تامسن به این نتیجه رسید که این ذرات چارج دار منفی در تمام مواد محسوس بوده و این ذرات را به نام الکترون‌ها (Electrons) مسمی ساخت. این نام از کلمه الکتریک گرفته شده و به ذراتی گفته می شود که در نتیجه حرکت آنها جریان برق به وجود می آید.

فعالیت



- 1- اشعه که از کتود در تیوب تخلیه تجزیه تامسن خارج می گردد، به کدام سمت منحرف می گردد؟
- 2- اشعه کتود دارای کدام چارج است؟

نکته مهم

قیمت چارج برقی الکترون توسط عالم امریکایی به نام ملیکان (Millikan) مشخص گردید، موصوف این کمیت را در سال‌های 1909-1917 در قطرات تیل کشف کرد که مساوی به $1.602 \cdot 10^{-19} C$ است. این کمیت را به حیث واحد اولی چارج ذرات چارج دار قبول نموده اند. بدین اساس کتله الکترون عبارت است از:

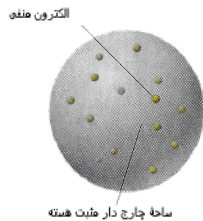
$$1.76 \cdot 10^{11} C/kg = \frac{e}{m}$$

$$m = \frac{e}{1.76 \cdot 10^{11} C/kg} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} C \cdot kg}{1.76 \cdot 10^{11} C}$$

$$m = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$$

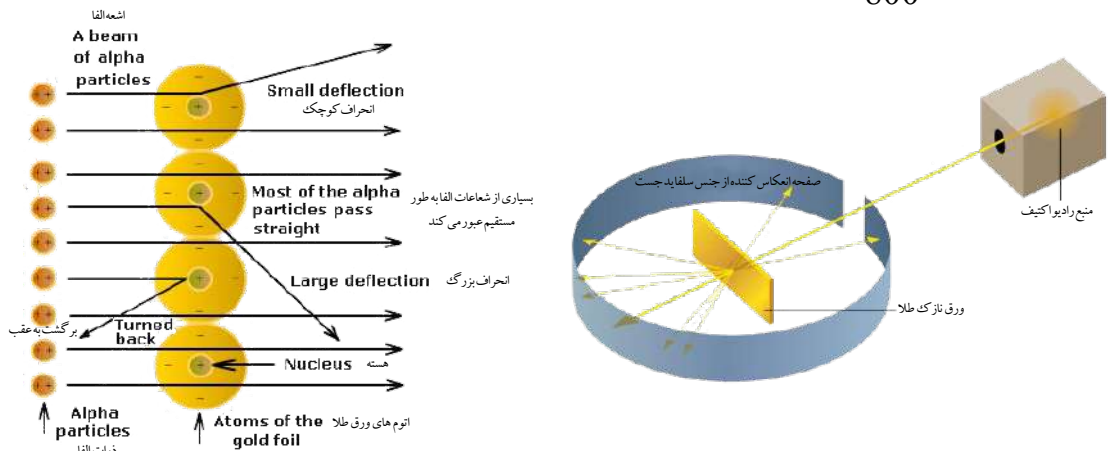
پس کتلهٔ یک الکترون مساوی به $9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ یا $\frac{1}{1840}$ ام حصه کتلهٔ یک اتوم هایدروجن (پروتون) است.

در سال 1898 تامسن در نتیجه تحقیقات ابراز نظر نمود: اتومها متشکل از یک هستهٔ چارج دار مثبت بوده که به اطراف آن الکترونها دارای چارج منفی منتشر گردیده است. مودل اتومی تامسن مشابه به ساختمان کیک کشمش دار بوده که کشمش در کیک مانند الکترونها در بین هستهها ی اتومها را نشان می دهد:



شکل (1 - 2) مودل اتومی تامسن

در سال 1909 همکاران رادرفورد، کایگر (Geuger) و مرسدین (Merssden) پیشنهاد تامسن را مورد مطالعه قرار داده اند و کشف کردند که ذرات از ورقه های نازک طلا عبور نموده؛ اما $\frac{1}{800}$ حصه آنها دوباره بازگشت و یا منتشر می گردند. (شکل ذیل را ملاحظه نمایید)



شکل (1-3): انتشارات ذرات α توسط ماده رادیو اکتیف و عبور از ورق نازک طلا

خلاصه نتیجه تجربه رادرفورد:

اگر ذرات الفای (α) که دارای چارج دو مثبت ($+2$) است حین عبور از صفحه نازک طلا نزدیک به هستهٔ قسمی انحراف می کند و اگر از هسته دورتر باشد مستقیم عبور می کند و اگر مقابل هسته قرار گیرد بازگشت می کند از این نتیجه می شود که هسته دارای چارج مثبت بوده و یک قسمت کوچکی از ساحت اتوم را تشکیل می دهد.

رادرفورد در این مورد ابراز نظر نموده اند... تقریباً غیر قابل باور است که اگر ما مرمی را از فاصله $4,5m$ به ورق کاغذ قطی سگرت فیر نماییم و این مرمی بعد از تصادم دوباره بازگشت نموده و به شما برخورد نماید.» رادرفورد دریافت کرد که کتله و چارج مثبت حتماً در یک قسمت کوچک حجم اتوم متراکم گردیده و به نام هسته یاد می‌شود. ذرات α زمانی بعد از تصادم دوباره بازگشت می‌نمایند که با هسته اصابت نموده باشد. قسمت زیادی از ذرات α از طریق فضای بین هسته اتوم‌ها عبور می‌نمایند. شکل فوق مدل اتومی بوده، شکل حقیقی اتوم نیست. در صورتی که هسته اتوم به اندازه (\circ) باشد، اتوم دارای حجم مساوی به حجم یک اطاق درسی خواهد بود. اتومی که قطر آن $10^{-8}m$ باشد، هسته آن قطر $10^{-15}m$ خواهد داشت.

رادرفورد در سال 1911 مدلی را پیشنهاد نمود که سیستم نظام شمس را خاطر نشان می‌سازد؛ طوری که هسته مانند آفتاب در مرکز قرار داشته و الکترون‌ها مانند سیاره‌ها به دور هسته در مدارهای معین در حال حرکت است.

فکر کنید



- 1 - وقتیکه شعاع الفا بالای ورق نازک طلا تصادم می‌کند، چی اتفاقی افتید؟
- 2 - چرا بعضی از ذرات بازگشت نموده اند؟
- 3 - چرا بعضی از ذرات الفا منحرف شده اند؟

نمبر اتومی

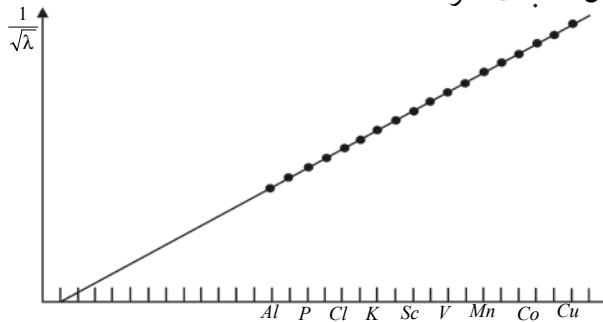
در سال 1913 فزیک دان انگلیسی به نام موزلی (G. Moseley) اشعه رونتگین را که از فلزات مختلف در تیوب کتودی منتشر می‌گردد، مطالعه نمود، موصوف گراف وابستگی کمیت معکوس جذر مربع طول موج اشعه رونتگین $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ را با نمبر ترتیبی عناصر در سیستم پریودییک ترسیم کرد (عناصریکه نمبر اتومی آن زیاد بوده طول موج اشعه X آن کمتر می‌باشد، انرژی بیشتر دارد). شکل ذیل را ملاحظه نمایید. گراف داده شده نشان می‌دهد که

نمبر اتومی عناصر کدام یکی از مشخصات مهم عناصر را انعکاس می‌دهد.

موزلی ابراز نظر نمود که این خاصیت را چارج هسته اتوم از خود نشان می‌دهد و هم این ذرات در اثر عبور از یک عنصر به عنصر مابعد آن به اندازه یک واحد به شکل متناوب زیاد می‌گردد.

موقعیت عناصر در سیستم پریودییک (محور افقی) تعداد پروتون‌ها را در هسته آن‌ها تعیین

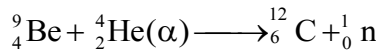
می‌نماید موزلی نمبر ترتیبی عناصر را در سیستم پرویودیک به نام نمبر اتمی یاد کرد و به سمبول (Z) افاده نمود. بالاخره دانسته شد که نمبر ترتیبی عناصر با تعداد پروتون‌های آن عنصر در اتم آن مطابقت دارد.



مطابق به اظهارات موزلی نمبر اتمی عناصر مساوی به چارج هسته آن بوده و تعداد پروتون‌ها را در هسته نشان می‌دهد. « پروتون کلمه لاتین بوده و به معنی اولی و یا سابقه ترین از همه می‌باشد»

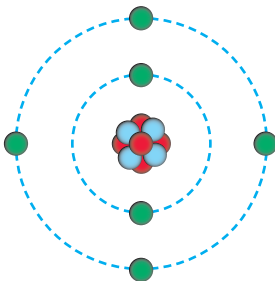
چون اتم‌های عناصر کیمیاوی از لحاظ چارج برقی خنثی بوده؛ بنابراین تعداد پروتون‌ها مساوی به تعداد الکترون‌ها در اتم‌های عناصر است.

نیوترون: کتله اتمی یک عنصر نسبت به کتله مجموعی پروتون‌های هسته آن بزرگتر است، غرض توضیح این تفاوت کتله، رادرفورد پیش بینی کرد که در هسته اتم ذرات خنثی نیز موجود بوده، کتله فی واحد آن‌ها معادل کتله پروتون است و از لحاظ چارج خنثی می‌باشند؛ از این سبب به نام نیوترون (Neutron) (خنثی) یاد شده اند. چادویک (Chadwick) در سال 1932 در نتیجه تعاملات هسته‌ی نیوترون را کشف کرد، موصوف هسته بیرلیم را توسط ذره α بمباردمان کرد، در نتیجه نیوترون را به دست آورد. معادله تعامل آن قرار ذیل است:



در این معادله سمبول نیوترون (${}^1_0\text{n}$)، ${}^9_4\text{Be}$ ، ${}^4_2\text{He}$ و ${}^{12}_6\text{C}$ نوکلویدهای (هسته) عناصر بیرلیم، هیلیم و کاربن را نشان می‌دهد.

ذرات اساسی اتم: مجموعه پروتون‌ها و نیوترون‌ها را به نام نوکلون یاد می‌نماید و به نام نمبر کتله نیز یاد می‌گردد.



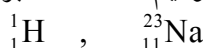
$$\Sigma p + \Sigma n = \text{Nuclion}$$

جدول ذیل بعضی از خصوصیات فیزیکی ذرات اساسی اتوم را نشان می‌دهند:
جدول (1-1) خصوصیات فیزیکی ذرات اساسی اتوم

ذرات	كتله به كيلو گرام	چارج نسبتي	چارج به كولمب	كتله نسبتي
پروتون	$1.6726 \cdot 10^{-27}$	+1	$1.602 \cdot 10^{-19}$	1.0073
نیوترون	$1.75 \cdot 10^{-27}$	0	-	1.0087
الکترون	$9.1 \cdot 10^{-31}$	-1	$1.602 \cdot 10^{-19}$	$5.4858 \cdot 10^{-4}$

نوکلئیدها و ایزوتوپ‌ها

نوکلئیدها هسته‌های اتوم‌ها را افاده نموده و توسط آن کتله هسته اتوم را نشان می‌دهند. نوکلئیدهای عناصر را طوری نشان می‌دهند که نوکلئون (کتله اتمی) را در قسمت بالای طرف چپ سمبول و نمبر اتمی (تعداد پروتون‌ها) را طرف چپ سمبول در قسمت پایانی آن می‌نویسند؛ به طور مثال: نمبر کتله سودیم ۲۳ آن و نمبر اتمی آن ۱۱ است.



ایزوتوپ‌ها (Isotops): عبارت از نوکلئیدهای (هسته) عین عنصر بوده که عین تعداد پروتون‌ها را دارا اند؛ اما تعداد نوکلئون‌های (نمبر کتله) آن‌ها از هم فرق دارند، یعنی این نوکلئیدها دارای تعداد نیوترونهای مختلف می‌باشند. یا به عبارت دیگر اتم‌های یک عنصر که نمبر اتمی یکسان و نمبر کتله آن فرق داشته باشد بنام ایزوتوپ یاد می‌شوند. چون خواص کیمیاوی عناصر مربوط به چارج مثبت هسته اتوم عناصر و ساختمان الکترونی آن‌ها است؛ بنابراین خواص کیمیاوی ایزوتوپهای عناصر یک سان است؛ به طور مثال: ایزوتوپهای عنصر کلورین عبارت از ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ و ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ بوده که نمبر اتمی آن‌ها ۱۷ و نوکلئون آن بترتیب ۳۵ و ۳۷ می‌باشند و نیوترون‌های آن‌ها هم به ترتیب ۱۸ و ۲۰ است، تعاملات کیمیاوی هر دو اتوم کلورین یک سان است.

فعالیت



به نوکلئونهای ${}^{22}_{10}\text{Ne}$ ، ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ، ${}^{21}_{10}\text{Ne}$ توجه نموده و به پرسش‌های ذیل جواب

ارائه نمایید.

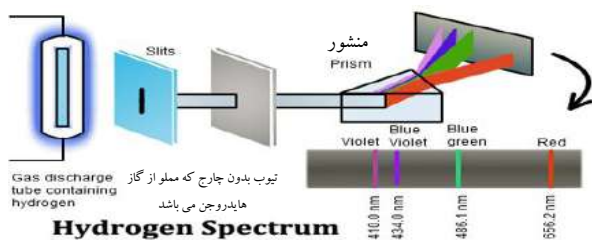
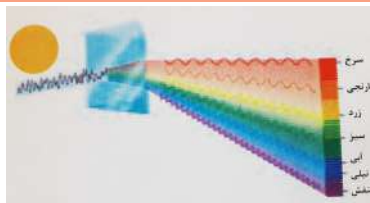
الف - هر یک از نوکلئونهای مذکور دارای چند نیوترون است؟

ب - این نوکلئونها نسبت با هم دیگر به چی نام یاد می‌شوند؟

3-1 : طیف اتمی

پیدایش و ایجاد خصوصیات سپکتر اتمی (طیف اتمی) سؤالاتی را حل کرد که به کمک مودل اتمی رادرفورد حل آن امکان پذیر نبود.

اگر نور آفتاب و یا چراغ برقی از یک سوراخ عبور و روشنی آن بالای منشور بتابد و از منشور به پرده تاریک عبور نماید؛ در این صورت ساحه رنگین کمان (طیف نور آفتاب) آشکار گردیده که متشکل از خطوط مجزا رنگه می باشد، دسته این رنگها با تشعشعات قابل دید تمام



شکل (1-5) اسپکتر اتومی

خطوط موجی مطابقت داشته و به نام اسپکتر مسلسل یاد می گردد: اگر منبع نور از تیوب تخلیه ناشی گردد که دارای عنصر گازی باشد مثلاً گاز هایدروجن، در این صورت اسپکتری را تشکیل می دهد که از خطوط رنگه مختلف مجزا تشکیل گردیده است. این نوع اسپکترها به نام

اسپکتر اتومی خروجی (Emission) یا اسپکتر خطی یاد می گردند، (شکل 1-6) اگر مواد کیمیای توسط کدام وسیله تحریک گردد، اسپکتر خطی آنها در منشور ملاحظه می شود؛ به طور مثال: به کمک جریان برق از تیوبهای تخلیه و یا حرارت توسط شعله می توان مواد را تحریک کرد. اسپکترهای اتومی خطی در ساحه قابل دید و ماورای بنفش اسپکتر مشاهده می شود. در صورتی که بالای شعله چراغ فلز سودیم و یا مرکبات آن علاوه گردد، در این صورت نور با خطوط موجی 590nm تشعشع نموده و شعله آن زرد رنگ می باشد. اگر در تیوب تخلیه گاز هایدروجن انداخته شود و توسط ولتاژ برقی تحریک گردد، در این صورت رنگ سرخ مایل به گلابی را در آن ملاحظه خواهیم کرد. اسپکتر جذبی را توسط عبور نور سفید از مواد به دست می آورند که شامل تمام طول موج در ساحه قابل دید می باشد. نوری دارای طول موج معین توسط مواد جذب شده و در این ساحه خطوط سیاه ظاهر می گردد. به خاطر مطالعه اسپکتر جذبی و خروجی، آله به نام اسپکتر متر (Spectro meter) به کار برده می شود.

مشاهدات و تحقیقاتی توسط اسپکتر متر نشان می دهد که اسپکتر Emission هایدروجن از چندین گروپ خطوط مسلسل تشکیل می گردد، این سلسله از خطوط به نام کاشفین شان مسمی می باشد؛ به طور مثال: سلسله بالمیر (Balmer ceriss) توسط عالمی به نام Balmer کشف گردید که در ساحه قابل دید اسپکتر به ملاحظه می رسد. هر قدر که سویه انرژی بلند می رود سویه های انرژی به هم نزدیک و بلاخره به شکل یک خط قرار میگیرند و یا به عبارت دیگر در هر یک از سلسلهها در نتیجه حرکت به سمت فریکونسی بلند اسپکتر ساحه خطوط

مجاور مواد به صورت کل تقلیل یافته و بالاخره با هم وصل گردیده و سپکتر مسلسل (Cantinum) را تولید می نماید.

شکل (1-6) الف - سپکتر اتوم هایدروجن ب- سلسله بالمر در سپکتر اتومی هایدروجن سلسله: ، L-Lyman ، B-Balmer ، Pa-Pachen ، Br-Bracket ، Pf-Pfond ، سلسله برکیت توسط سلسله پفوند و پوشن پوشانده شده است.

توجه نمایید

- 1- اگر الکترون ها از اقشار ($n = 2, 3, 4$) به قشر نزدیک هسته قشر اول منتقل گردد، انرژی آزاد شده از اتوم زیاد بوده و خواص اشعه X را دارا است و در ساحه مؤثرای بنفش به ملاحظه میرسد، این دسته را به نام لیمن یاد می نمایند، طول موج اشعه مذکور $1216 - 973 \text{ \AA}$ است.
- 2- اگر الکترون از اقشار ($n = 3, 4, 5, 6$) به قشر دوم منتقل گردد. انرژی نوری آن ضعیف بوده و خواص نور مرئی را دارا است که این دسته اشعه را به نام Balmyr یاد می نمایند طول موج اشعه مذکور بین $6563 \text{ \AA} - 410$ است.
- 3- اگر الکترون از سویه های انرژی بلند ($n = 4, 5, 6$) به سویه انرژیکی سوم انتقال نماید، انرژی نوری و شعاع منتشره آن ضعیف بوده و مشخصات آن نزدیک به شعاع ما تحت سرخ قرار دارد. این سلسله نوری را به نام Poshen یاد مینمایید و طول موج شعاع منتشره آن بین $17850 - 12820 \text{ \AA}$ قرار دارد.
- 4- بالاخره اگر انتقال الکترون از سویه بلند تر از $n = 4$ به سویه های انرژیکی چهارم صورت گیرد، انرژی منتشره اشعه نوری آن بسیار ضعیف بوده و مشخصات آن پایین تر از ساحه ما تحت سرخ ملاحظه می گردد، این دسته تشعشعات نوری را به نام سلسله Brackett، Pfund یاد می نمایند. مشخصات سلسله های مذکور در شکل (1 - 6) ملاحظه می گردد.

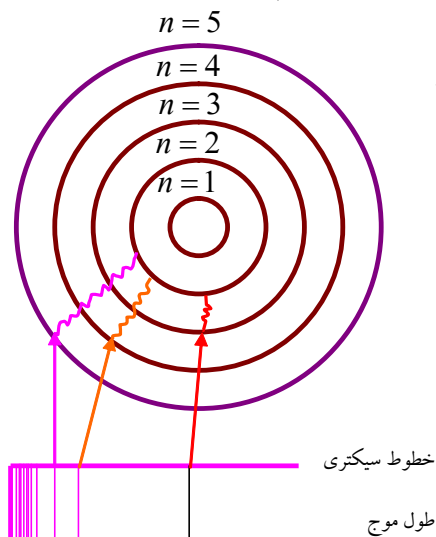
۴-۱: تیوری اتمی بور

تحقیقات بور در مورد ساختمان اتم که با تیوری کوانتمی پلانک استوار است، در ابتدا به موفقیت‌های زیاد نایل گردید؛ اما بعد از دوازده سال غیر مدلل ثابت گردید؛ لاکن موزلی (1889 - 1915) در تحقیقات خویش از فرضیه بور در ساختمان اتم استفاده به عمل آورد. نظریه بور در انتشار سپکتر اتم کمک نمود.

مطابق به تیوری پلانک انرژی کوانتایزیشن (Quantization) می‌گردد. برای توضیح مشخصات خطی سپکترها عالم دنمارکی به نام بور Boher در سال 1913 مدل اتمی را پیشنهاد کرد، این مدل بور به فرضیه کوانتی پلانک متکی بود، طبق تیوری پلانک: انرژی ممکنه که جذب و یا تشعشع می‌گردد، از قطعات معین متشکل است که به نام انرژی کوانتم (Quantum) یاد می‌شود.

۱- بور ابراز نظر نمود: انرژی الکترون متحرک به دور هسته اتم مشخص و معین بوده و این انرژی کوانتمی است، انرژی لازم الکترون‌ها برای حرکت معین در قشر (Orbite) اتم مربوط به شعاع آن در قشر معین است. (کوانتم کلمه لاتین بوده که معنا مقدار و یا کمیت را می‌رساند). الکترون‌های که درافشار دور تر از هسته حرکت می‌نمایند، انرژی بیشتر را نسبت به الکترون‌های متحرک به نزدیک هسته دارا اند، چون انرژی الکترون کوانتمی است، از این سبب شعاع اوربیت آن نیز کوانتمی می‌باشد. شعاع اوربیت‌ها می‌توانند، تنها قیمت‌های معین را دارا باشد.

۲- موقعی که الکترون‌ها در اوربیت مشخص به دور هسته اتم متحرک بوده باشد، نه انرژی



شکل (1 - 8) مدل اتمی بور.

کوانتمی را جذب و نه آزاد می‌سازد. در صورتی که الکترون از قشر نزدیک به هسته به قشر دور تر از هسته منتقل گردد، کوانت انرژی را جذب می‌نماید و بر عکس در صورتی که مقدار معین انرژی را آزاد نموده باشد، به قشر نزدیک هسته منتقل می‌گردد؛ اما به زودی کوانت انرژی جذب شده را آزاد و یا آزاد شده را دوباره جذب می‌نماید که این انرژی مساوی به تفاوت دو سویه انرژی است که از معادله بور محاسبه می‌گردد.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -RH \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

که در این فورمول RH ثابت رید برگ، اتم هایدروجن n_1 ، n_2 سویه انرژی اصلی است

قیمت ثابت ریدبرگ $2,18 \times 10^{-18} \text{ J}$ است. از جذب فوتون‌های نوری به قدر کافی و اضافه تر از آن در سپکتر جذبی خطوط سیاه مشاهده می‌شود: فریکونسی سپکتر خطی توسط عالمی به نام Redberg توضیح می‌گردد.

$$v = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

در معادله فوق v (نیو) فریکونسی، R ثابت ریدبرگ برای فریکونسی است که n_1 و n_2 اعداد تام کوانتی را افاده می‌کند. $R = 3.28 \cdot 10^{15} / \text{s}$

سوال: فریکونسی نور حاصله از یک الکترون اتوم هایدروجن تحریک شده وقتیکه از سویه انرژی سوم به سویه انرژی اول انتقال کند، چند است؟

حل:

$$v = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 3.28 \cdot 10^{15} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$v = 3.28 \cdot 10^{15} \left(\frac{9-1}{9} \right) = 3.28 \cdot 10^{15} \left(\frac{8}{9} \right) = 2.91 \cdot 10^{15} \text{ Cyal} \cdot \text{s}^{-1} = 2.91 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

طبق تیوری کوانتم انرژی فوتون عبارت از کوانت نور مقدار معین نور با فریکونسی v

بوده و مساوی به $h\nu$ می‌باشد، یعنی: $E = h\nu$

در معادل فوق h ثابت پلانک بوده که مساوی به $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$ است. اگر الکترون از اوربیت / اوربیتال (ساحه موجودیت الکترون) دارای انرژی E_1 به اوربیت دارای انرژی E_2 منتقل گردد، مقدار انرژی را جذب و یا آزاد می‌سازد. مقدار انرژی مذکور عبارت

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu \quad E_1 - E_2 = h\nu \quad \text{است از:}$$

معلومات اضافی

حالت حرکی ممکنه الکترون عبارت از همان حالتی است که مومنت مقدار حرکت زاویه وی آن را طبق قوانین حرکت دورانی یا زاویه وی مشخص می‌سازد. اندازه حرکت دایره وی مومنت مقدار حرکت آن بوده که عبارت از حاصل ضرب سرعت کتله و شعاع دایره ($P = mvr$) است، مومنت مقدار حرکت زاویه وی الکترون مساوی به مضروب صحیح تام بوده و ثابت می‌باشد. در این جا مضروب صحیح و تام $\frac{nh}{2\pi}$ نمبر کوانتم اصلی (n) است که قیمت‌های $1, 2, 3, \dots$ و غیره به خود اختیار می‌کند:

$$mvr = \frac{nh}{2\pi} \text{-----} 1$$

از نظریات بور میتوان دریافت کرد که الکترون به دور هسته اتوم تحت دوقوه حرکت می‌نماید و آن عبارت از قوه فرار از مرکز و قوه جذب یا دفع الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار می‌باشد.

$$F = \frac{mv^2}{r} \text{ --- 2} \quad \text{قوة فرار از مرکز}$$

$$F = \frac{kze^2}{r^2} \text{ --- 3} \quad \text{قوة جذب یا قوه دفعه کولمب}$$

چون طرف چپ معادله 2 و 3 باهم مساوی است، پس طرف راست آن‌ها نیز باهم مساوی می‌باشد.

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} \text{ --- 4}$$

در فورمول فوق m کتله و v سرعت الکترون بوده، Z چارج هسته و e چارج الکترون و r شعاع اتم را افاده می‌کند.

در معادله اول دو کمیت مجهول v و r موجود است، بر اساس حل معادلات درجه اول یک مجهوله، این کمیت مجهول را میتوان قرار ذیل در یافت کرد. قیمت r را از معادله 4 به دست آورده و در معادله 1 معامله می‌نماییم:

$$r^2 \frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} r^2$$

$$r mv^2 = kze^2$$

$$r = \frac{kze^2}{mv^2} \text{ --- 5}$$

$$mv \left(\frac{kze^2}{mv^2} \right) = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow \frac{kze^2}{v} = \frac{nh}{2\pi}$$

$$vnh = kze^2 \cdot 2\pi, \quad v = \frac{kze^2 \cdot 2\pi}{nh} \text{ --- 6} \quad \text{سرعت}$$

قیمت v را از معادله 6 در معادله 5 معامله نموده، r را به دست می‌آوریم.

$$r = \frac{kze^2}{m \left(\frac{kze^2}{nh} \right)^2}, \quad r = \frac{kze^2}{\frac{mk^2 z^2 e^2 e^2 \cdot 4\pi^2}{n^2 h^2}}, \quad r = \frac{kze^2}{1} = \frac{n^2 h^2}{mk^2 z^2 \cdot 4\pi^2 \cdot e^2 \cdot e^2 \cdot 4\pi^2}$$

$$r = \frac{n^2 h^2}{mkze^2 4\pi^2} \text{ --- 7} \quad \text{شعاع}$$

اگر انرژی حرکتی و پوتنشیال الکترون‌ها، یعنی $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ و $E_p = \frac{-kze^2}{r}$ باهم جمع نمایم، انرژی مجموعی الکترون قرار ذیل به دست می‌آید:

$$E = E_K + E_P = \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\frac{kze^2}{r}\right)$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{kze^2}{r} \text{-----8}$$

اگر اطراف معادله 4 را ضرب در $\frac{1}{2}r$ نمایم، در این صورت حاصل می شود که:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} \quad \text{یا}$$

$$\frac{1}{2} \frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{kze^2}{2r} \text{-----!}$$

حال قیمت $\frac{1}{2}mv^2$ را در معادله 8 معامله نموده، حاصل می شود که:

$$E = \frac{kze^2}{2r} - \frac{kze^2}{r}$$

$$E = \frac{kze^2 - 2kze^2}{2r} = \frac{-kze^2}{2r}$$

$$E = -\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{kze^2}{r}\right) \text{-----10}$$

قیمت r را از معادله 7 در معادله 10 معامله نموده، حاصل می شود که:

$$E = -\frac{1}{2} \frac{kze^2}{\frac{n^2 h^2}{mkze^2 4\pi^2}}$$

$$E = \frac{-1(-kze^2)}{2} \cdot \frac{mkze^2 4\pi^2}{n^2 h^2}$$

$$E = \frac{-(-k^2 z^2 e^4 \cdot 2\pi^2 \cdot m)}{n^2 h^2} \text{-----11}$$

انرژی برای کوانتم اصلی

سوال: قیمت انرژی برای کوانتم $n = 1$ اتوم هایدروجن را توسط معادله

$$E = \frac{-z^2 \cdot e^4 \cdot k^2 \cdot 2\pi^2 \cdot m}{n^2 \cdot h^2}$$

محاسبه کنید.

$$E = - \frac{(1)^2 (1,62 \cdot 10^{-19} \text{c})^4 (9 \cdot 10^9 \cdot \text{c})^2 \cdot (2)(3,14)^2 (9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg})}{(1)^2 (6,62 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s})^2}$$

$$= -2,18 \cdot 10^{-18} \text{J} = 2,18 \cdot 10^{-11} \text{erg}$$

فعالیت



به اساس معادله 6 دریافت گردیده است که سرعت الکترون اتوم هایدروجن $(n=1)$ مساوی 2200km/sec و به اساس معادل 7 محاسبه گردیده است که شعاع اتوم هایدروجن 0.053nm است $(n=1)$.
این عبارت درست است و یا غلط؟ در مورد فکر نموده و کمیت های فوق را به اساس محاسبه دریافت نماید.

توجه نمایید:



اگر مقدار برق یک کولمب و فاصله بین چارج ها 1m باشد، آن ها یک دیگر را به قوه $9 \cdot 10^9 \text{N}$ جذب و یا دفع می نمایند. بناً قیمت k قرار ذیل محاسبه می گردد:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K = \frac{F \cdot r^2}{q_1 \cdot q_2} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C} \cdot \text{C}} \Rightarrow k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

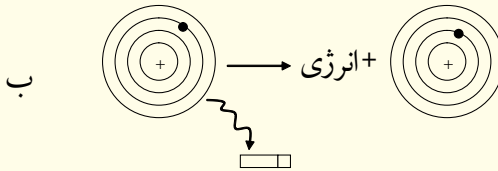
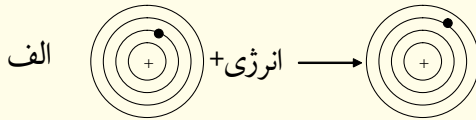
به توضیحات زیر توجه کنید

به اساس قاعده اول بور می توان سرعت حرکی الکترون را توضیح نمود و به اساس قاعده دوم می توان توضیح کرد که الکترون در یک قشر بدون اینکه انرژی را جذب و آزاد سازد. در حال حرکت موجی بوده و اگر به الکترون انرژی داده شود از قشر نزدیک به هسته به قشر دور تر از هسته منتقل گردیده و اگر انرژی الکترون کم ساخته شود، به قشر پایین و نزدیک به هسته سقوط نموده، لکن انرژی جذب شده را در مدت $10^{-10} - 10^{-8}$ ثانیه دوباره آزاد و یا انرژی آزاد شده را دوباره جذب نموده به موقعیت اصلی خود بازگشت می نماید و الکترون ها به مدارهای دایره وی به دور هسته در حال حرکت می باشند.

فعالیت



به شکل ذیل دقت نموده و در جملات بعد از شکل در زیر کلمات نامناسب خط



شکل (9-1) اتم‌ها با گرفتن و یا باختن الکترون‌ها

بکشید تا جملات درست گردد.

در شکل الف الکترون با (گرفتن انرژی / از دست دادن انرژی) سوئیۀ انرژی (بلند / پایین) منتقل گردیده است.

در شکل ب الکترون

با (گرفتن انرژی / از دست دادن انرژی) سوئیۀ انرژی (بلند / پایین) منتقل گردیده است.

معلومات اضافی



تیوری بور را عالمی به نام زومیر فیلد در سال 1916 انکشاف داد. وی نظر داده است که: هر یک از نمبرهای کوانتم انرژی اوربیت‌های کروی را معین ساخته و هم بعضی از اقشار بیضوی را نیز می‌توان به اساس همین نمبرهای کوانتم اصلی مسمی ساخت که به حرف n نشان داده شده، نمبرهای کوانتم دومی را نیز شامل ساخت که شکل بیضوی اقشار (مختلف المکز) را مشخص می‌سازد و آن را به l افاده کرد. راجع به تمام نمبرهای کوانتم معلومات ارائه خواهد شد.

فعالیت



الف - کمیت مقدار تغییر انرژی زمانی که یک الکترون از سوئیۀ انرژی اول

به دوم انتقال مینماید، چقدر است؟

ب - کمیت یا اندازه تغییرات انرژی موقعی که یک الکترون از سوئیۀ دوم به سوئیۀ

اول سقوط می‌نماید، چقدر خواهد بود؟

این تیوری‌ها راجع به ساختمان الکترونی اتموم معلومات لازمۀ را ارائه کرده نمی‌توانست، از این سبب تیوری‌های دیگر به وجود آمد که در صفحات بعدی مطالعه می‌گردد.

1 - 5: تیوری معاصر اتمی (میخانیک کوانتمی)

ممکن حیرت انگیز باشد این که: (نظریه بور باوجود موفقیت‌های خویش بعد از زمان ده سال انتشار آن رد گردید) گرچه نظر بور توانست سپکتر اتم‌های یک الکترونی را توضیح نمایند؛ اما به توضیح سپکتر اتم‌های چندین الکترونی قادر نبود. در سال‌های 1920-1930 در فزیک نظری دو پرسش به میان آمد:

- 1- سؤال اول مربوط به دو نظر مختلف در مورد طبیعت نور (نظریه موجی و طبیعت فوتونی نور) بود.
 - 2- سؤال دوم عبارت از پدیده کوانتمی مقدار معین نور و انرژی که باید آن را به صورت یک مسأله فراموش شده میخانیک نیوتن دخیل ساخت.
- بنابر همین علت بود که تیوری میخانیک جدید و معاصر ایجاد گردد: مطابق به این تیوری: نور خواص موجی را دارا بوده و هم خواص ذره وی را دارا است.

طبیعت موجی و ذره وی

اولین کسی که در مورد میخانیک موجی معاصر قدم مثبت نهاد، در سال 1924م عالمی به نام دی - بروگلی (De-Broglie) بود. در زمان‌های سابق علما نظر داشته اند که تشعشعات الکترومقناطیسی عبارت از پدیده‌های موجی مطلق است (با وجودی که انشتاین خاطر نشان ساخته بود «در بعضی تجارب آن موج‌های الکترومقناطیسی خاصیت ذره وی یا فوتونی را از خود نشان می دهند»).

متوجه باشید



پدیده‌های موجی عبارت از انکسار و تداخل میکروذرات است و به خاطر آموزش تاثیر این دو پدیده لازم است تا طول موج نسبت داده شده به هر ذره را آموخت.



نصف طول موج اولی



نصف طول موج دومی



نصف طول موج سومی

شکل (1 - 10) تصویر سیستمی در حال اهتزاز.

دی-بروگلی با در نظر داشت معادلات انرژیکی انشتاین و فورمول پلانک طول موج فوتونها را قرار ذیل بدست آورد:

$$E = h \cdot \nu \quad , \quad \nu = \frac{E}{h} \quad \text{یا} \quad \frac{E}{h} = \frac{C}{\lambda} \rightarrow \frac{E}{C} = \frac{h}{\lambda}$$

از نظر تیوری نسبیت انشتاین می توان رابطه بین مقدار حرکت نور، سرعت و انرژی را طبق معادلات ذیل محاسبه کرد:

$$E = mC^2 \quad \frac{E}{C} = mC$$

چون مومنت مقدار حرکت عبارت از حاصل ضرب کتله و سرعت است، یعنی:

$$P = mc$$

از این جا $p = \frac{E}{C}$ نیز بوده و در این صورت می توان تحریر کرد که:

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{E}{C} = p = m \cdot v$$

مقدار حرکت یک ذره با کتله m و سرعت v عبارت از $p = mv$ است، پس:

$$\frac{h}{\lambda} = mv \quad \square = \frac{h}{mv}$$

معادلهٔ اخیر رابطه بین کتله، طول موج و سرعت را افاده می‌کند.

تمام ذرات دارای مومنت مقدار حرکت $p = mv$ بوده و طول موج شان توسط فورمول

$$\square = \frac{h}{mv}$$

محاسبه شده می تواند.

سوال: طول موج رادیو را که فریکوینسی آن $\nu = 102,5 \text{ MHz}$ است دریافت کنید؟

حل:

$$\nu = \frac{C}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{C}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{102,5 \cdot 10^6 \text{ HZ}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 10^{-6}}{102,5 / \text{s}} = 2,9 \text{ m}$$

فعالیت



در جدول ذیل بعضی مشخصات ذرات ارایه گردیده است، طول موج ذرات مذکور نیز به اساس فورمول فوق دریافت و در جدول درج شده است، شما بعد از محاسبه نتایج را به دست آورده و با نتایج درج شده در جدول مذکور مقایسه کنید.

جدول، فعالیت

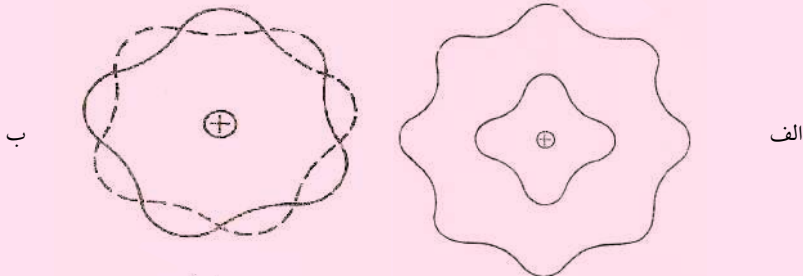
ذرات	كتله به گرام	سرعت $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$	طول موج انگستروم	نتایج دریافت شده شاگردان
الکترون 300k	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$1,2 \cdot 10^7$	61 \AA	
الکترون با انرژی 1ev	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$5,9 \cdot 10^7$	12 \AA	
الکترون با انرژی 100ev	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$5,9 \cdot 10^7$	$1,2 \text{ \AA}$	
اتوم هلیوم، 300k	$6,6 \cdot 10^{-24}$	$1,4 \cdot 10^5$	$0,1 \text{ \AA}$	
اتوم 300k،	$2,2 \cdot 10^{-22}$	$2,4 \cdot 10^4$	$0,12 \text{ \AA}$	

به هر اندازه که کتله و سرعت ذره زیاد باشد، به همان اندازه طول موج آن کوتاه است؛ بنابراین زمانی که یک دسته الکترون به یک جسم کریستالی برخورد می نماید، دوباره منکسر گردیده و یا بازگشت می نماید.

توجه نمایید



تأثیر ذرات کوچک (فوتون ها، الکترون ها، نیوترون ها... و غیره) دارای طبیعت دو گانه بوده، در بعضی از آزمایشات خواص ذره وی و در بعضی آزمایشات دیگر خواص موجی آن ها آشکار می گردد؛ پس ذرات کوچک دارای خواص ذره وی و موجی «هر دو» می باشند.

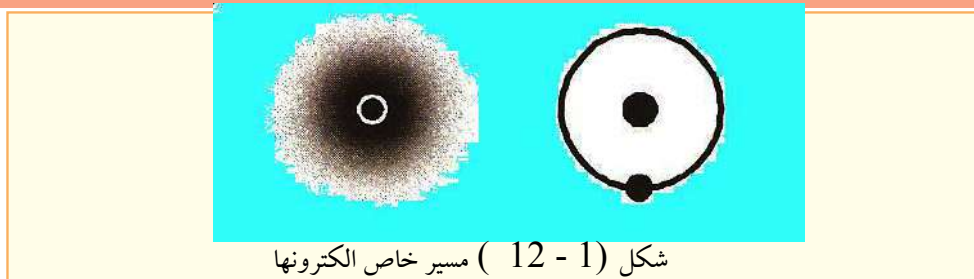


شکل (1 - 11) طبیعت موجی الکترون

فعالیت



کدام یکی از اشکال ذیل برای الکترون مسیر خاصی را مشخص ساخته و کدام یک مسیر خاصی را مشخص نمی سازد؟



شکل (1 - 12) مسیر خاص الکترونها

نمبرهای کوانتمی چهارگانه به شکل یک نتیجه ریاضیکی خود را تبارز داده، وضعیت و انرژی الکترونی اتومها را مشخص می‌سازد،

1 - نمبر کوانتم اصلی (The principle Quantum Number)

نمبر کوانتم اصلی جسامت ابر الکترونی، شعاع اتوم و انرژی الکترونها را نظر به هسته یعنی سطح انرژیکی الکترون هارا نظر به هسته مشخص می‌سازد که قیمت‌های کاملاً معین اعداد تام طبیعی (1,2,3,4,5,6,7...n) را به خود اختیار کرده می‌تواند و به n نشان داده می‌شود.

هر قدر که قیمت n کوچک باشد، به همان اندازه الکترون کم ترین انرژی را دارا بوده و به هسته نزدیک می‌باشد، نمبر کوانتم اصلی نسبت به دیگر نمبرهای کوانتم مهم بوده؛ زیرا که کمیت انرژی الکترون اتوم هایدروجن و دیگر اتومها را افاده کرده و توسط فورمول ذیل محاسبه شده می‌تواند که در آن n نیز شامل است:

$$E = \frac{-2\pi^2 \cdot m \cdot e^4 Z^2 \cdot k^2}{n^2 h^2}$$

2 - نمبر کوانتم فرعی یا حرکت زاویوی: مطابق به نظریه بور یک مدار اصلی یا قشر الکترونی عبارت از دوره دایره وی حالت استثنای گردش الکترون به دوره هسته است و حالت عمومی عبارت از بیضوی بوده که هسته در یکی از محراق‌های آن قرار دارد. در یک مدار بیضوی شکل، سرعت الکترون ثابت و معین نه بوده، انرژی حرکتی آن در تغییر است و در این تغییرات انرژی کوانتمی بوده؛ بنابر این برای الکترون تنها بعضی از مدارهای بیضوی استثنایی مجاز است، بدین ترتیب دومین نمبر کوانتم اندازه حرکت زاویوی و یا مومننت مقدار حرکت زاویه وی را افاده می‌کند و به l نشان داده می‌شود و ضریب بیضوی بودن مدار را تعیین می‌نماید.

چون الکترون دارای مقدار حرکت دورانی بوده؛ بنابر آن حتماً دارای انرژی حرکتی حاصله از حرکت دورانی است پس مومننت مقدار حرکت (p=mv) محدود بوده و مساوی به مجموع انرژی الکترون است؛ به این اساس حیرت انگیز نه خواهد بود، اگر نظریه مقدار مومننت حرکت زاویه وی الکترون با مومننت مقدار حرکت اوربیتالی (l) را منحصر به مقدار

n دانسته شود، تیوری نظری و تجربی نشان می‌دهد که l میتواند تمام قیمت‌های اعداد تام بین صفر و $n-1$ به شمول صفر و $n-1$ را به خود اختیار نمایند:

$$l = 0 \dots n-1$$

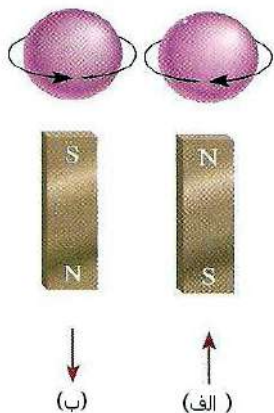
اگر $n=1$ باشد، l دارای یک قیمت بوده و آن صفر است. در صورتی که $n=2$ باشد، l نیز دارای دو قیمت بوده و آن 0 و 1 است..... و اگر $n=5$ باشد، l نیز دارای 5 قیمت بوده و آن عبارت، 0, 1, 2, 3, 4 است.

3 - نمبر کوانتم مقناطیسی: حرکت زاویه وی یا مومنت مقدار حرکت دورانی یک الکترون را در هر اتم می‌توان به جریان برق سیستم دایره وی که در آن جریان دارد، تشبه نمود. چون جریان برق در داخل حلقه به وجود می‌آید و ساحه مقناطیسی را در داخل حلقه تولید می‌کند از این سبب گفته می‌توانیم که تحریک الکترون در یک مدار دایره وی نیز ساحه مقناطیسی را تولید می‌کند که نمبر کوانتم مقناطیسی ml آنرا مشخص می‌سازد، از طرف دیگر ml از مقدار مومنت حرکت زاویه وی حاصل می‌گردد، لذا مقدار آن مربوط به قیمت نمبر کوانتم اوربیتالی یا فرعی می‌باشد، تیوری و عمل توضیح می‌نمایند که ml میتواند تمام قیمت‌های عددی تام بین صفر و $+l$ و صفر، $-l$ را به شمول صفر $+l$ و $-l$ اختیار نماید و تعداد قیمت‌های ml عبارت از $ml = 2l + 1$ است که مقدار این قیمت‌های ml تعداد اوربیتال‌ها را در سویه فرعی نیز افاده می‌کند:

$$ml = +l \dots 0 \dots -l$$

4 - نمبر کوانتم اسپین: الکترون علاوه بر تشکیل ساحه مقناطیسی حاصله از حرکت دورانی خود مشابه به مقناطیسی کوچک عمل نموده، به این اساس گفته می‌توانیم که الکترون دارای $spin$ بوده و کلمه $spin$ به معنی چرخش می‌باشد و عبارت از مقدار

حرکت دورانی یک ذره به دور محور خودش است، این مقدار برای ذرات اساسی کاملاً مشخص و معین است الکترون، پروتون و نیوترون دارای قیمت $spin = \pm \frac{1}{2}$ است.



شکل (1-13): شکل اسپین الکترونها

توجه نمایید



چون قیمت ml را l مشخص می‌سازد؛ بنابراین روابط خاصی بین ml ، l ، و n باید موجود باشد؛ به طور مثال: پایین‌ترین سوپه انرژی اتم هایدروجن در حالت اساسی و ثابت یعنی، $ml = 0, l = 0, n = 1$ بوده که یک قیمت را به خود گرفته می‌تواند؛ به همین ترتیب قیمت‌های l تعیین‌کننده قیمت ml بوده، طوری که پیش از این یاد آوری گردید، قیمت $ml = 2l + 1$ است، یعنی:

$$ml = 2l + 1$$

$$l = 0$$

$$ml = 2 \cdot 0 + 1 = 1$$

$$ml = +1 \text{ --- } 0 \text{ --- } -1$$

$$ml = 0$$

بالاخره به هر قیمت n ، l ، ml قیمت spin عبارت از $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ است
 $S = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

اگر $l = 1$ باشد ml دارای سه قیمت بوده و آن‌ها عبارت از $+1, 0, -1$ است.
 $l = 1$

$$ml = 2l + 1 \Rightarrow ml = 2 \cdot 1 + 1 = 3$$

$$ml = +1 \text{ --- } 0 \text{ --- } -1$$

$$ml = +1, 0, -1 \Rightarrow ml = +1 \text{ --- } 0 \text{ --- } -1$$

برای آموزش بیشتر شما

Orbital کلمه لاتین بوده و به معنی لانه یا آشیانه است، در این جا نیز به همین مفهوم به کار رفته و عبارت از آن قسمت اطراف هسته اتم است که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است. احتمال آن موجود است که الکترون در یک لحظه زمانی خارج از حدود این ساحه فضای هسته قرار داشته باشد که 5% را احتوا می‌کند.

اقشار اصلی و فرعی

با هر نمبر کوانتم اصلی سوپه انرژی اصلی معین مطابقت داشته که این سوپه‌های اصلی به حروف بزرگ نشان داده می‌شود (قرار ذیل):

n =	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q

فعالیت



با در نظر داشت مدل بور سلسله

n =	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q

با هر نمبر کوانتم فرعی سوپه انرژیکی فرعی معین مطابقت دارد، این سوپه‌های فرعی

را به حروف قرار ذیل افاده می‌کند.

نمبر کوانتم فرعی	0	1	2	3	4
سوپه انرژیکی فرعی	s	p	d	f	g

تعداد اوربیتال‌های هر سوپه فرعی به قیمت ml مربوطه آن مطابقت داشته و حداعظمی گنجایش الکترون در یک اوربیتال صرف دو عدد با سپین مخالف جهت است. اگر چرخش الکترون به دور محور خودش مطابق به عقربه ساعت بوده باشد، قیمت سپین آن $-\frac{1}{2}$ بوده و در صورتی که مخالف با عقربه ساعت چرخش نماید، قیمت سپین آن $+\frac{1}{2}$ است.

اوربیتال‌ها را به صندوقچه نشان می‌دهند. تعداد اوربیتال‌ها در هر سوپه انرژیکی اصلی

به n^2 مطابقت داشته و تعداد اعظمی الکترون‌ها در آن‌ها به $2n^2$ مطابقت دارد.

فعالیت



جاهای خالی جدول ذیل را تکمیل نمایید.

اقشار	نمبر کوانتم اصلی (n)	$2n^2$	تعداد مجموعی الکترونها
K	n=1	$2(1)^2$	2
L	n=2	-----	-----
M	n=3	-----	-----
N	n=4	-----	-----
O	n=5	-----	-----

حالت انرژیکی الکترون‌ها را به اعداد و حروف نشان می‌دهند، طوری که نمبر کوانتم اصلی آن‌ها را به عدد افاده نموده و این عدد را به طرف چپ حرفی تحریر می‌نمایند که سوپه انرژیکی فرعی را نشان می‌دهد و به یک نمبر کوانتم فرعی معین مطابقت دارد؛ به طور مثال: $3p$ نشان می‌دهد که الکترون در سوپه اصلی سوم به سوپه فرعی p قرار داشته

و شکل ابر الکترونی آن مانند « دمبل » می باشد . شکل ابر الکترونی اوربیتال s کروی بوده و شکل ابر الکترونی اوربیتال ها d و f مغلق است که مانند برگ های گل صد برگ و یا مرسل بالای همدیگر قرار دارند .

جدول ذیل ترتیب نمبر کوانتم چهار گانه و اوربیتال های آن ها را افاده می کند :
جدول (1 - 3) ترتیب نمبرهای کوانتم چهار گانه و اوربیتال های آن ها:

نمبرهای چهار گانه				حالت انرژی	تعداد اوربیتال	تعداد الکترون	$n+l$
n	l	ml	s				
1	0	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	s	1	2	1
2	0	0	// //	s	1	2	2
	1	+1 0 -1	// //	p	3	6	3
3	0	0	// //	s	1	2	3
	1	+1,0,-1	// //	p	3	6	4
	2	+2,+1,0,-1,-2	// //	d	5	10	5
4	0	0	// //	s	1	2	4
	1	+1,0,-1	// //	p	3	6	5
	2	+2,+1,0,-1,-2	// //	d	5	10	6
	3	+3,+2,+1,0,-1,-2,-3	// //	f	7	14	7

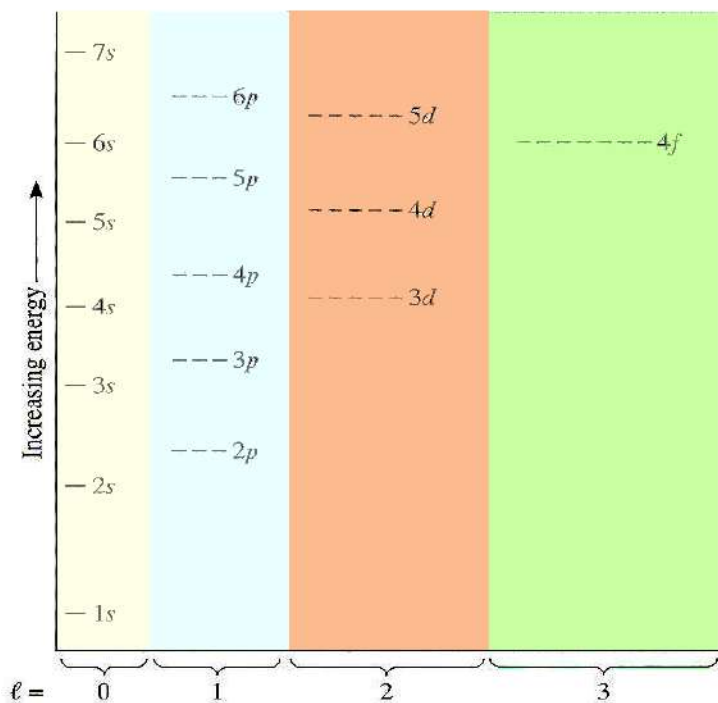
فعالیت



اگر $n=5$ باشد قیمت های ممکنه l, ml, s ، حالت انرژی، تعداد اوربیتال، تعداد الکترون و $n+l$ قشر (5) را در یافت و در یک جدول ترتیب نماید.

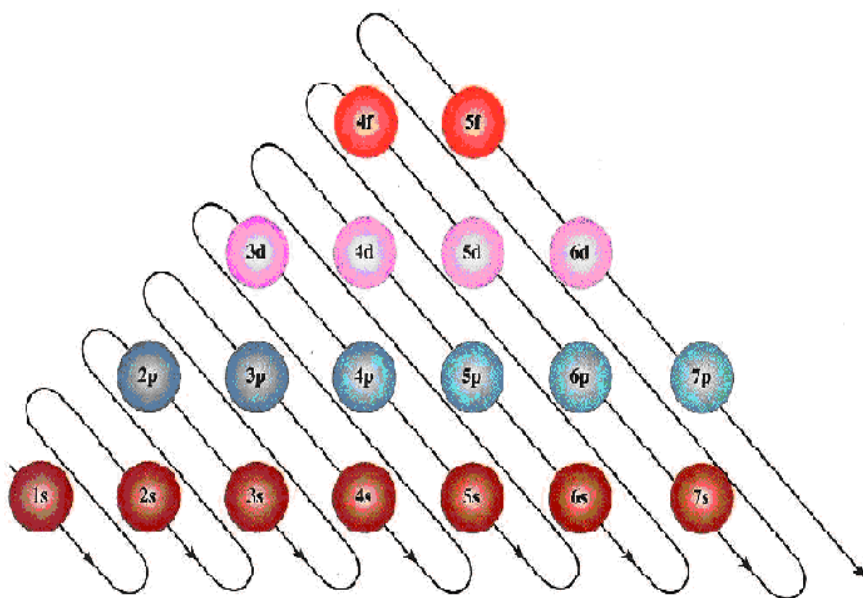
6- 1 : ساختمان الکترونی اتم های چندین الکترونی پر شدن اوربیتال های سوبه های انرژی توسط الکترون ها

الکترون ها اولاً اوربیتال های آن سوبه های انرژی را اشغال می نمایند که در سطح پایین انرژی قرار داشته و به هسته نزدیک باشند . در این مورد قواعد و پرنسیب های زیاد موجود است که این قواعد با گراف های مربوطه قرار ذیل توضیح می گردد.



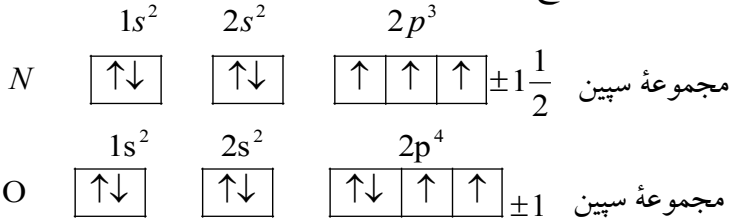
شکل (1-7) گراف سویه انرژی اوربیتال‌ها:

به اساس سلسله ذیل نیز می توان تقسیمات الکترون‌ها را در اوربیتال‌های سویه‌های انرژی تقسیمات کرد:



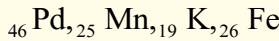
قاعده هوند (Hunds Rule)

الکترون‌ها اوربیتال عین سوویه فرعی را طوری اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی Spin آنها اعظمی باشد، یا به عباره دیگر الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های سوویه فرعی را به شکل طاقه با Spin هم جهت پر نموده، در صورتی که الکترون‌های اضافی موجود باشد، جوره شدن آنها با Spin مخالف جهت آغاز می‌گردد؛ به طور مثال: در نایتروجن و اکسیجن این مطلب توضیح می‌گردد:



فعالیت

ساختمان الکترونی عناصر ذیل را با اوربیتال‌های آنها تحریر و مجموعه سپین آنها را دریافت نماید.



قاعده کلچکوفسکی (Klechkows Skyis Rule)

در بعضی از اتوم‌های عناصر پر شدن سوویه‌های الکترونی توسط الکترون‌ها طوری عملی می‌گردد که هنوز پر شدن سوویه قبلی و اوربیتال آنها توسط الکترون‌ها صورت نه گرفته، الکترون‌ها اوربیتال‌های سوویه انرژیکی بعدی را اشغال مینمایند، به طور مثال: اوربیتال 4s زمانی توسط الکترون‌ها پر می‌گردد که هنوز 3d توسط الکترون‌ها اشغال نه گردیده است. به همین ترتیب 5s قبل از 4d و 5p و هم 6s قبل از 4f و 5d توسط الکترون‌ها اشغال می‌گردد. در این مورد کلچکوفسکی قاعده را وضع نمود که قرار ذیل است:

الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن سوویه انرژیکی را اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی نمبر کوانتم اصلی n و فرعی l (n+l) آنها کوچک باشد، در صورتی که (n+l) دو سوویه با هم مساوی باشد، در این صورت الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن سوویه انرژیکی را اشغال مینمایند که قیمت عددی n آن کوچک باشد یعنی (l ≤ n-1) رعایت می‌کرد. سلسله ذیل را ملاحظه نمایید.

1s	2s	2p	3s	3p	4s	3d	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d	6p	سوویه انرژیکی
1	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	n+l

فعالیت اول



ساختمان الکترونی و اوربیتالی اتوم‌های عناصر ذیل را به اساس قاعده کلچکوفسکی
تحریر و ترتیب نماید :



فعالیت دوم :



جاهای خالی جدول ذیل را با اعداد مناسب پر نماید .

عنصر	تعداد الکترون ها	ساختمان الکترونی		
		سویۀ اول	سویۀ دوم	سویۀ سوم
H		1	|||||	|||||
He	2	2	|||||	|||||
Li		2	1	|||||
C	6	2	2	|||||
Ne	10		8	|||||
Mg	12	2	8	2
S	16	2	8	
Ar	18	2		8



خلاصه فصل اول

- * در سال‌های 400 ق م عالمی به نام دیموکراتس ابراز نمود: مواد را میتوان به چنان ذرات کوچک تقسیم کرد که دیگر امکان تقسیم آن موجود نباشد، موصوف این ذرات را به نام اتوم یاد کرد. اتوم کلمه یونانی بوده که از tom (تقسیم) و A (نفی) گرفته شده است.
- * در سال 1808 دالتون تیوری اتمی را بنیان گذاشت، طبق این تیوری مواد از ذرات کوچک به نام اتوم‌ها ساخته شده است.
- تیوری جدید اتمی ارائه می‌دارد این‌که:
- * اتوم‌ها ذرات کوچک اند که توسط وسایل سادهٔ کیمیاوی تجزیه نه شده و مجموعه‌ی از اتوم‌های که دارای عین چارج هسته باشند، به نام عنصر کیمیاوی یاد می‌شوند.
- * اتوم‌ها به طور دائمی در حال حرکت بوده، با ازدیاد حرارت، سرعت حرکت آن‌ها زیاد می‌گردد و این حرکت سبب تعامل آن‌ها با هم دیگر می‌گردد.
- * اتوم‌های عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق دارد.
- * اتوم‌های عناصر از دو قسمت ساخته شده است که عبارت از هسته و قشر الکترونی می‌باشد
- تامسن به اساس تجارب الکترونها را در اتوم کشف کرد.
- * رادر فوررد به اساس تحقیقات چارج و کتلهٔ هستهٔ اتوم را محاسبه نموده و دریافت کرد که در هستهٔ اتوم ذرات چارج دار مثبت موجود است، موصوف این ذرات را به نام پروتون‌ها یاد کرد.
- * چادویک نیوترون‌ها را در هستهٔ اتوم کشف کرد، موصوف طبق معادلهٔ هستوی ذیل، نیوترون‌ها را به دست آورد.



* مجموعهٔ پروتون‌ها و نیوترون‌ها را به نام نوکلئون یاد نموده اند.

* سرعت الکترون‌ها را میتوان توسط فورمول $v = \frac{kze^2 2\pi}{nh}$ محاسبه کرد و به اساس فورمول

$$r = \frac{n^2 h^2}{mkze^2 4\pi^2}$$

می‌توان شعاع اتوم را به دست آورد.

* طول موج الکترون را می‌توان به اساس فورمول دی - بروگلی قرار ذیل به دست آورد.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

* وضعیت و حالت الکترون‌ها را می‌توان به اساس چهار نمبر کوانتم مشخص کرد.

1 - نمبر کوانتم اصلی: این نمبر کوانتم جسامت ابر الکترونی، شعاع اتوم و سویه انرژی الکترونها را نظر به هسته در اقصا مختلف نشان می‌دهد.

2 - نمبر کوانتم فرعی: این نمبر کوانتم وضعیت الکترون‌ها را به دور هسته اتوم در کواردینات‌ها مشخص می‌سازد. و قیمت‌های کاملاً معین اعداد تام بین، صفر و $n-1$ را به خود اختیار می‌نماید.

3 - نمبر کوانتم مقناطیسی: این نمبر کوانتم وضعیت و خاصیت مقناطیسی الکترون‌ها را به دور هسته اتوم نشان می‌دهد و تعداد قیمت‌های $ml = 2l + 1$ را دارا بوده و این قیمت‌ها عبارت از اعداد تام بین صفر و l و $0, -l, \dots, -l$ قرار دارد.

تحریک الکترون‌ها در مدارهای دایره وی ساحة مقناطیسی را تولید می‌نماید که نمبر کوانتم مقناطیسی آن را مشخص می‌سازد.

4 - نمبر کوانتم اسپین: اسپین (Spin) کلمه لاتین بوده و به معنی چرخش است، درین جا نیز به همین مفهوم به کار رفته و چرخش الکترون‌ها را به دور محور خود شان افاده میکنند. چرخش الکترون‌ها را به دور محور خود شان نمبر کوانتمی را مشخص می‌سازد که به نام نمبر کوانتم اسپین یاد شده و برای مایکرو ذرات قیمت‌های $-\frac{1}{2}$ و $+\frac{1}{2}$ را به خود اختیار می‌نماید.

* اوربیتال (Orbital): کلمه لاتین بوده و به معنای لانه می‌باشد که درین جانیز به همین مفهوم به کار رفته و عبارت از آن قسمت فضای اطراف اتوم است که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است.

* قاعده پاولی: در یک اتوم دو الکترون نمی‌توانند که چهار نمبر کوانتم یک سان را دارا باشند.

* قاعده هوند: الکترون‌ها اوربیتال‌های عین سویه‌های انرژی فرعی را طوری اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی اسپین آن‌ها اعظمی باشد.

* قاعده کلچکوفسکی: الکترونها اولاً اوربیتال‌های آن سویه‌های انرژیکی را اشغال می‌نمایند که مجموعه قیمت‌های عددی نمبرهای کوانتم اصلی (n) و نمبر کوانتم فرعی (l) آن ($n+l$) کوچک باشد. در صورتی که ($n+l$) دویا چند سویه با هم مساوی باشد، درین صورت اوربیتال‌های آن سویه توسط الکترونها اشغال می‌گردد که قیمت n آن کوچک باشد.

سوالات فصل اول

سوالات چهار جوابه: برای هر سؤال چهار جواب داده شده است که یکی آن درست است، شما درست آنرا انتخاب نمایید.

- ذره کوچک یک ماده را برای اولین بار کدام عالم به نام اتوم یاد کرد؟
الف - دالتن ب - دیموکرات ج - ارسطو د - رادر فورد
- کلمه اتوم از کدام کلمات ذیل اشتقاق یافته است؟
الف - Tom (تقسیم) ب - A (نفی) ج - الف و ب هر دو درست است د - هیچکدام
- بنیان گذار تیوری اتومی کدام یکی از علمای ذیل است؟
الف - ارسطو ب - دیموکرات ج - رادر فورد د - تامسن
- کاشف هسته و مشخصات هسته اتوم کدام یکی از علمای ذیل است؟
الف - موزلی ب - چادویک ج - رادر فورد د - سودی
- به اساس کدام فورمول‌ها می‌توان سرعت الکترون را به دور هسته اتوم محاسبه کرد؟
الف - $v = \frac{kze2\pi}{nh}$ ، ب - $V = \frac{h}{mv}$ ، ج - $V = \frac{nh}{mKze^2 4\pi^2}$ ، د - هیچکدام
- اگر $n=3$ باشد، قیمت‌های l عبارت اند از:
الف - سه قیمت ب - دو قیمت ج - یک قیمت د - تماماً غلط است.
- عنصری دارای نمبر اتومی 26 دارای کدام مجموعه قیمت‌های عددی اسپین است؟
الف - $-\frac{1}{2}$ ، $+\frac{1}{2}$ ب - 2 ج - 3 د - 1
- اگر $l=3$ باشد، قیمت‌های ml عبارت از ----- است
الف - سه قیمت ب - دو قیمت ج - هفت قیمت د - قیمت به I ارتباط ندارد

- 9 - طول موج لکترون را توسط کدام فورمول‌های ذیل می‌توان در یافت کرد؟
 الف - $\lambda = \frac{Kze^2\pi}{nh}$ ب - $\lambda = \frac{h}{mv}$ ج - $\lambda = \frac{nh}{mKze^2 4\pi^2}$ د - تماماً
- 10 - پروتونها کدام نوع ذرات اتوم اند؟

الف - ذره منفی ب - ذره مثبت، ج - ذره خنثی، د - ذره چارج دار مثبت و منفی

سوالات صحیح و غلط: جملات صحیح ذیل را به (ص) و غلط ذیل را به (غ) نشانی کنید.

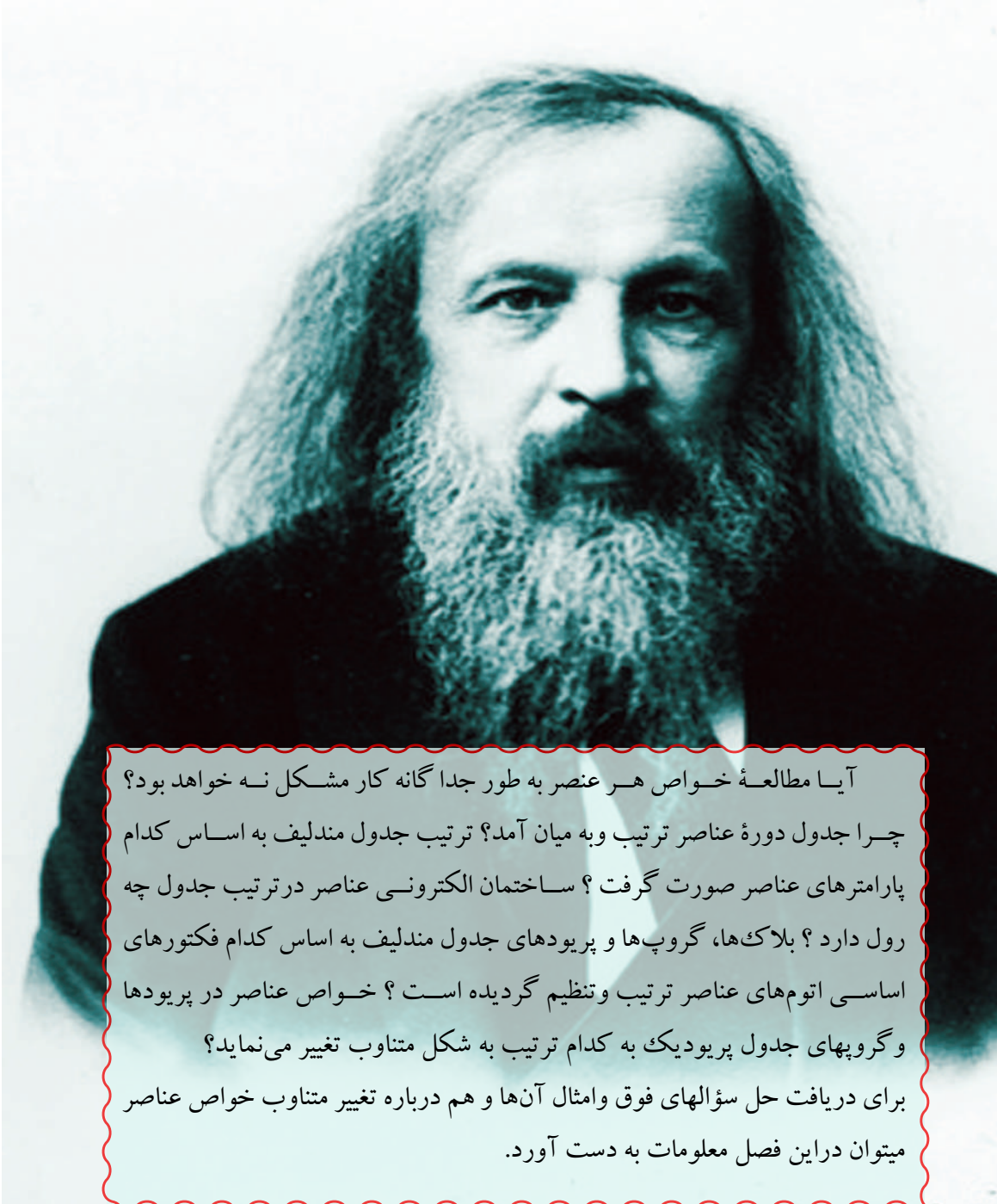
- 1- مواد از ذرات کوچک به نام اتوم‌ها ساخته شده است. ()
- 2- تامسن در تحقیقات خویش نسبت چارج را بر کتله مواد ($\frac{e}{m}$) دریافت نمود که کمیت $1.76 \frac{C}{kg}$ را بدست آورد. ()
- 3- چادویک (Chadwick) در سال 1932 در نتیجه تعاملات هستوی پروتون را کشف کرد، ()
- 4- در یک اتوم دو الکترون می‌توانند که چهار نمبر کوانتم یک سان را دارا باشند ()
- 5- طبق تیوری کوانتم انرژی فوتون عبارت از کوانت نور با فریکونسی ν بوده و می‌باشد. ()
- 6- مطابق به تیوری پلانک انرژی کوانتایزیشن (Quantization) می‌گردد. ()
- 7- اتوم‌های عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق ندارند. ()
- 8- آن قسمت فضای اطراف اتوم که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است به نام اوربیتال یاد می‌گردد. ()
- 9- نمبر کوانتم اصلی وضعیت الکترون‌ها را به دور هسته اتوم در کواردینات مشخص می‌سازد ()

سوالات تشریحی:

- 1 - ثبوت نمایید که $\lambda = \frac{h}{mv}$ است .
- 2 - نمبر کوانتم اصلی را مختصراً توضیح نمایید
- 3 - ثبوت کنید که $r = \frac{n^2 h^2}{mkze^2 4\pi^2}$ است .
- 4 - اگر نمبر اتمی یک عنصر 82 باشد، ساختمان الکترونی آن را تحریر و موقعیت عنصر را در پریود و گروپ مشخص سازید .
- 5 - طول موج الکترون اتم هایدروجن را محاسبه نمایید، در صورتی که سرعت آن $V = 2200 \text{ km/sec}$ باشد . ($n=1$)

فصل دوم

ترتیب الکترونی و خواص دوره یی عناصر

A portrait of Dmitri Mendeleev, the Russian chemist, with long hair and a full beard, wearing a dark suit and a white shirt with a tie. The portrait is centered on the page.

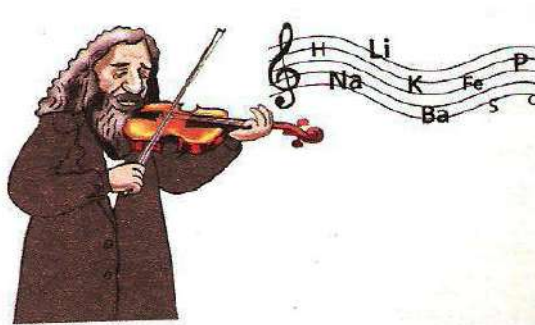
آیا مطالعه خواص هر عنصر به طور جداگانه کار مشکل نه خواهد بود؟ چرا جدول دوره عناصر ترتیب وبه میان آمد؟ ترتیب جدول مندلیف به اساس کدام پارامترهای عناصر صورت گرفت؟ ساختمان الکترونی عناصر در ترتیب جدول چه رول دارد؟ بلاکها، گروپها و پریودهای جدول مندلیف به اساس کدام فکتورهای اساسی اتومهای عناصر ترتیب وتنظیم گردیده است؟ خواص عناصر در پریودها و گروپهای جدول پریودیک به کدام ترتیب به شکل متناوب تغییر می نماید؟ برای دریافت حل سؤالهای فوق وامثال آنها و هم درباره تغییر متناوب خواص عناصر میتوان دراین فصل معلومات به دست آورد.

2-1: تاریخچه ساختمان سیستم پرودیک

در طبیعت 92 عنصر طبیعی و متباقی مصنوعی بوده که توسط انسان‌ها کشف گردیده است، دانستن خواص و مشخصات عناصر به طور جداگانه کار مشکل است، از این سبب علمای کیمیا سعی به عمل آورده اند تا این عناصر را طوری در یک جدول واحد تنظیم نمایند که با دانستن خواص یکی از آن‌ها، خواص عده دیگر آن‌ها را نیز دانسته باشند.

در سال 1865 کیمیادان انگلیسی به نام نیولندز (Newlands) عناصر کشف شده ز مان خویش را به اساس ازدیاد متناوب کتله اتمی نسبتی شان در قطارهای افقی ترتیب کرد و درین صورت دیده شد که عنصر نمبر هشتم تحت عنصر شماره اول که مشابه آن است قرار گرفته و به همین ترتیب عنصر شماره نهم تحت عنصر شماره دوم و غیره قرار گرفت. در این صورت عناصر مشابه را در یک ستون عمودی قرار داد (که فعلاً این سیستم به نام اوکتای نیولندز یاد می‌گردد). جدول آن قرار ذیل است:

جدول (2-1) اوکتای نیولندز



1	2	3	4	5	6	7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

نیولندز اوکتای کیمیاوی خود را با اوکتایهای موزیک مقایسه نمود و آن را به نام قانونمندی توضیح شده قانون (Octave) یاد نمود. مقایسه نیولندز غیر مدلل و نا موفق دریافت گردید و از تیوری عالم مذکور صرف نظر گردید.

در سال 1869 عالم روسی D.M. Mendeleev مفکوره مشابه را پیشنهاد کرد، موصوف نیز عناصر کشف شده زمان خود را به اساس ازدیاد متناوب کتله اتمی نسبتی شان در قطارهای افقی (Period) ترتیب و در ستونهای عمودی متحد ساخت، موصوف این نوع ساختمان ترتیب

1- عالم جرمنی به نام L.Moier در سال 1864، 27 عنصر را به اساس ازدیاد کتله اتمی شان ترتیب کرد و بعداً آن‌ها را به اساس ازدیاد کتله متناوب شان به 9 گروپ تقسیم کرد. که هر یک 3 عنصر را احتوا می‌نماید و در سال 1870 ادعا کرد که جدول مشابه به مندلیف را ترتیب کرده است.

شده خود را به نام سیستم پرئودیک عناصر یاد کرد. این سیستم ترتیب شده مندلیف نسبت به سیستم ترتیب شده نیولندز تکمیل شده بوده که قسمت آن در ذیل ملاحظه می گردد:

(این جدول در سال 1871 ترتیب گردیده است).

جدول (2-2) سیستم پرئودیک مندلیف :

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9.4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27.3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5	
4	K 39	Ca 40	-44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59 Ni 59, Cu 63
5	(Cu 63)	Zn 65	-68	-72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	?Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	-100	Ru 104, Rh 104 Pd 105, Ag 108
7	(Ag 108)	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	?Di 138	?Ce 140	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er 178	?La 180	Ta 182	W 184	—	Os 195, Ir 517 Pt 198, Au 199
11	(Au 199)	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	—	—	—
12	—	—	—	Th 231	—	U 240	—	—

ابتکار مندلیف در ترتیب جدول دوره یی

1 - مندلیف سلسله های طویل و یا پرئودهای بزرگ را در جدول خویش برای عناصری برگزیده که فعلاً به نام عناصر انتقالی (Transational) یاد می شوند، علت آن این بود که عناصر Fe, Mn, Ti به طور اضافی تحت عناصر غیر فلزات S, P, Si تنظیم شده نمی تواند. (جدول 2-1 او کتای نیولندز را ملاحظه نماید).

2 - مندلیف در جدول ترتیب شده خود حجره های خالی را برای عناصر کشف نشده طبیعت باقی گذاشت، در این صورت متوجه شد که آرسنیک As به شکل طبیعی به گروه V تعلق گرفت. عالم مذکور دو حجره خالی را بین جست Zn و آرسنیک As باقی گذاشته بود.

3 - در صورتی که موقعیت عناصر در سیستم پرئودیک به اساس کتله اتمی شان در گروه ها به خواص عناصر کتله هم گروه شان مطابقت نمی کرد، در این صورت مندلیف برای همچو عناصر کتله اتمی نسبتی جدیدی را پیشنهاد می کرد. در مورد (Cr, In, Pt, Au) کمیت های جدید کتله اتمی نسبتی ارائه شده، صحت استقرار عناصر را در جدول مندلیف تایید می نماید.

4 - مندلیف کشف عناصری را پیشگویی نموده بود که بعد از کشف بعضی از جاهای

خالی جدول مندلیف را نظر به خواص کیمیاوی شان اشغال نمودند؛ در این صورت اعتماد بالای جدول پیروی یک مندلیف زیاد و به ترتیب آن صحه گذاشته شد.

فعالیت



چطور جدول سه بعدی عناصر را ساخته متوانیم؟

مرحله اول: ابتدا عناصر گروپ‌های اصلی را به روی کاغذ مقوا تحریر دارید، و هر گروپ عناصر را از مقوا جدا سازید.

IA		VIIIA						He
1	H	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Ti	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra						

مرحله دوم: قسمت حاشیه گروپ اول را با حاشیه گروپ هشتم وصل نمایید و یک ساختمان هشت ضلعی را به دست آورید؛ حتی می‌توانید خانه هر عنصر را بارنگ‌های مختلف مزین سازید.

مرحله سوم: عناصر گروپ‌های فرعی را نیز در گروپ‌ها و پیوندها در یک مقوا تحریر داشته و مانند مرحله دوم عمل نمایید، در این صورت ده ضلعی را حاصل خواهید کرد.

IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

مرحله چهارم: عناصر سلسله لنتانیدها و اکتینیدها را به صفحه مقوا تحریر نماید. مواد آماده شده مرحله‌های فوق الذکر را به ترتیب در تخته شیشه‌ی قرار دهید، ترتیب حاصله را توضیح کنید.

مطابق به قانون پیرودیگ مندلیف: خواص عناصر و تغییر متناوب آن‌ها در پیوندها با کتله اتمی نسبتی آن‌ها ارتباط داشته و موقعیت آن‌ها را در پیوندها تعیین می‌نمایند.

زمانی که گازات نجیب (عناصر گروپ VIII اصلی) کشف گردید، در این وقت اختلاف استقرار عناصر در سیستم پیرودیگ با در نظر داشت ازدیاد متناوب کتله اتمی آن‌ها از میان

برداشته شد. گازات نجیبه از جمله کشفیات جدید و بعد از ترتیب جدول مندلیف بوده، این عناصر را بین هلوجن ها و فلزات فعال (فلزات القلی) گروپ I اصلی قرار داده اند. به طرف راست جدول که گروپ جداگانه صفری (VIII اصلی) علاوه گردیده است، کتله اتمی نسبتی Ar همین گروپ علاوه شده، نسبت به عنصر بعدی آن که پوتاشیم بوده و به گروپ اصلی قرار دارد، بزرگ است، ($K=39\text{amu}$, $Ar = 40\text{amu}$)؛ بنابراین باید ارگون در حجره پوتاشیم قرار میداشت و برعکس K در گروپ صفری با گازات نجیبه قرار می گرفت؛ اما در این صورت مندلیف از ازدیاد کتله اتمی نسبتی در ترتیب جدول خویش استفاده به عمل نه آورده، بلکه تشابه خواص کیمیاوی و فزیک آن ها را در نظر گرفته، عناصر را در عین گروپ قرار داده است، چنانچه K را در گروپ اول اصلی و Ar را در گروپ صفر (VIII اصلی) با گازات نجیبه قرار داد که خود نیز به ترتیب، فلز فعال و گاز نجیبه اند، مثال دیگر این تنظیم سلسله عبارت از موقعیت ایودین و تلوریم بوده، اگر معیار قراردادن عناصر در سیستم پرئودیک کتله اتمی نسبتی عناصر بوده باشد، در این صورت باید تلوریم تحت برومین با هلوجن ها و آیودین تحت سلفر و سلینیم قرار می گرفت، خواص کیمیاوی استقرار تلوریم و آیودین را به طور معکوس آن ها حکم می نماید.

توجه نمایید



پرابلم های فوق الذکر را در جدول مندلیف عالمی به نام موزلی Moseley در سال 1916 حل کرد. موصوف نشان داد که مفهوم عالی را نمبر اتمی (تعداد پروتونها) نسبت به کتله اتمی نسبتی در ترتیب متناوب عناصر به شکل دوره یی دارا بوده و عالم مذکور رابطه بین کمیت معکوس جذر مربع طول موج اشعه رونتگیگین را با نمبر ترتیبی عناصر در سیستم پرئودیک به شکل گراف توضیح کرد و ابراز نظر نمود که نمبر ترتیبی عناصر یکی از مشخصات مهم عناصر را منعکس ساخته که این خاصیت را چارج هسته اتم از خود تبارز میدهد و هم این ذرات با عبور از یک عنصر به عنصر ما بعد در پرئود جدول مندلیف به اندازه یک واحد به شکل متناوب افزایش مییابد. این کشف موزلی در مراحل بعدی ترتیب جدول مندلیف و در اثبات سیستم پرئودیک عناصر خدمت بزرگی نمود و در سیستم پرئودیک عناصر به اساس ازدیاد متناوب نمبر اتمی شان مستقر گردیده اند.

در سیستم پرئودیک عناصر یکی تحت دیگر به شکل عمودی در ستون قرار داشته و در این ستون های عمودی عناصری دارای خواص کیمیاوی مشابه قرار دارند، ستون های عمودی عناصر جدول مندلیف را به نام گروپ (Group) و قطارهای افقی آنرا به نام پرئودها

(Periods) یاد می نمایند.

در پریودهای طویل جدول عناصر فلزات انتقالی (Transitional Elements) شامل است. در سلسله عناصر جدول مندلیف خواص کیمیاوی مشابه عناصر بعد از چندین انتروال تکرار می گردد؛ به طور مثال: نمبرهای اتمی گازات نجیبه 2,10,18,36,54,86 بوده؛ بنابراین خواص کیمیاوی مشابه به انتروال ارقام داده شده به مشاهده می رسد. بعد از گازات نجیبه، فلزات فعال کیمیاوی (گروپ اول) قرار دارند که آیون‌های را تشکیل می دهند و عبارت از عناصر القلی (Fr و Cs, Rb, K, Na, Li) می باشند. قبل از هر یک از گازات نجیبه عناصر فعال غیر فلزی قرار دارند که آیون را تشکیل می دهند، این‌ها عبارت از (At, I₂, Br₂, Cl₂, F₂) یعنی هلوجن‌ها می باشند. بعد از فلزات فعال القلی، فلزات القلی زمینی، *Be, Mg, Ca, Sr, Ba* و *Ra* قرار دارند که گروپ IIA را تشکیل داده اند، به همین ترتیب قبل از هلوجن‌ها (VIIA) عناصر گروپ *Te, Se, S, O, VIA* (Po) قرار دارند که ولانس آن‌ها ۲ می باشد و خواص آن‌ها از غیر فلزات الی فلزات (از بالا به طرف پایین به شکل متناوب) تغییر می نماید. در گروپ‌ها IIIA, IVA و VA عناصر شامل اند که کمتر با یکدیگر خواص مشابه را دارا بوده، آن‌ها دارای ولانس مشخص مربوط به گروپی خود بوده و از طرف بالا به طرف پایین خاصیت فلزی آن‌ها زیاد می گردد.

عناصر با در نظر داشت خواص کیمیاوی و تغییرات آن به هفت پریود یا سلسله (Period) تقسیم گردیده اند که در پریود اول دو عنصر، پریود دوم و سوم هر یک 8، 8 عنصر، در پریود چهار و پنجم هر یک 18، 18 عنصر، در پریود ششم 32 عنصر و در پریود هفتم نیز 32 عنصر موجود است. تعداد عناصر در پریودها به اساس تفاوت نمبر اتمی گازات نجیبه (بعدی منفی قبلی) و یا توسط فورمول‌های ذیل دریافت شده می تواند.

$$\text{تعداد عناصر در پریود طاق} = \frac{(n+1)^2}{2}$$

$$\text{تعداد عناصر در پریود جفت} = \frac{(n+2)^2}{2}$$

در پریود چهارم و پنجم بین گروپ IIA و IIIA (بین عناصر بلاک S و P) در هر پریود به تعداد ده، ده عنصر قرار دارد که فلزات اند، تقریباً دارای خواص مشابه با یکدیگر بوده و به نام عناصر انتقالی (Transitional) یاد می شوند. در پریود ششم و هفتم علاوه از فلزات انتقالی عناصر f نیز موجود بوده که سلسله خاصی به نام سلسله Lanthanides و Actinoides را تشکیل داده اند، عناصر این سلسله‌ها دارای خواص فوق العاده مشابه با یکدیگر بوده و هر یک دارای 14، 14 عنصر می باشند.

جدول (2-3) آخرین و جدید ترین جدول دوره ئی عناصر

IA		IIA		Metals										0	
I		II		Metals										He	
1	H 1.0													2	He
2	Li 1.0	Be 1.5												10	Ne
3	Na 1.0	Mg 1.2												18	Ar
4	K 0.9	Ca 1.0												36	Kr
5	Rb 0.9	Sr 1.0												54	Xe
6	Cs 0.8	Ba 1.0												86	Rn
7	Fr 0.8	Ra 1.0													

III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	37	K	38	Ca	39	Sc	40	Ti
41	Zr	42	Nb	43	Mo	44	Tc	45	Ru	46	Rh	47	Pd	48	Ag	49	Cd	50	In
51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt
81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn	101	Md	102	No	103	Lr		

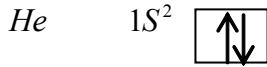
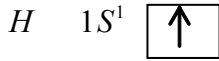
III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho
71	La	72	Ce	73	Pr	74	Nd	75	Pm	76	Sm	77	Eu	78	Gd	79	Tb	80	Dy

III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es
100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr												

عناصر فلزی انتقالی گروپ‌های فرعی جدول پریودیک را تشکیل می‌دهند.

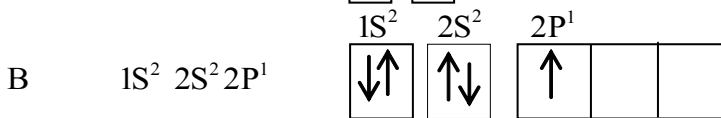
۲-۲: ساختمان الکترونی عناصر

هایدروجن دارای یک الکترون، هلیوم دارای دو الکترون بوده که پریود اول جدول مندلیف را تشکیل می‌دهند، الکترون‌های عناصر مذکور سوئیچ پایین انرژی را اشغال مینمایند که ساختمان الکترونی آن‌ها قرار ذیل است:



در این جارقم طرف چپ سوئیچ انرژی فرعی نمبر کوانتم اصلی و ارقام فوقانی سوئیچ انرژی فرعی تعداد الکترون‌ها را در اوربیتال‌های سوئیچ انرژی فرعی افاده میکند.

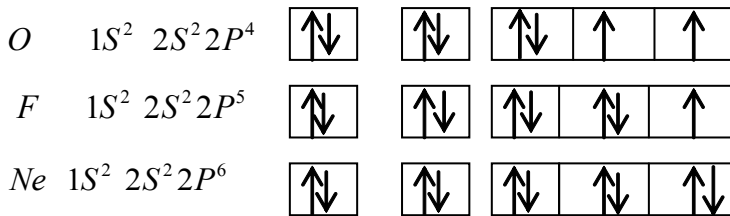
لیتیم (Li) دارای سه الکترون، بیریلیوم (Be) دارای 4 الکترون و بورون (B) دارای 5 الکترون بوده که ساختمان الکترونی عناصر مذکور قرار ذیل است:



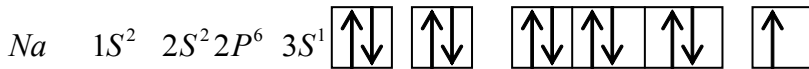
کاربن دارای 6 الکترون بوده که الکترون پنجم و ششم آن طبق قاعده هوند دو اوربیتال p را به شکل طاقه باسپین‌های هم جهت (مجموعه اسپین آن‌ها ± 1) اشغال نموده و ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:



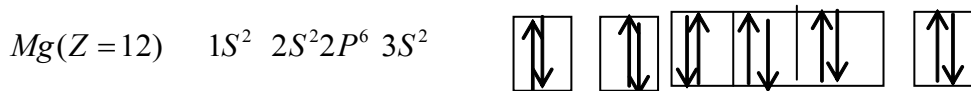
به همین ترتیب ساختمان الکترون اکسیجن ($Z=8$)، فلورین ($Z=9$) و نیون ($Z=10$) قرار ذیل است:



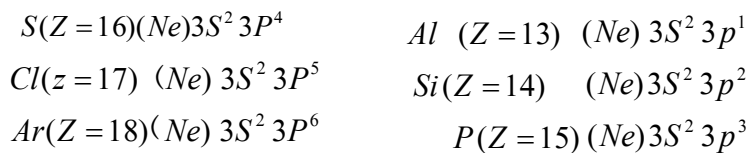
عنصر Ne دارای قشر مشبوع (L-Shell) است. عنصر بعدی Ne عبارت Na بوده که عنصر اول پریود سوم جدول مندلیف است و ساختمان الکترون آن قرار ذیل است:



طوری که دیده می‌شود، سودیم حتماً سویه M را به کار برده و سویه فرعی 3S آن شروع به پرشدن توسط الکترون‌ها می‌نماید. عنصر بعدی سودیم ($Z=12$) (Mg) بوده که ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:

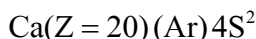
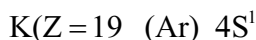


الکترون‌های شش عنصر ذیل در قشر فرعی 3p (3p – Sub Shell) ظاهر گردیده که ساختمان الکترونی عنصر مذکور قرار ذیل است:



در ساختمان الکترونی فوق، چون $1s^2 2s^2 2p^6$ معادل ساختمان الکترون Ne است، از این سبب به Ne افاده شده است:

پریود چهار با Ca ($Z=20$) و K ($Z=19$) آغاز و به Kr ($Z=36$) ختم می‌گردد، ساختمان الکترونی K و Ca قرار ذیل است.



پس از این که سویه فرعی $4s$ (4S-Sub Shell) توسط الکترون‌ها پر گردید، اشغال سویه فرعی $3d$ آغاز می‌گردد و عبارت از سویه فرعی $3d$ عنصر Sc ($Z=21$) است، اوربیتال‌های ده عنصر $3d$ (به شمول Sc) توسط الکترون‌ها اشغال می‌گردد که عنصر آخری آن Zn ($Z=30$) می‌باشد. زمانی که پر شدن سویه $3d$ عناصر به وقوع می‌پیوندد، خواص کیمیای همجو عناصر به اندازه قابل ملاحظه تغییر نمی‌نمایند. عناصر ده گانه که اوربیتال‌های سویه فرعی $3d$ آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن است، دارای خواص کیمیای مشابه با هم دیگر بوده و به نام عناصر انتقالی یاد می‌شوند. 6 عنصر از گالیم ($Z=31$) الی Kr ($Z=36$) اوربیتال‌های سویه فرعی P آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن بوده و قشر اصلی M آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن می‌باشد.

پریود پنجم عبارت از پریود دوم طویل بوده و به Rb ($Z=37$) آغاز و با عنصر Xe ($Z=54$) ختم می‌گردد. سلسله دومی عناصر انتقالی در این پریود قرار دارد.

پریود ششم با Cs ($Z=55$) آغاز گردیده و با عنصر Rn ($Z=86$) ختم می‌گردد درین پریود 14 عنصر f قرار داشته که از Ce ($Z=58$) آغاز و تا Lu ($Z=71$) ادامه پیدا میکند، اینها عناصری اند که اوربیتال‌های سویه فرعی $4f$ شان توسط الکترون در حالت پر شدن بوده و از جمله عناصر نادره زمین می‌باشند، این عناصر از لحاظ خواص کیمیای به یک دیگر فوق العاده مشابه نسبت به عناصر انتقالی d بوده چون بعد از La در پریود قرار دارند از این سبب به نام سلسله Lanthanoides یاد شده اند. عناصری از Lu ($Z=71$) الی Hg ($Z=80$) سلسله سوم عناصر انتقالی را تشکیل داده اند که اوربیتال‌های سویه فرعی $5d$ آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن است.

پریود هفتم که اکنون پریود آخری عنصری جدول مندلیف است با Fr ($Z=78$) آغاز می‌یابد، عنصر آخری طبیعی یورانیوم نیز در این پریود موقعیت دارد. 14 عنصر f فلزی درین پریود قرار داشته که اوربیتال‌های سویه فرعی $5f$ آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن می‌باشد، این عناصر با Th ($Z=90$) آغاز و با عنصر مصنوعی Lr ($Z=103$) ختم می‌شوند. چون این

عناصر در پریود به ادامه عنصر Ac ($Z=89$) قرار دارند، از این سبب عناصر این سلسله را که خصوصیات مشابه با یک دیگر دارند، به نام سلسله Actinoides یاد می‌گردد. نوت: عناصر بعد از یورانیم مصنوعی بوده و رادیو اکتیف می‌باشند.

2-3: خواص عناصر و تغییر تناوب آن در جدول دوره یی عناصر

بعضی از خواص مهم اتم‌های عناصر در پریودها و گروپ‌ها نظر به یک دیگر متناوباً تغییر می‌نمایند که این عناصر و تغییر تناوب خواص آن‌ها در جدول مندلیف ذیل توضیح می‌گردد.

2-3-1: انرژی آیونیزیشن و تغییر تناوب آن در جدول مندلیف

انرژی آیونیزیشن: عبارت از مقدار انرژی است که برای دور نمودن یک الکترون از یک اتم - گرام به فضای لایتناهی ضرورت می‌باشد. مقدار انرژی آیونیزیشن مساوی به تفاوت انرژی الکترون جدا شده و انرژی الکترون آزاد است (انرژی الکترون آزاد صفر فرض گردیده است). در عمل آیونیزیشن اصطلاح انرژی الکترون اولی، دومی، سومی و غیره را به کار می‌برند. طوری که انرژی آیونیزیشن الکترون اولی عبارت از همان مقدار انرژی است که برای جدا نمودن الکترون اولی ضرورت بوده و این الکترون خود در سطح بلند انرژی نسبت به دیگر الکترون‌ها قرار داشته باشد. الکترون اولی نسبت به دومی و دومی نسبت به سومی ... با انرژی کمتر جدا گردیده، پس انرژی آیونیزیشن آن کمتر می‌باشد؛ یعنی:

جدول ذیل انرژی آیونیزیشن اولی، دومی ... را افاده می‌کند.

جدول (2-4) اندازه انرژی آیونیزیشن آ یون اولی، دومی ... اتم‌های عناصر گروپ‌های اصلی:

گروپ I اصلی	11 Na	5.1 ev	47 ev	72 ev	99 ev
گروپ II اصلی	12 Mg	7.6 ev	15 ev	80 ev	109 ev
گروپ III اصلی	13 Al	6.0 ev	18.8 ev	28.14ev	120 ev

الکترون اولی سویدیم، الکترون اولی و دومی Mg و سه الکترون المونیم به آسانی جدا می‌گردد.

معلومات ضروری

انرژی آیونیزیشن اتم هایدروجن $13,6\text{ev}$ بوده و این انرژی به خاطر به طور نسبی زیاد است که الکترون به هسته نزدیک بوده وقوه کشش هسته بالای آن تأثیر می‌نماید.

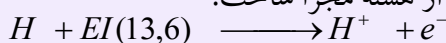
معلومات اضافی

در محدوده گروپ‌ها انرژی آیونیزیشن از بالا به طرف پایین کم شده، برعکس از پایین به طرف بالا زیاد می‌شود؛ علت آن این است که: الکترون‌ها در عناصر عین گروپ از هسته دور گردیده؛ بنابراین با انرژی کمتر از هسته اتم جدا و اتم به آ یون

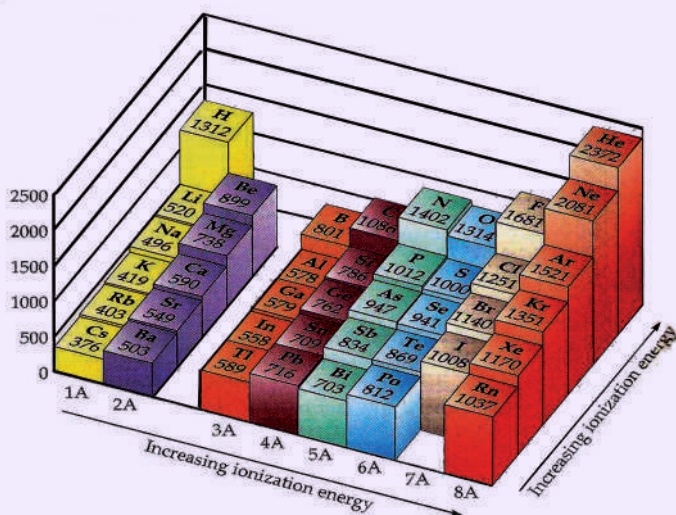
مبدل می گردد؛ به طور مثال: در گروه اول اصلی انرژی ایونیزیشن از بالا به طرف پایین گروه کم شده و برعکس از پایین به طرف بالای زیاد می گردد:
 جدول (2-5) مقایسه انرژی آیونیزیشن عناصر گروه اول اصلی

انرژی ایونیزیشن Ev	سمبول عنصر
13.6 ev	1 H
5.4 ev	3 Li
5.1 ev	11 Na
4.3 ev	19 K
4.2 ev	37 Rb
3.9ev	55Cs

در محدودهٔ پر یودها انرژی آیونیزیشن با ازدیاد نمبر اتمی تراید حاصل می نماید؛ زیرا در پر یودها با ازدیاد نمبر اتمی تعداد اقشار زیاد نه شده؛ بلکه چارج هسته بزرگ شده و الکترون ها را به طرف خود کش نموده به دور خود متراکم ساخته، در نتیجه حجم و شعاع اتم کوچک شده، تاثیر چارج مثبت هسته بالای الکترون ها زیاد تر گردیده و آن را به طرف خود میکشاند. به این اساس ضرورت انرژی آیونیزیشن بیشتر شده و به انرژی زیاد الکترون را می توان از هسته مجزا ساخت:



جدول (2-6) انرژی آیونیزیشن اتم های عناصر:



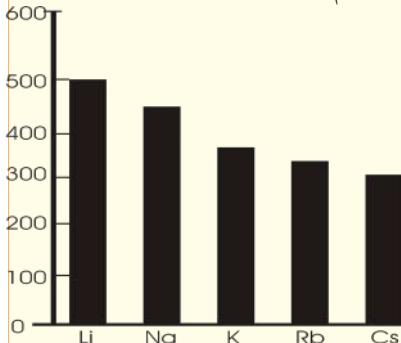
طوری که در جدول فوق ملاحظه می‌گردد. هر قدر که قشر خارجی الکترونی اتم‌های عناصر زیادتر توسط الکترون اشغال گردد. به همان اندازه ثبات و پایداری اتم عنصر بیشتر گردیده؛ از همین لحاظ است که گازات نجیبه کمتر آیونیزیشن گردیده و انرژی آیونیزیشن آن‌ها زیادتر است.

فعالیت



گراف ذیل را ملاحظه نموده ، به سؤالات ذیل جواب ارائه نمایید :

کدام عنصر بیشترین انرژی آیونیزیشن را دارد؟ و کدام آن انرژی آیونیزیشن کمتر دارد؟



معلومات ضروری



پیش‌گویی ساختمان الکترونی و دریافت نمبر اتمی با استفاده از انرژی آیونیزیشن متوالی عنصر شده می‌تواند .

در جدول ذیل انرژی متوالی یک عنصر به کیلوژول فی مول ارائه شده است :
جدول 2-7 انرژی متوالی یک عنصر به کیلوژول فی مول:

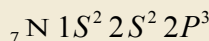
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1402	2856	4578	7475	9444	53266	64359

طوری که در جدول دیده می‌شود، انرژی آیونیزیشن عنصر مذکور از E_5 به E_6 به کمیت بسیار زیاد جهش نموده است؛ پس:

$$1 + \text{جهش بزرگ در تمامی انرژی آیونیزیشن اتم عنصر} = \text{پریود عنصر}$$

$$X = 1 + 1 = 2 \text{ پریود عنصر}$$

چون جهش ازدیاد انرژی آیونیزیشن عنصر در ششمین مرحله ملاحظه می‌گردد؛ بنابراین این عنصر در قشر خارجی خود صرف پنج الکترون را دارا می‌باشد و در گروپ پنجم جدول مندلیف قرار دارد؛ پس عنصر مذکور نایترجن بوده و نمبر اتمی آن 7 و ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:



2 - 3 - 2 : خاصیت الکترون خواهی (Electron Affinity) عناصر و تناوب آن

یکی از خواص دیگر اتم‌های عناصر که به ساختمان الکترونی وابسته است، عبارت از میل الکترون گیری آن‌ها می‌باشد. طوری که پیش از این گفته شد، برای جدا نمودن یک الکترون از اتم باید به اتم انرژی داده شود تا از قوه جاذبه هسته جدا گردد. در صورتی که یک الکترون به اتم اضافه گردد، تا به ایون منفی (Anions) تبدیل گردد، الکترون علاوه شده توسط قوه هسته جذب گردیده و انرژی آن به مقدار معین آزاد می‌گردد. همین انرژی را به نام انرژی الکترون خواهی (Electron affinity) یاد مینمایند و معادل انرژی است که بعد از جدا شدن الکترون از ایون منفی جذب می‌گردد. تقریباً برای تمام عناصر عملیه الکترون خواهی یک نوع تعامل Exothermic بوده؛ بنابراین علامه گرماي آزاد شده منفی میباشد. البته موضوع فوق عمومی نبوده به طور مثال: زمانی که الکترون دیگری به انیون یک چارجه آکسیجن علاوه می‌گردد تا ایون 2- آکسیجن تشکیل شود، لازم است تا یک مقدار انرژی به ایون یک چارجه آکسیجن داده شود که در این صورت الکترون به آن می‌پیوندد، مقدار انرژی مساوی $844 \text{ kJ/mol} +$ بوده در حالی که انرژی آزاد شده در تشکیل ایون O^{1-} مساوی به $\frac{-142 \text{ kJ}}{\text{mol}}$ است. جدول ذیل Electron affinity بعضی از عناصر را نشان میدهد:

جدول (2 - 8) مقدار انرژی الکترون خواهی بعضی از عناصر:

عنصر	انرژی Electron affinity	محصولات
فلورین	-344 KJ/mol	$F + 1e^{-} \longrightarrow F^{-}$
کلورین	-349 KJ/mol	$Cl + 1e^{-} \longrightarrow Cl^{-}$
برومین	-325 KJ/mol	$Br + 1e^{-} \longrightarrow Br^{-}$
اکسیجن	-142 KJ/mol	$O + 1e^{-} \longrightarrow O^{-}$
ایون O^{1-}	+844 KJ/mol	$O^{1-} + 1e^{-} \longrightarrow O^{2-}$
هایدروجن	-72 KJ/mol	$H + 1e^{-} \longrightarrow H^{-}$
سودیم	-50 KJ/mol	$Na + 1e^{-} \longrightarrow Na^{-}$

الکترون خواهی عناصر در پر یودها و گروپ‌ها به شکل متناوب تغییر مینمایند؛ طوری که: در محدوده یک گروپ Electric affinity عناصر از بالا به طرف پایین کم شده و در

محدوده (حدود) پر یوده‌ها انرژی و میل الکترون گیرنده گی از چپ به طرف راست زیاد می‌گردد و با انرژی آیونیزیشن رابطه مستقیم دارد.

2 - 3 - 3 : خاصیت الکترونیگاتیوی و الکتروپوزیتیوی

عناصری که میل الکترون گیرنده را دارا بوده و الکترون‌ها را به خود جذب می‌نمایند: به نام الکترونیگاتیو Electro negative یاد شده و میل الکترون گیرنده گی آن‌ها را به نام الکترونیگاتیوی (Electro negative) یاد مینمایند، برعکس عناصری که میل از دست دادن الکترون‌ها را دارا باشند، به نام عناصر الکترون دهنده (Electro positive) یاد می‌گردند. مشخصات عناصر الکتروپوزیتیو مربوط به انرژی آیونیزیشن آن‌ها بوده، طوری که: اگر انرژی آیونیزیشن عنصر کم باشد، عنصر مذکور الکتروپوزیتیو بوده و اگر انرژی آیونیزیشن آن زیاد باشد، برعکس الکتروپوزیتیوی آن نیز کم است و خاصیت الکترونیگاتیو آن زیاد می‌شود.

معلومات اضافی



در محدوده یک پر یود الکتروپوزیتیو عناصر از چپ به طرف راست کم شده، برعکس از راست به طرف چپ زیاد می‌گردد. به همین ترتیب در محدوده یک گروپ الکتروپوزیتیو عناصر از بالا به طرف پایین زیاد شده؛ برعکس از پایین به طرف بالا کم میشود.

به همین ترتیب خاصیت الکترونیگاتیوی عناصر در گروپ و پر یود نیز به شکل متناوب تغییر می‌نماید، طوری که در محدوده یک پر یود EN عناصر از چپ به طرف راست متناوباً زیاد شده، برعکس از راست به طرف چپ کم میشود، به همین ترتیب در محدوده یک گروپ الکترونیگاتیوی عناصر از بالا به طرف پایین متناوباً کم شده و برعکس از پایین به طرف بالا متناوباً زیاد می‌شود، از این جا معلوم می‌شود که EN عناصر با شعاع اتمی رابطه معکوس را دارا است؛ بنابراین فلورین الکترونیگاتیو ترین عنصر طبیعت بوده و Cs و Fr الکتروپوزیتیو ترین عناصر طبیعت می‌باشند.

در سال 1939 عالمی به نام پاولینگ (Linus Cart Pauling) واحد نسبی را برای الکترونیگاتیوی عناصر مشخص ساخته که برای سیزیم و فرانشیم $EN=0.7 \text{ ev}$ و برای فلورین $EN = 4.1 \text{ ev}$ تعیین شده است.

به صورت عموم اگر انرژی آیونیزیشن با انرژی Electro Affinity جمع گردد الکترونیگاتیوی عنصر حاصل می‌شود. جدول (2 - 9) الکترونیگاتیوی پاولینگ را نشان میدهد. جدول مذکور عبارت از همان جدول دوره یی عناصر است که صرف در آن عناصر گازات نجیبه موجود نبوده زیرا الکترونیگاتیوی آن‌ها صفر است، طوری که از جدول معلوم می‌شود، عناصری که به طرف راست و قسمت فوقانی آن مستقر اند، الکترونیگاتیو

بوده و الکترونیگاتیویتهی آن‌ها تقریبی است، این عناصر غیر فلزات (Non metals) نامیده میشوند و عناصر متباقی فلزات و یا شبه فلزات اند، در قسمت پایین طرف چپ جدول فلزات مستقر بوده که خیلی الکتروپوزیتف می‌باشند.
جدول (2-9) الکترونیگاتیویتهی عناصر

← Increasing electronegativity →

																		H 2.1																															
																		Li 1.0		Be 1.5																				B 2.0		C 2.5		N 3.0		O 3.5		F 4.0	
																		Na 0.9		Mg 1.2																				Al 1.5		Si 1.8		P 2.1		S 2.5		Cl 3.0	
Decreasing electronegativity ↓	K 0.8		Ca 1.0		Sc 1.5		Ti 1.5		V 1.6		Cr 1.6		Mn 1.5		Fe 1.8		Co 1.9		Ni 1.9		Cu 1.9		Zn 1.6		Ga 1.6		Ge 1.8		As 2.0		Se 2.4		Br 2.8																
	Rb 0.8		Sr 1.0		Y 1.2		Zr 1.4		Nb 1.6		Mo 1.8		Tc 1.9		Ru 2.2		Rh 2.2		Pd 2.2		Ag 1.9		Cd 1.7		In 1.7		Sn 1.8		Sb 1.9		Te 2.1		I 2.5																
	Cs 0.7		Ba 0.9		La-Lu 1.0-1.2		Hf 1.3		Ta 1.5		W 1.7		Re 1.9		Os 2.2		Ir 2.2		Pt 2.4		Au 2.4		Hg 1.9		Tl 1.8		Pb 1.9		Bi 1.9		Po 2.0		At 2.2																
	Fr 0.7		Ra 0.9		Ac		Th 1.3		Pa 1.4		U 1.4		Np-No 1.4-1.3																																				

(a)

ناگفته نباید گذاشت این که ارقام الکترونیگاتیویتهی به طریقه‌های مختلف محاسبه گردیده است، ارقام تحت سمبول اولی عبارت از نتایج حاصل طریقه پاولنک می‌باشد.

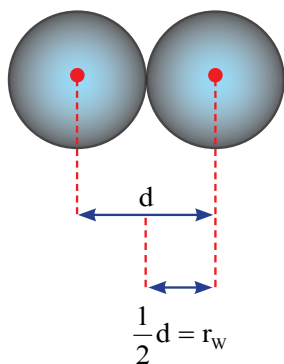
2-3-4 : تناوب شعاع ائومی و شعاع ایونی (Atomic & Ionic Radius)

شعاع ائومی عناصر عبارت از فاصله بین هسته ائوم و آخرین الکترون قشر خارجی ائوم بوده و یکی از پارامترهای هندسی ائوم می‌باشد.

بور برای اولین بار شعاع ائومی هایدروجن را با فرض نمودن حرکت الکترون در قشر

دایره وی شکل با معادله ریاضیکی محاسبه کرد که کمیت 52,9 پیکامتر می‌باشد طوری که در ساختمان ائوم مطالعه نمودید، اوربیتال (Orbital) به معنی لانه می‌باشد که در این جا نیز عبارت از آن قسمت فضای اطراف هسته ائوم است که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است. این اوربیتال‌ها میتواند کروی (اوربیتال s) دبل مانند (اوربیتال p) ... باشند، پس میتوان به طریقه‌های مختلف شعاع ائومی را دریافت کرد.

1- به اساس شعاع واندروالس میتوان شعاع ائومی عنصر مطلوب را حاصل کرد. شعاع واندر والس نصف فاصله بین دو هسته دو ائوم مجاور است.



شعاع و اندروالس = نصف فاصله بین دو هسته مجاور

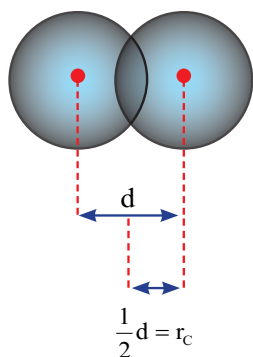
به طور مثال، فاصله بین دو اتم مجاور آهن در شبکه فلزی 2.48 \AA است؛ بنابراین شعاع اتمی آهن $\frac{2.48 \text{ \AA}}{2} = 1.24 \text{ \AA}$ است.

2- اگر فاصله بین دو هسته در مالیکول دو اتمی (تداخل شده) بر دو تقسیم گردد، شعاع کولانسی (r_{co}) اتمی حاصل می گردد.

مثال: فاصله‌های هسته‌های اتم‌های آیودین در مالیکول آن مساوی به 2.66 \AA است، شعاع کولانسی یا شعاع اتمی آنرا در یافت نمایید.

حل:

$$r_{co} = \frac{1}{2} d = \frac{2.66 \text{ \AA}}{2} = 1.33 \text{ \AA}$$



شعاع کولانسی = نصف فاصله بین دو هسته در مالیکول ها

شعاع اتم عناصر بنابر داشتن ساختمان الکترونی خاص شان از هم دیگر فرق داشته و این تفاوت‌ها متناوب است، طوری که: در محدوده یک گروه عناصر شعاع اتمی از بالا به طرف پایین بزرگ شده و برعکس از

پایین به طرف بالا متناوباً کوچک می شود، علت آن این است که نمبر اتمی عناصر به کمیت های معین و قابل ملاحظه از بالا به طرف پایین بزرگ شده و تعداد اقشار الکترونی نیز به اندازه یک واحد زیاد شده در نتیجه حجم اتم های عناصر از بالا به طرف پایین در گروپ ها بزرگ شده و شعاع اتمی نیز بزرگ می گردد.

در محدوده پریودها شعاع اتمی عناصر از طرف چپ به طرف راست کوچک شده و برعکس از راست به طرف چپ به شکل متناوب بزرگ می شود؛ علت آن این است که چارج مثبت هسته از طرف چپ به طرف راست زیاد شده، در نتیجه ازدیاد چارج در هسته، تاثیر چارج مثبت هسته بالای قشر الکترونی زیاد شده و الکترون ها را به دور هسته متراکم ساخته، به این اساس حجم اتم و شعاع آن نیز کوچک می گردد. جدول (2-10) را مشاهده نمایید تا تنقیص و ازدیاد شعاع اتمی عناصر را در پریودها و گروپ ها بدانید.

جدول (2-10) شعاع اتم های عناصر کیمیاوی :

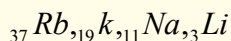
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
H ● 0.37							He ● 0.5
Li ● 1.52	Be ● 1.11	B ● 0.88	C ● 0.77	N ● 0.70	O ● 0.66	F ● 0.64	Ne ● 0.70
Na ● 1.86	Mg ● 1.60	Al ● 1.43	Si ● 1.17	P ● 1.10	S ● 1.04	Cl ● 0.99	Ar ● 0.94
K ● 2.31	Ca ● 1.97	Ga ● 1.22	Ge ● 1.22	As ● 1.21	Se ● 1.17	Br ● 1.14	Kr ● 1.09
Rb ● 2.44	Sr ● 2.15	In ● 1.62	Sn ● 1.40	Sb ● 1.41	Te ● 1.37	I ● 1.33	Xe ● 1.30
Cs ● 2.62	Ba ● 2.17	Tl ● 1.71	Pb ● 1.75	Bi ● 1.46	Po ● 1.5	At ● 1.4	Rn ● 1.4

فعالیت



1 - ساختمان الکترونی عناصر Na_{11} , Al_{13} و P_{15} را تحریر دارید و هم شعاع اتمی آن ها را از جدول (2-10) به دست آورده و به ترتیب ازدیاد شعاع آن ها را ترتیب نمایید.

ساختمان الکترونی چهار اتم ذیل را تحریر و شعاع اتمی آن ها را از جدول (2-10) به دست آورده و به ترتیب افزایش آن تنظیم نمایید.



شعاع ایونی و تغییر متناوب آن در جدول مندلیف:

عناصر میل دارند مدار خارجی خود را به هشت الکترون بالغ گردانند تا اکتیت خود را تکمیل و ساختمان باثبات گازات نجیبه را اختیار می نمایند؛ از این سبب فلزات الکترون‌های قشر خارجی خود را از دست داده و غیر فلزات الکترون‌ها را اخذ می نمایند و به آیونها مبدل می گردند.

عملیه آیونیزیشن تغییرات مهمی را در شعاع اتمی عناصر وارد می نماید؛ طوری که شعاع کتیون‌های عناصر کوچک از شعاع اتمی آنها بوده و شعاع انیون‌های عناصر بزرگتر از شعاع اتمی آنها می باشد؛ اما تغییرات آن در سیستم پر یود مانند تغییرات متناوب شعاع اتمی در محدوده پر یودها و گروپ‌ها است. جدول ذیل مشخص کننده شعاع انیون‌ها و کتیون‌های عناصر است:

جدول (2 - 11) مقایسه شعاع انیونی و کتیونی:

شعاع اتم	شعاع انیون	شعاع اتم	شعاع کتیون
Cl 1 Å	Cl ⁻ 1,8 Å	Li 1,5 Å	Li ⁺ 0,8 Å
O 0,78 Å	O ²⁻ 1,4 Å	Na 1,9 Å	Na ⁺ 1 Å
S 1,27 Å	S ²⁻ 1,84 Å	K 2,3 Å	K ⁺ 1,3 Å
N 0,92 Å	N ³⁻ 1,7 Å	Rb 2,4 Å	Rb ⁺ 1,5 Å
O 0,92 Å	N ⁵⁺ 0,11 Å	Cs 2,6 Å	Cs ⁺ 1,6 Å
		Ca 1,7 Å	Ca ²⁺ 1,0 Å
		Fe 1,2 Å	Fe ²⁺ 0,7 Å
		Fe 1,2 Å	Fe ³⁺ 0,6 Å

فعالیت



جدول (2-11) را به دقت مطالعه نموده، مطالب ذیل را به شکل گروهی در صنف مباحثه نماید .

- 1 - چرا شعاع اتومی عناصر نسبت به شعاع آیونی انیون‌های شان کوچک است ؟
- 2 - چرا شعاع اتومی عناصر نسبت به شعاع کتیون‌های مربوطه شان بزرگ است ؟
- 3 - تغییرات متناوب شعاع اتومی و آیونی عناصر در گروپ‌ها و پریودهای چی نوع است ؟
- 4 - عناصری که در جدول مندلیف در حالت دیاگونال (کنجی یا زاوی) قرار دارد، شعاع اتومی و آیونی شان باهم کدام نسبت دارد ؟

بیاموزید



ذراتی که دارای الکترونهای مساوی اند، به نام ایزوالکترونیک (isoelectronic) یاد می شوند.

عناصریکه در جدول مندلیف در حالت دیاگونال قرار دارند، شعاع اتومی و آیونی آن‌ها مشابه است.

تغییرات متناوب خاصیت اکسیدیشنی وارجاعی را در پریودها در صنف بحث نماید مطالب فوق را به اساس چارت پریودها و گروپ‌ها توضیح کنید .

۲ - ۳ : خواص عناصر انتقالی (d-Elements)

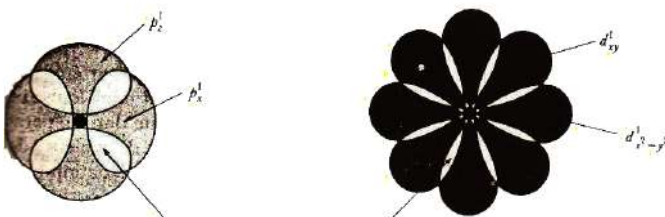
عناصر انتقالی زیادتر فلزات سخت بوده و مورد استعمال زیاد در کارهای ساختمانی دارند. آهن به شکل فلزی، مس، ونادیم، نکل و منگنیم در تهیه الیاژها رول اساسی را دارا اند. فلزات مذکور تمدن امروزی بشر را باعث گردیده است. در بین عناصر انتقالی فلزات دیگری موجود است که در صنایع مدرن امروزی رول اساسی را بازی نموده؛ به طور مثال: از فلز تیتان (Ti) در صنعت طیاره سازی و ونادیم (V) به حیث کتلیست در تعاملات کیمیاوی استفاده می گردد وهم در بین این نوع عناصر فلزات قیمتی که پشتیبانه پول اکثر ممالک جهان اند، موجود بوده و عبارت از پلاتین، طلا و نقره می باشد، از فلزات مذکور به علت زیبایی سطح و مقاومت در مقابل فرسایش (زنگ زدن) از آن‌ها به حیث فلزات زینتی استفاده به عمل می آید. تمام این عناصر فلزی بوده وهادی برق اند. نقره در شرایط عادی هادی درجه اول برق بوده، این فلزات جلا دار بوده قابلیت چکش خوردن را دارا وبه اوراق نازک مبدل شده وسیم‌ها از آن ساخته می شود. رنگ اکثر آن‌ها سفید بوده ودرجه غلیان آن‌ها از فلزات گروپ اول ودوم اصلی بلند است؛ اما استثنای نیز در رنگ آن‌ها موجود است، به طور مثال: مس رنگ سرخ مایل به قهوه بی، طلای زرد وسیماب در شرایط STP به حالت مایع یافت می شود.

۲- ۳- ۱: تأثیر اوربیتال‌های d در خواص عناصر انتقالی

طوری که در فصل اول مطالعه گردید، پر شدن اوربیتال‌ها توسط الکترون‌ها طبق قانون نظری برحسب ازدیاد انرژی صعودی شان صورت می‌گیرد و الکترون‌ها ابتداء اوربیتال آن سویه انرژی را اشغال می‌کند که در سطح پایین انرژی قرار داشته باشد، انرژی اوربیتال d به طور قاعده بالاتر از اوربیتال s قرار داشته؛ بنابراین الکترون‌ها اولاً در اوربیتال s اخذ موقعیت نموده و الکترون‌های اضافی در اوربیتال‌های d جاگزين می‌شوند، در این صورت باید الکترون‌های موجود در اوربیتال‌های d بی‌ثبات تر از s باشند؛ اما در عمل چنین نبوده، در عناصر انتقالی الکترون‌های d نسبت به الکترون‌های s بعدی مستحکم‌تر پیوسته، در صورت تبدیل شدن اتوم‌های این عناصر به کاتیون‌ها، برخلاف پیشبینی‌های نظری الکترون‌های s خود را اول‌تر از دست داده و در صورت ضرورت الکترون‌های اوربیتال d خود را بعد از s از دست می‌دهد؛ به طور مثال: ساختمان الکترونی اتوم آهن $(Ar)3d^6 4s^2$ بوده و ساختمان الکترونی Fe^{2+} آن $(Ar)3d^6 4s^0$ است و کاتیون Fe^{3+} آن دارای ساختمان الکترونی $(Ar)3d^5 4s^0$ می‌باشد. خواص کیمیاوی فوق‌العاده متنوع فلزات d را می‌توان به دلیل ساختمان فضای جهت‌یابی اوربیتال‌های d در آن‌ها درک کرد؛ زیرا الکترون‌ها در اوربیتال‌های مختلف d موقعیت‌های کاملاً معین را در فضای اطراف هسته اتوم به خود اختیار نموده و قوه دافعه آن‌ها بین هم بسیار کم بوده، تأثیر دو الکترون d بالای یک دیگر در عین اوربیتال کمتر از تأثیر دو الکترون در اوربیتال s و p بالای هم دیگر است. فاصله اوربیتال‌های d بیست مرتبه زیادتر از فاصله بین اوربیتال‌های p بایک دیگر است.

اشکال ذیل این مطلب را به خوبی توضیح می‌نمایند.

در شکل (1-2) دو الکترون اوربیتال d به خوبی از هم فاصله داشته و عمل متقابل بین آن‌ها کمتر بوده، در حالیکه الکترون‌های اوربیتال p با هم نزدیک بوده و تأثیر متقابل در بین آن‌ها زیاد تر است.

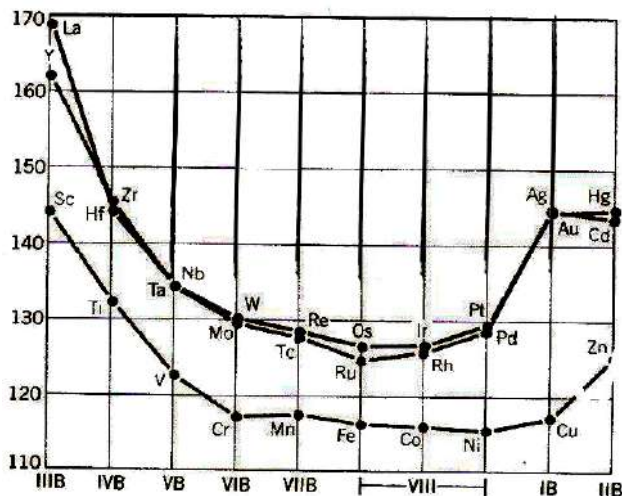


الکترون‌های دو اوربیتال ممکن است در این نواحی وجود داشته باشند
شکل (1-2) دو الکترون اوربیتال d

فعالیت



فعالیت کیمیاوی فوق‌العاده متنوع عناصر انتقالی مربوط به کدام ساختمان این عنصر است؟ این ساختمان عناصر مذکور را به اساس دلایل به شکل گروهی بین هم توضیح نموده و آن را در صنف ارایه بدارید.



شکل (2-2) تغییرات شعاع اتمی عناصر انتقالی در پر یودهای چهارم، پنجم و ششم.

نمبر اکسیدیشن عناصر انتقالی

یکی از مشخصات مهم عناصر انتقالی همانا تمایل آن‌ها به تشکیل مرکبات کامپلکس مختلف می‌باشد. این عناصر دارای نمبر اکسیدیشن مختلف و متحول است. جدول ذیل نمبر اکسیدیشن بعضی از عناصر انتقالی را ارائه می‌نماید:

جدول (2-12) نمبر اکسیدیشن عناصر انتقالی

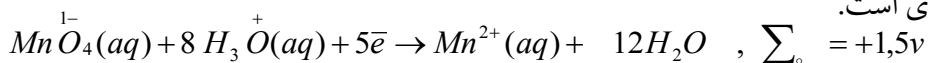
Group Number									
IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+3	+2	+1	+2	+2	+2	+1	+2	+1	+2
	+3	+2	+3	+3	+3	+2	+3	+2	
	+4	+3	+6	+4	+4	+3			
		+4		+6	+6				
		+5		+7					
			+8	+7	+7	+6			
					+8				
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
+3	+2	+2	+2	+2	+2	+1	+2	+1	+2
	+3	+3	+3	+3	+3	+2	+3	+2	
	+4	+4	+4	+4	+4	+3	+4	+3	
		+5	+5	+5	+5	+4			
			+6	+6	+6	+5			
			+8	+7	+7	+6			
					+8				
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
+3	+3	+2	+2	+3	+2	+1	+2	+1	+1
	+4	+3	+3	+4	+3	+2	+3	+3	
		+4	+4	+5	+4	+3	+4	+4	
		+5	+5	+6	+5	+4	+5	+5	
			+6	+7	+6	+5	+6	+6	
					+8	+6			

نمبر اکسیدیشن عادی مس +1 بوده؛ به طور مثال: در مرکب $(CuCl)$ و +2 در

$CuCl_2$ است، بعضی اوقات نمبر اکسیدیشن +3 را نیز اختیار کرده می‌تواند.

عناصر وسط پر یودهای طویل نمبرهای اکسیدیشن متحول را دارا اند که از +1 الی

8 + میباشند؛ به طور مثال Mn : نمبرهای اکسیدیشن مختلف را دارا بوده و به همین ترتیب عناصر گروپ فرعی پلاتین (Os, Ir, Ru, Rh)، pd و pt) دارای نمبرهای اکسیدیشن متحول اند. پیروید که درجه اکسیدیشن عناصر d آن بزرگ باشد، قابلیت اکسیدی کننده آيون آن بزرگ است؛ به طور مثال: Mn با نمبر اکسیدیشن $+7$ ، اکسیدی کننده بسیار قوی است.



عناصر d اکساید های مختلف را با نمبرهای اکسیدیشن مختلف تشکیل می نمایند. طوری که اکساید های شان با نمبر اکسیدیشن کوچک خاصیت القلی داشته، متوسط امفوتریک و بزرگ خاصیت تیزابی را دارا است؛ به طور مثال: عناصر گروپ فرعی کروم این خاصیت ها را دارا اند CrO نمبر اکسیدیشن کروم مساوی به $+2$ خاصیت القلی Cr_2O_3 ، خاصیت امفوتریک و CrO_3 خاصیت تیزابی را از خود نشان می دهد. عناصر d که به طرف چپ جدول قرار دارند، با بلاک s شباهت دارند. بعضی از آنها الکتروپوزیتیویتی زیاد را دارا است، این عناصر مرکبات زیاد را دارا بوده و استخراج آنها از معادن به مشکل صورت می گیرد.

فعالیت اول



سؤالات ذیل را به شکل گروپی بعد از مباحثه بین هم در صنف توسط نماینده گروپ جواب بدهید

1- چرا اتم آهن الکترون های اوربیتال $4s$ خود را نسبت به $3d$ اول تر از دست می دهد، با وجودی که اوربیتال s نسبت به اوربیتال های $3d$ در سطح پایان انرژی کی قرار دارد؟

2- خواص متنوع عناصر d را چگونه می توانید توضیح نماید؟ در این مورد به شکل گروپی بحث نموده و نماینده گروپ آنرا در صنف با ارایه دلایل قناعت بخش توضیح نمایید.

فعالیت دوم



اکساید های $MnO, MnO_2, MnO_3, Mn_2O_7$ را به اساس ازدیاد خواص اکسیدیشنی شان در جدول ترتیب نموده و به اساس دلایل این خاصیت مرکبات عنصر منگان را توضیح نمایید.



* دانشمندان علوم کیمیا تلاش کرده اند تا عناصر کشف شده زمان خویش را طوری در یک جدول واحد تنظیم نمایند که با دانستن خواص یکی از آنها، خواص عده دیگر آنها را نیز دانسته باشند. در سال 1865 کیمیادان انگلیسی به نام نیولندز (Newlands) عناصر کشف شده زمان خویش را به اساس ازدیاد متناوب کتله اتمی نسبتی شان در قطارهای افقی ترتیب کرد

* در سال 1869 عالم روسی D. M. Mendeleev عناصر کشف شده زمان خود را به اساس ازدیاد متناوب کتله اتمی نسبتی شان در قطارهای افقی (Period) ترتیب و در ستونهای عمودی متحد ساخت و موصوف این نوع ساختمان ترتیب شده خود را به نام سیستم پرودیگ عناصر یاد کرد.

* خواص عناصر و تغییر متناوب آنها در پرودهها با کتله اتمی نسبتی آنها مطابقت داشته و موقعیت آنها را در پرودهها تعیین می نمایند.
تعداد عناصر در پرودهها به اساس تفاوت نمبر اتمی گازات نجیبه (بعدی منفی قبلی) و یا توسط فورمولهای ذیل دریافت شده می تواند:

$$\text{تعداد عناصر در پرود طاق} = \frac{(n+1)^2}{2}$$

$$\text{تعداد عناصر در پرود جفت} = \frac{(n+2)^2}{2}$$

* انرژی یونانیزیشن: عبارت از مقدار انرژی است که برای دور نمودن یک الکترون از یک اتم گرام به فضای بی نهایت ضرورت می باشد.

* در محدوده گروپها انرژی آیونانیزیشن از بالا به طرف پایین کم شده، برعکس از پایین به طرف بالا زیاد می شود.

* در محدوده پرودهها انرژی آیونانیزیشن با ازدیاد نمبر اتمی تزايد حاصل مینماید؛ زیرا در پرودهها با ازدیاد نمبر اتمی تعداد اقشار زیاد نه شده؛ بلکه چارج هسته بزرگ شده، الکترونها را به طرف خود کش نموده به دور خود متراکم ساخته، در نتیجه حجم و شعاع اتم کوچک شده، تاثیر چارج مثبت هسته بالای الکترونها زیاد تر گردیده و آنها را به طرف خود میکشاند.

در صورتی که یک الکترون به اتوم اضافه گردد، تا به آيون منفی (Anion) تبدیل گردد، الکترون علاوه شده توسط قوه هسته جذب گردیده و انرژی آن به مقدار معین آزاد می گردد. همین انرژی را به نام انرژی الکترون خواهی (Electron affinity) یاد می نمایند.

* در محدوده یک پرپود الکتروپوزیتیوی عناصر از چپ به طرف راست کم شده، برعکس از راست به طرف چپ زیاد می گردد. به همین ترتیب در محدود یک گروپ الکتروپوزیتیوی عناصر از بالا به طرف پایین زیاد شده برعکس از پایین به طرف بالا کم می شود.

* در محدوده یک پرپود EN عناصر از چپ به طرف راست به طور متناوب زیاد شده. برعکس از راست به طرف چپ کم می شود. به همین ترتیب در محدود یک گروپ الکترونیگاتیوی عناصر از بالا به طرف پایین متناوباً کم شده و برعکس از پایین به طرف بالا متناوباً زیاد می شود از این جا معلوم می شود که EN عناصر با شعاع ائومی رابطه برعکس را دارا است؛ بنابراین فلورین الکترونیگاتیف ترین عنصر طبیعت بوده و Cs و Fr الکتروپوزیتیف ترین عناصر طبیعت می باشند.

* شعاع ائومی عناصر عبارت از فاصله بین هسته ائوم و آخرین الکترون قشر خارجی ائوم بوده و یکی از پارامترهای هندسی ائوم می باشد.

* در محدوده یک گروپ عناصر شعاع ائومی از بالا به طرف پایین بزرگ شده و برعکس از پایین به طرف بالا متناوباً کوچک میشود.

* در محدوده پرپودها شعاع ائومی عناصر از طرف چپ به طرف راست کوچک شده و برعکس از راست به طرف چپ به شکل متناوب بزرگ می شود.

* عناصر d اکسایدهای مختلف را بانمبرهای اکسیدیشن مختلف تشکیل می نمایند.

* عناصر d که به طرف چپ جدول قرار دارند، باعناصر گروپ S شباهت دارند. بعضی از آنها الکتروپوزیتیوی زیاد را دارا است، این عناصر مرکبات زیاد را دارا بوده و استخراج آنها از معدن به مشکل صورت می گیرد. تمام عناصر d فلزات بوده و هادی برق اند. نقره در شرایط عادی هادی درجه اول برق بوده، این فلزات جلا دار بوده قابلیت چکش خوردن را دارا و به اوراق نازک مبدل شده و سیمها از آنها ساخته می شود.

تمرین فصل دوم

سؤالات انتخابی: برای هر سؤال چهار جواب داده شده است، شما جواب درست آن را در یافت و انتخاب نمایید.

1 - عنصر در پرئود چهارم و گروپ چهارم اصلی موقعیت دارد، نمبر ائومی آن مساوی به..... است.

الف - 31 ب - 32 ج - 33 د - 14

2 - کدام نمبر ائومی ذیل مربوط به عنصری است که بیشترین تعداد الکترونهاى ولانسی در آن موجود است؟

الف - 13 ب - 14 ج - 15 د - 19

3 - اراییه درست قانون متناوب این است که هرگاه عناصر براساس افزایش ----- تنظیم گردند، خواص فزیکى و کیمیاوى آنها به طور متناوب -----
الف - کتله ائومی - تکرار می گردد. ب - کتله ائومی - تغییر می کند.
ج - نمبر ائومی - تکرار می گردد. د - نمبر ائومی - تغییر می کند.

4 - مندلیف در تنظیم جدول دوره یی عناصر به دو اصل توجه مبذول داشته است:
قرار دادن عناصر به اساس افزایش تدریجی ----- آنها در هر ----- در پهلوی یک دیگر و در نظر گرفتن تشابه خواص کیمیاوى عناصر در هر -----

الف - کتله ائومی - گروپها - پرئودها ب - کتله ائوم - دوره - گروپ
ج - نمبر ائومی - پرئود - گروپ د - نمبر ائومی - گروپ - پرئود

5 - کدام یک از موارد ذیل ابتکار مندلیف نیست؟

الف - قرار دادن بعضی از عناصر سنگین تر قبل از عناصر سبک تر
ب - خالی گذاشتن برخی از خانههای خالی در جدول. ج - تقسیم عناصر به فلزات و غیر فلزات د - پیشگویی خواص عناصر ناشناخته شده. ه- تمامی

6 - عناصر شامل یک پرئود جدول مندلیف نظر به کدام مشخصات ذیل با هم مشا به می باشند؟

الف - نمبر اکسیدیشن بلند ، ب - ساختمان الکترونی قشر ولانسی ج - تعداد سویههای الکترونی اشغال شده توسط الکترون ها د - تعداد سویههای اصلی الکترونی

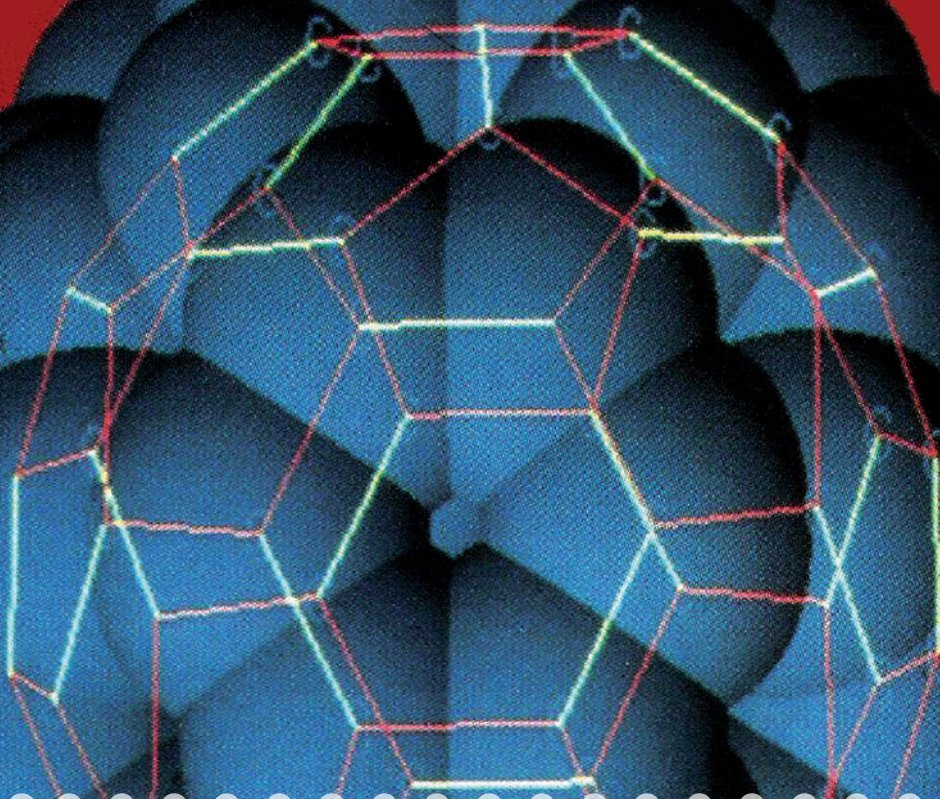
7 - نمبر ائومی یک عنصر 21 است، موقعیت عنصر مذکور را در پرئود و گروپ مشخص سازید:

الف - گروپ سوم اصلی پرئود 4، ب - گروپ سوم فرعی پرئود 4 ج - گروپ

- اول اصلی پر یود 3، د - گروپ دوم اصلی پر یود 4
- 8 - ساختمان الکترونی قشر آخری یک عنصر $3s^2 3p^4$ است، عنصر مذکور در کدام پر یود قرار دارد؟
- الف - پر یود سوم ب - پر یود دوم ج - پر یود ششم د - پر یود چهارم
- 9 - شعاع اتمی کدام عنصر ذیل بزرگ است؟
- الف - استرانسیم ب - آلومینیم ج - روبیدیم د - سلفر
- 10 - اکتینایدها در کدام حجره جدول مندلیف قرار دارد؟
- الف - خانه نمبر 64 ب - خانه نمبر 57 ج - خانه نمبر 89 د - خانه نمبر 72
- 11 - دانستن موقعیت یک عنصر در جدول پر یودیک کدام مطالبی را در مورد عناصر به طور دقیق در اختیار قرار می دهد؟
- الف - خواص کیمیاوی ب - خواص فزیکمی ج - الف و ب هر دو د - هیچکدام

سوالات تشریحی:

- چرا جدول مندلیف را به نام جدول پر یودیک یاد می نمایند؟
- قانون مندلیف را در مورد جدول مندلیف تحریر دارید.
- طویل ترین پر یود و کوتاه ترین پر یود جدول مندلیف کدامها اند؟ معلومات ارائه نمایید.
- عنصر M در گروپ اول اصلی و پر یود ششم قرار دارد، ساختمان الکترونی آن را تحریر دارید.
- چرا عناصر عین گروپ دارای خواص مشابه اند؟ در باره معلومات ارائه بدارید.
- جدول دوره یی عناصر دارای چند گروپ و دارای چند پر یود است؟
- تعداد عناصر فلزی زیاد است و یا اینکه تعداد عناصر غیر فلزی زیاد می باشد.
- انرژی یونانیزیشن چیست و تناوب آن در جدول مندلیف به کدام منوال است؟
- شعاع اتمی چیست؟ تغییرمتناوب آن در جدول مندلیف چه طور است؟
- الکترون خواهی عناصر و تناوب آن در جدول مندلیف چی مفهوم را ارائه می نماید؟
- ترتیب و تنظیم عناصر در جدول مندلیف از لحاظ خواص فلزی و غیر فلزی به کدام منوال است؟ در باره معلومات ارائه بدارید.



روابط کیمیایی (Chemical Bonds)

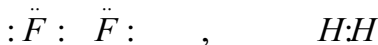
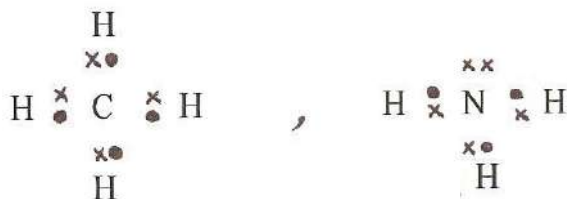
آیا گاهی هم به این مطلب متوجه شده اید که چرا ذرات کوچک مواد باهم وصل گردیده، اجسام بزرگ را تشکیل می دهند؟ مالیکولها چگونه تشکیل می گردند؟ مواد چگونه و به اساس کدام قوه یک در دیگر حل می شود؟ به همین ترتیب رابطه چیست؟ کدام قوهها باعث اتصال ذرات باهم دیگر می گردد؟ انواع روابط کدامها اند؟ چرا رابطه بین اتمهای مواد تشکیل می گردد؟ طرز تشکیل روابط به کدام منوال است؟ درین فصل راجع به مشخصات روابط، طرز تشکیل روابط، انواع روابط و دیگر خصوصیات روابط معلومات ارائه شده و تمام فعل و انفعال مواد که باعث تشکیل روابط می گردد، توضیح گردیده است.

۳-۱: مشخصات روابط کیمیایی و سمبول‌های لیویس

قوة جاذبه بین اتم‌ها را در یک مالیکول به نام رابطه کیمیایی (Chemical bond) یاد می‌نمایند. موجودیت مواد دارای چندین اتمی این واقعیت را بر ملا ساخت که اتم‌ها بالای یک دیگر تأثیر انداخته، مرکبات را به وجود می‌آورد که نسبت به اتم‌های آن دارای سطح پایین انرژی می‌باشند. در صورتی که مقدار مقاومت انرژی بین اتم‌ها و مالیکول‌های مربوط 10 Calory/mo1 باشد، رابطه تشکیل می‌گردد.

موضوع رابطه کیمیایی بخش عمده کیمیای نظری را تشکیل می‌دهد. در نتیجه استقرار روابط بین اتم‌ها، ذرات مغلق از قبیل مالیکول‌ها، رادیکال‌ها، کریستال‌های مواد و غیره تشکیل می‌گردد. رابطه کیمیایی در نتیجه عمل متقابل دو یا بیشتر از دو عناصر تشکیل گردیده و توأم با آزاد شدن انرژی می‌باشد.

قبل از ایجاد تیوری کوانت، در مورد تشکیل روابط کیمیایی نظریه لیویس حکم فرمایی داشت. در سال 1916 عالمی به نام لیویس (Liwes) نظریه تشکیل روابط کیمیایی را انکشاف داد که طبق این نظریه «رابطه کیمیایی» در نتیجه مشترک قراردادن جوهره الکترون‌ها بین دو اتم برقرار می‌گردد، در این صورت هر یک از اتم‌ها یک، یک الکترون را با هم شریک می‌سازند که این نوع رابطه را به نام رابطه کووالانس یاد می‌نمایند، زیرا روابط بین اتم‌ها در مالیکول‌های H_2 ، F_2 ، NH_3 و CH_4 ارائه گردیده که الکترون‌های اتم‌های عناصر به (x) و یا (•) ارائه شده است:

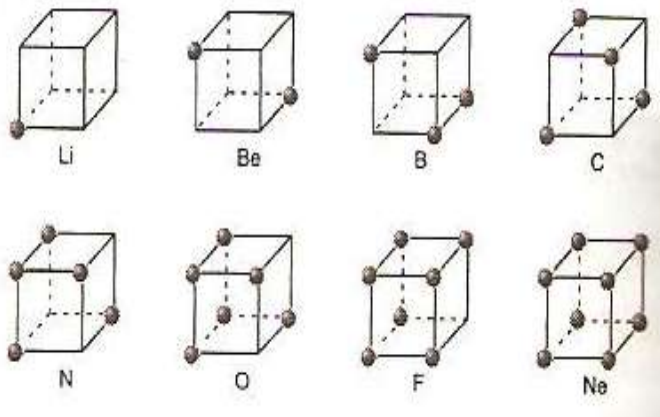
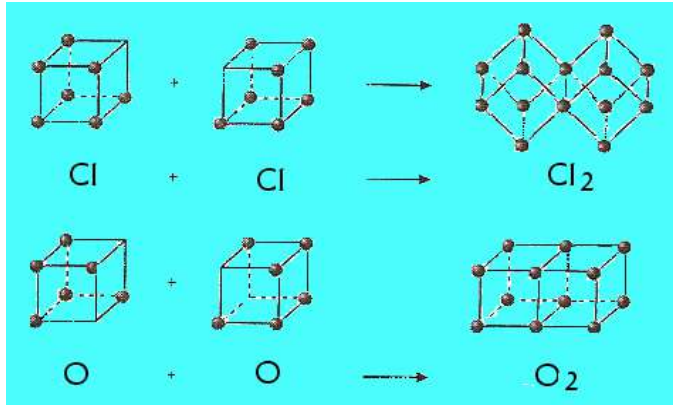


در نتیجه استقرار روابط بین اتم‌ها در تشکیل مالیکول مرکب اتم‌ها و مالیکول‌ها ساختمان الکترونی باثبات را حاصل و قشر خارجی خود را به 2 و 8 الکترون بالغ می‌سازد.

جمله ذیل را به خاطر داشته باشید.

قاعده اکتیت یا قاعده هشتای تعداد روابط تشکیل شده اتم‌ها با یک دیگر باعث مشبوع شدن قشر الکترونی خارجی و لانسای آن‌ها توسط هشت الکترون می‌گردد.

در ابتدا لیویس برای نمایش چگونه گی تشکیل روابط اتمها به اساس قاعده اکتیت، الکترونهاى ولانس هر اتم را در رأس هر مکعب تصور کرد که هسته اتم در مرکز آن قرار دارد و تازمانی که در این رأس های مکعب الکترونها قرار نگیرد، آن اتم می تواند رابطه بر قرار نماید. این اشکال قرار ذیل است:



شکل (3-1) ساختمان لیویس

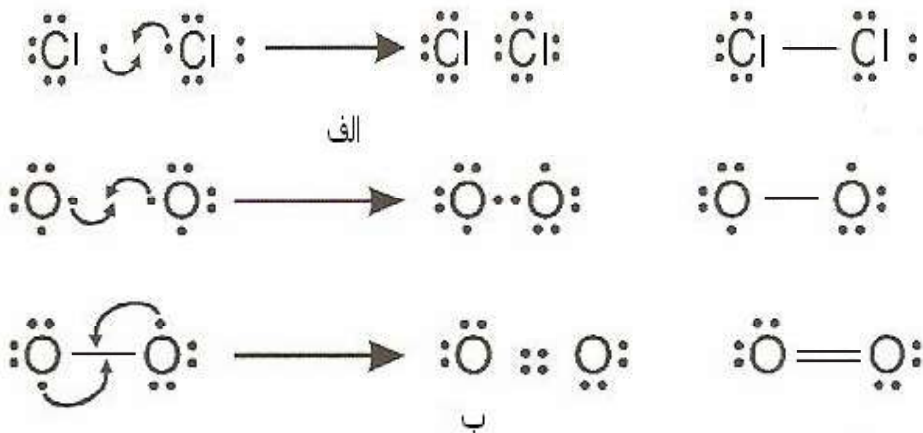
۳-۲: قانون اوکتیت و ساختمان لیویس

طریقه نمایش اتمها و مالیکولها که در آن الکترونهاى قشر ولانسی با نقطه و جوهره های الکترونهای مشترک رابطه توسط نقطهها و یا به خط (-) بین دو اتم قرار میگیرد، به نام ساختار نقطه یی و یا ساختمان لیویس یاد می گردد.

۳-۲-۱: روش تعیین ساختار الکترون - نقطه یی مالیکولها

الف - روش امتحان و خطا

در این روش الکترونهاى طاقه هر اتم تشکیل دهنده رابطه را در ساختار الکترون نقطه یی درین سمبول هر دو اتم تحریر می نمایند؛ به طور مثال:



شکل (3-2) ساختار الکترونی نقطه یی .

ب - روش سیستماتیک

در این روش منشأ الکترونها در نظر گرفته نشده؛ بلکه چگونگی توزیع الکترونها در اتم‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. مراحل این روش برای آیونهای CO_3^{2-} و مالیکول NO_2 قرار ذیل است:

مرحله اول: محاسبه مجموعی الکترونها و لانسسی و تشکیل روابط ساده

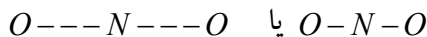
مجموعه الکترون‌های و لانسسی تمامی اتم‌ها $N(v)$ را در مالیکول به دست می‌آوریم و موقعیت اتم‌ها را در مالیکول تثبیت نموده، بین دو اتم یک جوره الکترون را به حیث رابطه ساده قرار می‌دهیم. به اساس هر یک رابطه دو الکترون و لانسسی، از هر مالیکول کم می‌شود.

در مورد آیون‌ها به تعداد چارج منفی بالای $N(v)$ زیاد گردیده و به تعداد چارج مثبت از آن کم می‌گردد. اکثر اتم‌های عناصری که تعداد آن‌ها در مالیکول کم است، در مرکز قرار داده می‌شود و اتم‌های عناصر دیگر به اطراف آن قرار می‌گیرند. رابطه اولی بین دو اتم در مالیکول‌ها نوع رابطه سگما (σ) بوده و رابطه دومی به نام رابطه پای (π) یاد می‌گردد.



$$N(v) = 4e^- (C \text{ برای}) + 3 \cdot 6e^- (O) + 2e^- (\text{anion})$$

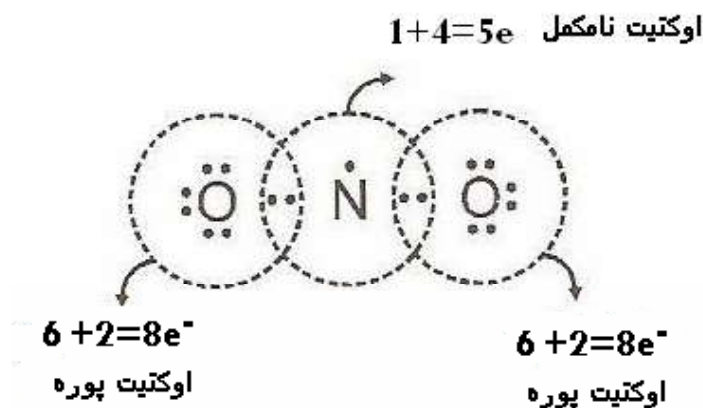
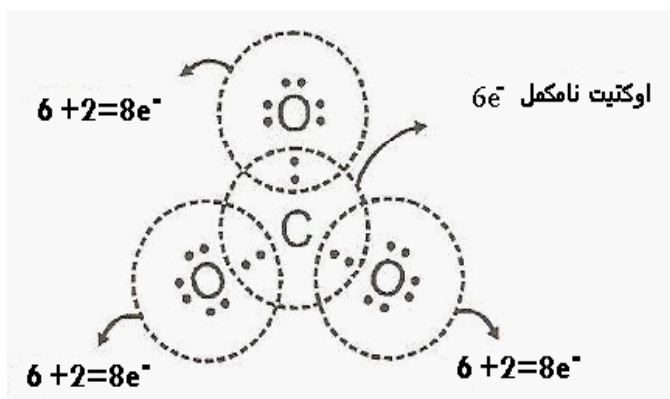
$$N(v) = 24e^-$$



$$N(v) 17e^- - 4e^- = 13e^- \text{ باقی مانده}$$

مرحله دوم: توزیع الکترونهاى باقى مانده بر اساس قاعده اکتیت

الکترونهاى ولانسی باقى مانده بالای اتم‌ها طوری تقسیم می‌گردد که اکتیت هر اتم به اساس آن تکمیل گردد. ابتدا اکتیت اتم‌هاى عناصرى را در یافت میدارند که دارای روابط کمتر بوده و از جمله عناصر الکترونیگاتیف باشد.



شکل (3-3) ساختمان الکترونی در مالیکول‌ها و ایونها

مرحله سوم: تشکیل روابط پای (π) و محاسبهٔ نمبر اکسیدیشن

اگر اکتیت اتم‌هاى عناصر در مالیکول مرکب تکمیل نشده باشد، جوړه الکترونهاى آزاد اتم همجوار طوری جابجا ساخته می‌شود که بین شان مشترک واقع شده و رابطهٔ (π) تشکیل می‌گردد؛ بنابراین نمبر اکسیدیشن هر اتم در مالیکول قرار ذیل محاسبه می‌گردد:

(تعداد روابط بین اتم‌ها) = (تعداد الکترونهاى آزاد) - (تعداد الکترونهاى ولانسی قبل از رابطه) = نمبر گروپ = نمبر اکسیدیشن اتم

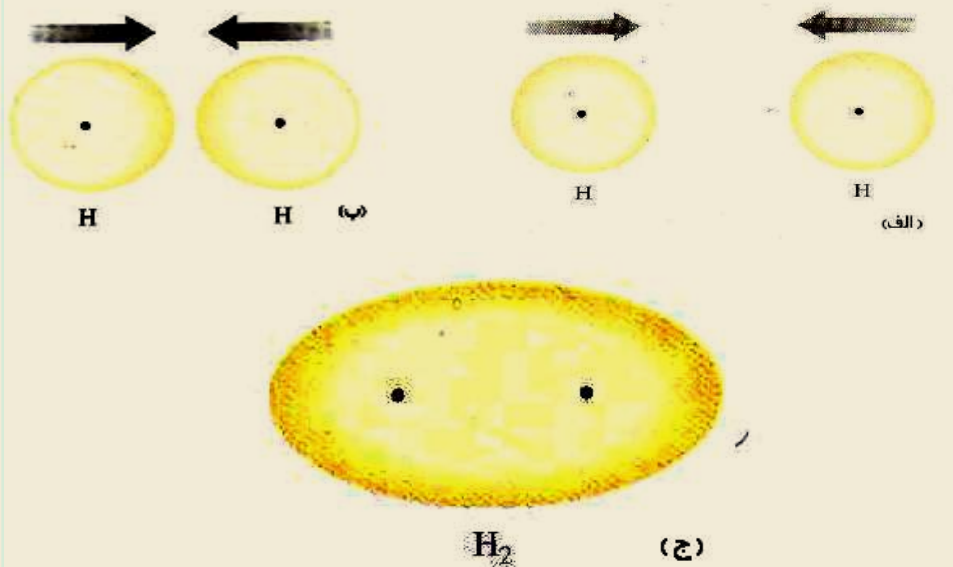
به این اساس مجموعهٔ الجبری نمبرهای اکسیدیشن اتم‌های عناصر متشکله مالیکول مرکب مساوی به صفر است و در آیونها مساوی به چارج آیونها می‌باشد.

معلومات اضافی



ممکن بعضی از اتم‌ها (مانند نایترجن در NO_2) اکتیت خود را پوره نکرده باشد و این یک استثنا بوده که در مالیکول NO_2 دیده می‌شود، در این مالیکول به خاطر طاقه بودن الکترون، در مجموع الکترون‌های ولانسی هیچ امکان برای پوره کردن اکتیت اتم‌های آن موجود نیست.

مفکوره لیویس بعضی از حقایق را در مورد رابطه ارائه داشته؛ اما علت تشکیل روابط را توضیح کرده نمیتوانست. با انکشاف نظریات میخانیک کوانت علت تشکیل روابط واضح ساخته شد. در صورتی که الکترون یک حالت ابرالکترونی را دارا است، در این صورت تشکیل همچو رابطه توسط جفتی از الکترونی در نتیجهٔ تداخل ابرالکترونی دو اتم تصور شده میتواند:



S - S Orbital

شکل (3-4) شیمیای تشکیل رابطه کیمیای بین دو اتم و تداخل ابرالکترونی s - s طوری که در شکل (3-4) دیده می‌شود، کثافت ابرالکترونی در بین دو هسته

اتوم‌های هایدروجن در مالیکول آن‌ها بیشتر می‌باشد. علت آن این است که این ساحه بیشتر تحت تأثیر هسته‌ها قرار داشته و الکترون‌ها توسط این دو هسته کش و در این محل متراکم می‌گردد. از اینجا گفته می‌توانیم: قوه که باعث تشکیل رابطه کیمیاوی می‌گردد، دارای خاصیت الکتروستاتیکی است.

نظریات لیویس در مورد مشترک بودن دو الکترون در رابطه از نظر میخانیک یک مفهوم عمومی بوده، قرار پرنسیپ پاولی این دو الکترون باید توسط یکی از نمبرهای کوانتم خویش از هم دیگر فرق داشته باشند (نمبرسپین شان) در صورت اتوم هایدروجن و تشکیل مالیکول اوربیتال، در مالیکول اوربیتال S باید جهت اسپین (Spin) الکترون‌ها مخالف یک دیگر باشد.

طریقه که در آن الکترون‌ها بین دو اتوم مشترک قرار می‌گیرد و سبب تشکیل رابطه می‌گردد، به نام میتود ولانسی روابط کیمیاوی (MVB) یاد می‌شود. عموماً رابطه کیمیاوی را توسط (—) افاده می‌نمایند و در انجام‌های این خط تصور یک، یک الکترون موجود است.

۳-۲-۲: ولانس (Valance)

ولانس نوع از خاصیت اتوم‌های عناصر بوده که تعداد معین اتوم‌های دیگر را نصب و یا تعویض می‌نمایند؛ یا به عباره دیگر: قوه اتحاد اتوم‌های عناصر کیمیاوی را در تعاملات به نام ولانس اتوم همان عنصر یاد می‌نمایند. کلمه ولانس از اصطلاح لاتین (Valantia) گرفته شده است که به معنی ظرفیت می‌باشد.

کوسیل (Kossel) در اولین مقاله علمی خود توضیح نمود که رابطه‌ها در نتیجه انتقال کامل الکترون‌ها از یک اتوم به اتوم دیگر تشکیل می‌گردد تا تعداد الکترون‌های قشر خارجی اتوم‌های عناصر به هشت الکترون بالغ گردد. الکترون‌های گرفته شده و باخته شده هر اتوم ولانس آن را مشخص می‌سازد.

۳-۳ انواع روابط کیمیاوی:

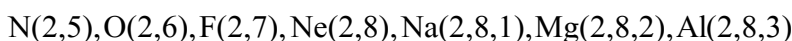
۳-۳-۱: رابطه آیونی (Electro Volant bond)

مطالعات ساختمان اتوم خاصاً ساختمان الکترونی اتوم نشان می‌دهد که ساختمان $ns^2 np^6$ به گازات نجیبه مطابقت دارد، این گازات عبارت از Rn, Xe, Kr, Ar, Ne, He است، ولی $(IS^2) He$ است، در نتیجه تحقیقات دریافت نمودند که گازات مذکور در تعاملات کیمیاوی سهم نمی‌گیرند و باثبات می‌باشند. ثبات کیمیاوی گازات نجیبه مربوط به مشبوع بودن قشر آخری آن‌ها توسط هشت الکترون است.

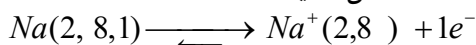
در سال 1916 م. علما هر یک: (کوسیل Kossel) و (لیویس Liwes) مستقل از هم دیگر تیوری روابط کیمیاوی را ارائه داشته، آن‌ها تشکیل روابط را همانا باختن و گرفتن الکترون‌ها توسط اتم‌ها غرض تکمیل هشت الکترون مدار آخری دانسته تا ثبات لازمه را حاصل نمایند.

تسلسل عناصر را در سیستم پریودیک که از نیون (Ne) آغاز یافته است، ملاحظه می‌نماییم.

(در قوس تعداد الکترون‌های قشر K, L, و یا M عناصر نشان داده شده است.)

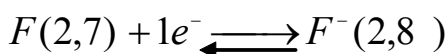


اتم Na میتواند در نتیجه باختن یک الکترون ساختمان گاز نجیب Ne را اختیار کند و ساختمان الکترونی باثبات را حاصل نماید:

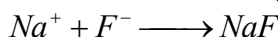


موجودیت 10 الکترون و 11 پروتون در اتم سدیم باعث آن گردیده است تا سودیم چارج مثبت داشته و به ذره چارجدار Na^+ مبدل شود که به نام کتیون (Cathion) یاد می‌گردد.

فلورین در ساختمان الکترونی خود نسبت به عنصر Ne یک الکترون کمتر داشته و با گرفتن یک الکترون ساختمان الکترونی با ثبات گاز نجیب Ne را حاصل و اکتیت خود را تکمیل می‌سازد:



ذره که متشکل از 10 الکترون و 9 پروتون است عبارت از آيون چارجدار منفی فلورین (F^-) است. بین ذرات چارجدار مثبت (Na^+) و آيون منفی (F^-) قوه جاذبه الکتروستاتیکی عمل می‌نماید و در نتیجه این جذب رابطه کیمیاوی برقرار می‌گردد، این نوع رابطه را به نام رابطه آیونی یا برقی (Electro valente bond) یاد می‌نمایند:



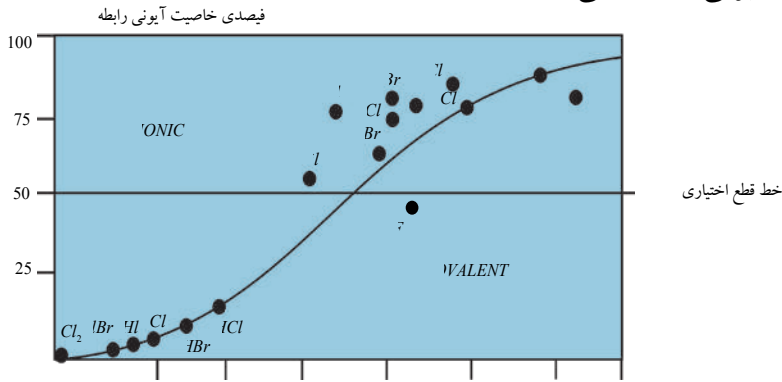
رابطه آیونی نوع از رابطه کیمیاوی است که در نتیجه قوه جذب الکتروستاتیکی بین ذرات چارجدار که دارای علامه مخالف باشد، برقرار می‌گردد.

خاصیت آیونی در روابط کووالانسی

رابطه اشتراکی قطبی، سرحد بین رابطه اشتراکی کامل (غیر قطبی) و آیونی را تشکیل می‌دهد؛ زیرا در این رابطه ابر الکترون‌ها به طور قسمی از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌گردد. اگر الکترون‌ها به طور کامل از یک آيون به آيون دیگر منتقل گردد، رابطه آیونی برقرار می‌گردد.

معیارهای تفاوت بین رابطه قطبی و آیونی قرار ذیل است:

به هر اندازه که تفاوت الکترونیگاتیویته بین دو اتم عناصر زیاد باشد، به همان اندازه رابطه بین آن‌ها قطبی می‌باشد. گراف ذیل فیصدی خاصیت رابطه آیونی و تفاوت الکترونیگاتیویته را نشان می‌دهد.



شکل (3-5) گراف فیصدی خاصیت رابطه آیونی و تفاوت الکترونیگاتیویته

به اساس گراف فوق میتوان گفت که رابطه بین دو اتم زمانی برقی یا الکترونیته است که تفاوت الکترونیگاتیویته بین این دو اتم (1.7) و بالاتر از آن باشد. مرکبات آیونی و یامرکبات الکترونیته متشکل از آیون‌ها می‌باشد. در صورتی که الکترونیگاتیویته بین دو اتم 1 الی 1.7 باشد رابطه بین آن‌ها 50% آیونی و 50% اشتراکی قطبی است.

مرکبات آیونی و خواص آن‌ها

کرستل‌ها مرکباتی اند که رابطه آیونی دارد.

آیا راجع به نمک طعام معلومات دارید؟ میدانید که نمک طعام از کدام عناصر تشکیل گردیده است؟ نمک طعام عبارت از سودیم کلوراید است که در طبیعت یافت می‌گردد و فورمول آن $NaCl$ است. فورمول نشان می‌دهد که نمک طعام از عنصر سودیم و کلورین تشکیل گردیده است. سودیم فلز نرم و فعال کیمیاوی بوده و کلورین عنصر گازی است که به شکل مالیکولی یافت شده و فعال می‌باشد و گاز زهری است. در نتیجه تعامل این دو عنصر قرار شکل ذیل نمک طعام تشکیل می‌گردد که رنگ سفید را دارا است.

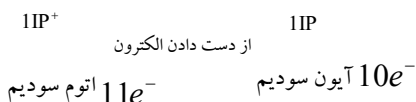
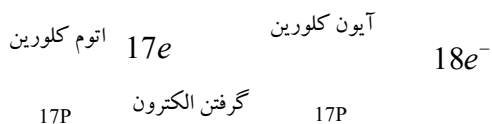


شکل (3-6) تعامل گاز کلورین با سودیم.

کرستل: مواد معدنی جامدی اند که اجزای آن سازنده آن‌ها در سه جهت فضایی به صورت منظم کنار هم دیگر قرار گرفته باشند.

تمام نمک‌ها از جمله نمک طعام مرکبات آیونی بوده و از آیون‌های مثبت و منفی تشکیل گردیده اند. در مالیکول سدیم کلوراید بین اتم سدیم و کلورین رابطه آیونی برقرار بوده، طوری که اتم سدیم با از دست دادن یک الکترون چارج مثبت یک و کلورین با گرفتن یک الکترون چارج منفی یک را به خود اختیار نموده، این‌ها به اساس قوه الکتروستاتیک یک دیگر را جذب نموده و مالیکول سدیم کلوراید را تشکیل می‌دهند. خواص نمک طعام مربوط به ماهیت همین رابطه است. بلورهای مکعبی نمک طعام سخت و شکننده بوده و به حرارت $801^{\circ}C$ ذوب شده و به حرارت $1413^{\circ}C$ غلیان می‌نماید.

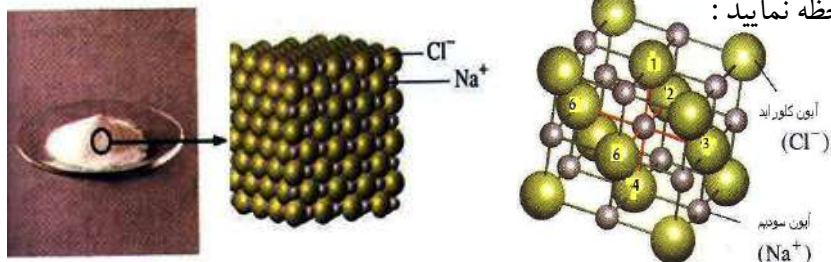
سدیم کلوراید در آب حل شده و به شکل محلول و یا مذابه هادی خوب برق می‌باشد.



شکل (3-7) نمایش انتقال الکترون‌ها در هنگام تشکیل سدیم کلوراید.

خواص سدیم کلوراید مربوط به ذرات تشکیل دهنده آن است، بین سدیم و کلورین در سدیم کلوراید قوه جاذبه قوی موجود است که آن‌ها را باهم مستحکم نگاه داشته و این قوه را به نام رابطه آیونی یاد می‌نمایند. این نوع رابطه در تمام نمک‌ها موجود است، این نوع رابطه تنها مربوط به یک کتیون سدیم و یک آنیون کلوراید نبوده، بلکه بین تمامی آنیون‌ها و کتیون‌های همجوار برقرار شده و نظم ذرات را به وجود آورده است، هر کتیون توسط چندین آنیون و یک آنیون توسط چندین کتیون احاطه می‌گردد. اشکال ذیل

را ملاحظه نمایید:

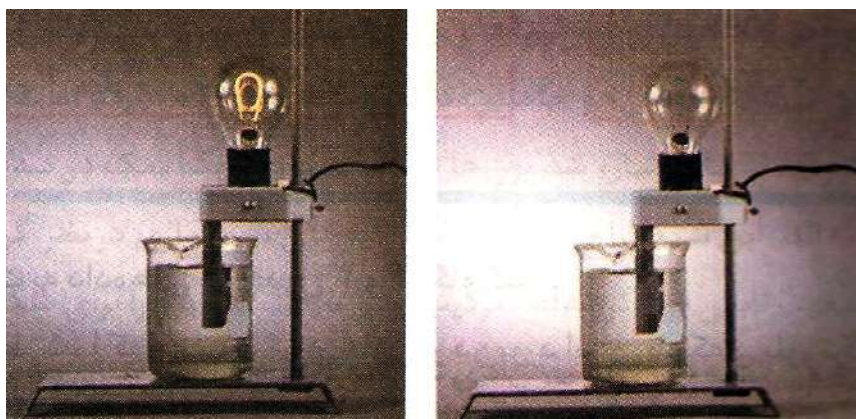


شکل (3-8) آرایش آیونها در یک کرسنال نمک طعام

شکل فوق نشان می‌دهد که هر آیون سدیم توسط شش آیون کلوراید و هر آیون کلوراید توسط شش آیون سدیم احاطه و نظم ذرات را به وجود آورده است. قرار قانون کولمب ذرات چارج دار هم نوع یک دیگر را دفع و مخالف نوع یک دیگر را جذب می‌نماید، قوه جذب بین ذرات چارج دار مخالف علامه نسبت به قوه دفع ذرات هم علامه بیشتر است. در مرکبات آیونی تعداد چارج‌های مثبت و منفی با هم مساوی بوده؛ ازین سبب این نوع مرکبات از لحاظ چارج برقی خنثی می‌باشد.

خواص مرکبات آیونی

محللول آبی ویا مذابۀ مرکبات آیونی هادی برق بوده؛ زیرا دراین مرکبات آیون‌ها در حالت آزادانه حرکت می‌نمایند؛ اما در حالت جامد این مرکبات هادی برق نبوده؛ زیرا ایون‌های نمک‌ها در حالت جامد به جز حرکت اهتزازی دیگر حرکات را دارا نمی‌باشند. اگر چند کرسنال نمک طعام در آب خالص انداخته شود، آیونهای نمک بین مالیکول‌های آب پراکنده شده و آزادانه حرکت نموده، جریان برق را از خود عبور می‌دهند، شکل ذیل را ملاحظه نمایید:



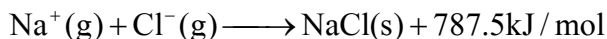
شکل (3-9) جریان برق در محلول نمک طعام.

بیشتر بیاموزید



آیون‌ها در نمک‌ها ساختمان و تنظیم منظم را دارا است ساختار آیون‌ها در کرسنال‌ها به شکل مسلسل بوده و هر آیون توسط آیون‌های مخالف چارج خود احاطه گردیده، نظم را ایجاد و روابط را برقرار می‌نمایند. ساختار تنظیمی آیون‌ها در شبکه کرستالی به جسامت نسبی انیون‌ها و کتیون‌ها از ترتیب خاص پیروی می‌نماید و این ترتیب در تمامی قسمت‌های کرسنال تکرار می‌گردد. ساختاری که در اثر انبار ذره‌های سازنده یک جسم (کتیون‌ها و انیون‌ها) در سه بعدی به وجود می‌آید، به نام شبکه بلوری یاد می‌شود. شکل (3-8) را ملاحظه نمایید.

تشکیل شبکه‌های کرسطالی توأم با آزاد شدن انرژی صورت می‌گیرد. انرژی شبکه کرسطالی عبارت از مقدار انرژی است که در هنگام تشکیل یک مول ماده کرسطالی از آیون‌های مثبت و منفی گازی آن آزاد می‌گردد؛ به طور مثال:



جدول‌های ذیل انرژی شبکه‌های کرسطالی بعضی مواد را به kJ/mol نشان می‌دهد.

جدول (3 - 1) انرژی شبکه‌های کرسطالی هالایدهای فلزات القلی

I^-	Br^-	Cl^-	F^-	آیون‌ها کتیونها
757	807	853	1036	Li^+
704	747	787	923	Na^+
649	682	715	821	K^+
630	660	689	785	Rb^+
604	631	659	740	Cs^+

جدول (3 - 2) مقایسه انرژی شبکه مرکبات کتیون‌های دارنده چارج +1، +2 و +3

O^{2-}	F^-	انیون کتیون
2481	923	Na^+
3791	2957	Mg^{2+}
15916	5492	Al^{3+}

فعالیت



به جدول 1 و 2 به دقت نظر اندازید:

الف - به نظر شما کدام نتیجه گیری‌های ذیل در مورد انرژی شبکه کرسطالی درست خواهد بود و چرا؟

- 1- هر قدر که کتیون کوچک باشد انرژی شبکه کرسطالی آن بیشتر است.
 - 2- هر قدر که چارج انیون بزرگ باشد، انرژی شبکه کمتر است.
 - 3- هر قدر که شعاع انیون بزرگ باشد، انرژی شبکه زیاد است.
 - 4- انرژی شبکه با چارج کتیون رابطه مستقیم و با شعاع آن رابطه معکوس دارد.
- ب - پیش بینی کنید که کدام مرکب آیونی ذیل زیاد ترین انرژی شبکه را دارا است؟

CaO و یا MgO

ج - آیا میتوان بین انرژی شبکه و درجه ذوبان مرکبات آیونی ارتباطی در نظر گرفت؟

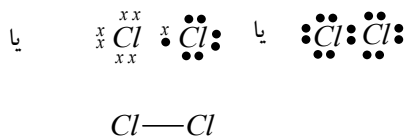
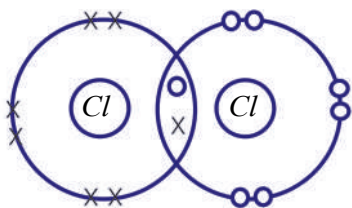
چون قوه جذب بین ذرات مرکبات آیونی قوی است؛ ازین سبب خواص آن‌ها با هم مشابه است؛ به طور مثال: درجه ذوبان و غلیان آن‌ها با هم مشابه است. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (3-3) درجه ذوبان و غلیان با هم مشابه

مرکب آیونی	نقطه ذوب $^{\circ}C$	نقطه غلیان $^{\circ}C$
$NaCl$	801	1413
$RbCl$	715	1390
KF	858	1505
KBr	734	1435

۳-۳-۲: رابطه اشتراکی (Covalent bond)

تیوری روابط کوولنت: رابطه آیونی یگانه شکل روابط کیمیایی نبوده، در مالیکول‌ها روابط مختلف موجود است؛ به طور مثال: در مالیکول Cl_2 رابطه خاصی موجود است که در این مورد لیویس پیشنهاد کرد: هر یک از دو اتم کلورین یکی از الکترون‌های قشر خارجی خود را بین هم مشترک قرار می‌دهد. غرض تداخل اوربیتال‌ها هر یک از اتم‌های کلورین تا حد امکان با همدیگر نزدیک شده و جوهر الکترون‌های مشترک رابطه کوولنت را تشکیل می‌دهد، این الکترون‌ها صرف یک اوربیتال را اشغال نموده و Spin آن‌ها مختلف می‌باشد. شکل ذیل را ملاحظه نمائید:



شکل (3-10) طرزارایه روابط کیمیای در مالیکول کلورین

در میتود روابط کوولانسی اوربیتال‌های اتمی تداخل نموده و اشتراک جوهره الکترونها به ملاحظه میرسد. میتود ملاحظه شده توصیف مالیکول را به نام میتود روابط ولانسی یاد می‌نمایند. هریک از اتم‌ها خاصیت خود را در مالیکول حفظ می‌نمایند؛ لاکن یک و یا چندین الکترون قشر خارجی هریک از اتم‌ها غرض تداخل اوربیتال‌ها در قشر خارجی اتم دیگر نفوذ می‌نمایند.

کثافت ابر الکترونی را توسط ارقام الکترون‌ها به یک مکعب واحد طول اتمی (طول واحد اتمی مساوی به شعاع اوربیتال اولی اتم هایدروجن از نظر Bhor است.) به دست می‌آورند.

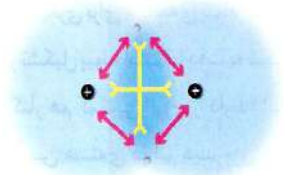
توجه نمایید

کوولانس در لغت به معنی ولانس مشترک است و اشاره به نوع رابطه‌ی است که در آن اتم‌ها از قشر ولانسی یک دیگر و به صورت مشخص از الکترون‌های قشر ولانسی یک دیگر به طور اشتراکی استفاده می‌نمایند، رابطه‌ی که در آن الکترون‌های قشر ولانسی مشترک قرار داده میشود به نام رابطه‌ی اشتراکی یاد می‌گردد

چطور رابطه کوولانس تشکیل می‌گردد؟

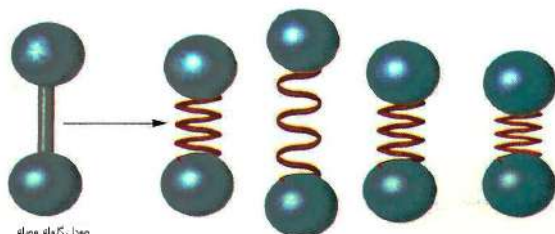
برای ارایه جواب به این سؤال، رابطه ساده کوولانسی را در مالیکول‌های هایدروجن بین دو اتم آن تحت مطالعه قرار میدهیم. دو اتم هایدروجن باهم دیگر نزدیک شده، بین الکترون یک اتم و هسته اتم دیگر آن قوه جذب قوی عمل نموده و از طرف دیگر بین هر یک از

الکترون‌های متعلق به هر اتم هایدروجن و هسته‌های شان قوه دفع عمل می‌کند؛ در ابتدا ممکن تصور شود که این قوه‌های جذب و دفع بالای یک دیگر عمل می‌نمایند و باعث آن می‌گردد تا اتم‌های هایدروجن از هم مجزا باشند؛ اما طوری که معلوم است، هایدروجن به شکل مالیکولی موجود است. در موقع تشکیل رابطه قوه جاذبه نسبت به قوه دفعه فوق الذکر زیاد بوده و اتم‌های هایدروجن را باهم مرتبط ساخته، مالیکول تشکیل



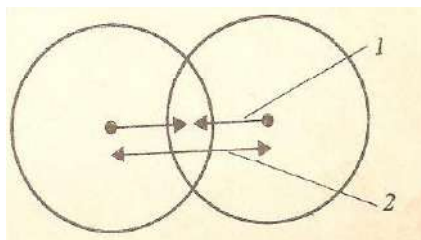
شکل (3-11) قوه دافعه و جاذبه بین اتم‌های هایدروجن در تشکیل مالیکول آن.

می‌گردد، در این صورت بعد از تشکیل رابطه قوه جاذبه و دافعه با هم مساوی می‌گردد. روابط کولانسی را میتوان به شکل یک فنر تصور کرد. شکل زیر را ملاحظه نمایید، زمانی که دو اتم هایدروجن از هم دور می‌گردد، آن‌ها را قوه جاذبه بین هسته و الکترون دوباره نزدیک ساخته و به حالت اولی بر میگرداند، از طرف دیگر قوه دافعه آن‌ها را دوباره از هم دور می‌سازد، در این صورت اتم‌های هایدروجن در امتداد محور رابطه در حال نوسان قرار میداشته باشد، لکن این نوسان‌ها طوری است که همیشه هسته‌های آن‌ها در یک فاصله تعادلی از هم دیگر قرار دارند، این فاصله را به نام طول رابطه یاد می‌نمایند:



مدل گلوله و صله

شکل (3 - 12) رابطه فنی



شکل (3 - 13) قوه کشش و قوه دفع در مالیکول هایدروجن

1 - قوه کشش بین هسته‌ها و ابرالکترونی در فضا بین هسته‌ها.

2 - قوه دفع بین دو هسته

شعاع کولنت

فاصله بین هسته‌های اتم‌های که به اساس روابط کولانسی مرتبط شده اند، مساوی به مجموعه شعاع ولانسی این اتم‌ها می‌باشد، شعاعات کولانت عبارت از مجموعه شعاعات اتم‌های تشکیل دهنده روابط کولنت است. مجموعه شعاعات کولنت کلورین و هایدروجن مساوی به فاصله روابط کولنت هایدروجن کلوراید می‌باشد.

۲ - ۲ - ۳: طول رابطه کیمیاوی

فاصله بین هسته‌های اتم‌های که با هم مرتبط اند، عبارت از طول رابطه است. به صورت عموم طول رابطه در بین اتم‌های عناصر در مرکبات مختلف در حدود $\frac{1}{10}$ ام حصه یک نانومتر است. با تزیاد تعداد روابط بین دو اتم در مالیکول مرکب، طول رابطه کم و کوچک می‌گردد.

در مالیکول های $N \equiv N, N = N, N - N$ طول رابطه ها بین اتم های نایتروجن به ترتیب $0.110\text{nm}, 0.124\text{nm}, 0.147\text{nm}$ است و طول روابط $C \equiv C, C = C, C - C$ به ترتیب $0.120\text{nm}, 0.134\text{nm}, 0.154\text{nm}$ می باشد.

طول رابطه با انرژی ایونایزیشن تناسب برعکس دارد.

اتم های هایدروجن در فاصله دور تر از فاصله تعادلی نسبت موجودیت قوه جاذبه، میل دارند تا باهم نزدیک شوند؛ اما در فاصله کمتر از قوه تعادلی قوه دافعه قوی شده و تمایل دارند تا به حالت تعادلی برگردند.

دو اتم متصل شده باهم دیگر به طور دایم در حال نوسان بوده؛ اما به خاطر داشتن سطح انرژی کمتر رابطه کووالانسی را بین هم برقرار می نمایند.

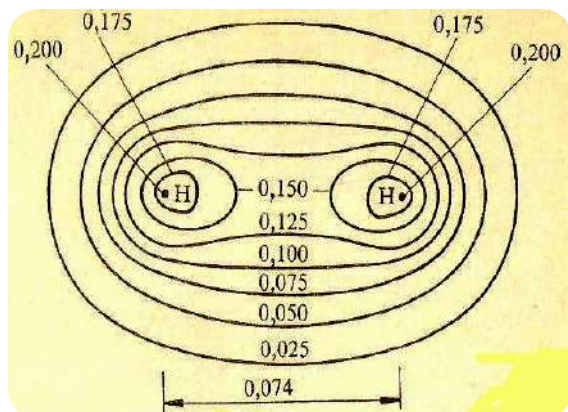
از این جا نتیجه گیری می شود که اتم های هایدروجن متصل شده نسبت به اتم های مجزا پایدار می باشند؛ یا به عباره دیگر هایدروجن مالیکولی نسبت به هایدروجن اتمی در سطح پایین انرژیکی قرار دارد؛ بنابراین زمانی که بین دو اتم رابطه برقراری گردد، در این صورت انرژی آزاد می گردد. جدول ذیل طول و انرژی رابطه کووالانسی را نشان می دهد و برای قطع رابطه و ایجاد اتم ها همان مقدار انرژی ضرورت است که در تشکیل آن آزاد می گردد.

جدول (3 - 4) طول و انرژی رابطه کووالانسی

رابطه	طول (pm)	انرژی kJ / mol	رابطه	طول (pm)	انرژی kJ / mol
H - H	75	436	H - I	161	298
H - C	109	412	C - Cl	177	338
H - Cl	127	432	H - Br	194	276
H - Br	142	366	Cl - Cl	199	243
C - O	143	360	Br - Br	229	193
C - C	154	348	I - I	266	151

الکترونیگاتیویتی و روابط اشتراکی غیر قطبی و قطبی

در روابط بین دو اتم هم‌نوع کثافت الکترونی اوربیتال‌های تشکیل دهنده رابطه‌ها (σ - bonding) به طور متناظر نسبی بین این دو اتم‌ها قرارداد؛ به طور مثال: در



شکل (3-14): شمای کثافت الکترونی مالیکول هایدروجن

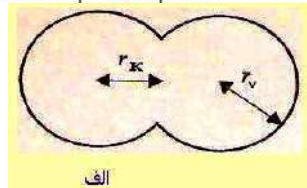
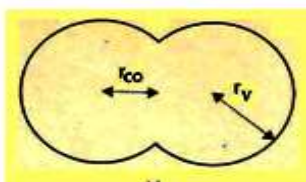
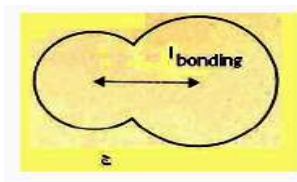
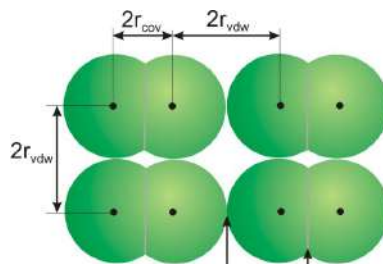
مالیکول H_2 که در شکل (14-3) ملاحظه می‌گردد:

در صورتی که اتم‌های مرتبط شده از عناصر مختلف بوده باشد، روابط قطبی بوده و الکترون‌ها به طرف یکی از اتم‌ها انحراف می‌نماید؛ بطور مثال: در مالیکول HF کثافت ابر الکترونی در ساحت روابط به اتم فلورین نزدیک نسبت به اتم هایدروجن است؛ زیرا قابلیت الکترونیگاتیویتی فلورین نسبت به

هایدروجن بیشتر است (EN فلورین 4 و از هایدروجن 2.1 است)؛ بدین اساس رابطه بین اتم هایدروجن و فلورین قطبی است. مرکز ثقل چارج منفی الکترون‌ها با مرکز ثقل چارج مثبت هسته منطبق نمی‌باشد. اکثر مالیکول‌های مرکبات قطبی بوده، سرحد جدایی معین بین رابطه اشتراکی و رابطه آیونی تعیین شده نمیتواند.

$2r_{cov}$ فاصله بین هسته‌های اتم‌ها که باهم تداخل نموده.

$2r_{vdw}$ فاصله بین هسته‌های مالیکول‌ها در حالت تماس باهم قرار دارند.



شکل (3-15) شعاعات روابط کوولانت و اندروالس برای هایدروجن و کلورین

الف - شعاع r_v و اندروالس: H_2 0,12nm، شعاع کوولنت 0,017nm طول رابطه مساوی به (2nm) است

ب - مالیکول Cl_2 : $r_v = 0.1nm, r_{co} = 0.104nm$
 ج - مالیکول Cl_2 : طول رابطه مساوی به $0.141nm$ است.

بیشتر بدانید

اگر تفاوت الکترونیگاتیویته بین دو اتم صفر یا کمتر از 0.5 باشد، رابطه بین این دو اتم غیر قطبی (Non polar bond) بوده و بالاتر از 0.5 الی یک رابطه قطبی است، در صورتی که تفاوت الکترونیگاتیویته بین دو اتم عناصر (1 الی 1.7) باشد، رابطه بین آنها تقریباً (50%) قطبی و (50%) آیونی بوده و اگر بالاتر از 1.7 باشد رابطه آیونی است؛ به طور مثال: سزیم فلوراید (CsF) را در نظر می‌گیریم، الکترونیگاتیویته سزیم مساوی به 0.7 و فلورین 4.0 است، بنابراین تفاوت الکترونیگاتیویته آنها مساوی به 3.3 می‌باشد، پس خواص این رابطه به رابطه آیونی فوق العاده زیاد مطابقت دارد.

خود را آزمایش کنید

الکترونیگاتیویته آکسیجن 3.5 و الکترونیگاتیویته سلیکان 1.8 است که تفاوت الکترونیگاتیویته آنها 1.7 می‌باشد. نوع رابطه سلیکان و آکسیجن را در سلیکان دای اکساید به اساس دلایل منطقی توضیح نمایید.

توجه کنید:

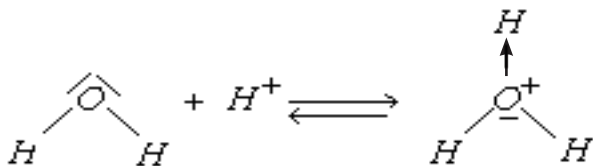
در بعضی موارد اگر تفاوت الکترونیگاتیویته بین اتم‌های دو عنصر کمتر از 0.4 غیر قطبی در نظر گرفته می‌شود؛ به طور مثال: رابطه $C-H$ که یک رابطه مهم در کیمیای عضوی است، غیر قطبی در نظر گرفته می‌شود.

۳ - ۳ - ۳: رابطه کوآرڈینیشن (Coordination bond)

رابطه کوآرڈینیشن نوع رابطه کوولنت بوده که در آن جوهره‌های الکترون مشترک تنها از طرف یکی از اتم‌ها که در رابطه سهم می‌گیرد، در اختیار اتم دیگر قرار داده می‌شود، یکی از اتم‌ها به شکل دهنده ((Donar) تبارز یافته و دیگری آن گیرنده (Acceptor) تبارز می‌نماید که این نوع رابطه را بعضاً به نام رابطه دونا ر - اکسپتور (Donor - Acceptor) نیز یاد می‌نمایند.

اتم‌های عناصر الکترون دهنده (Donar) دارای یک جوهره الکترون آزاد در قشر خارجی خود می‌باشد و اکسپتورها اوربیتال‌های خالی را در قشر خارجی خود دارا اند. کتیون‌های فلزات انتقالی می‌تواند به حیث اکسپتور عمل نمایند. در مالیکول آب اتم آکسیجن دارای دو جوهره الکترون آزاد بوده، این اتم جوهره الکترونهاى آزاد خود را به دسترس ذرات دارای خلأ الکترونی غرض تکمیل اکتیته شان قرار می‌دهند، به طور مثال: H^+ دارای خلای الکترونی بوده و اوربیتال s آن خالی است که این اوربیتال خالی توسط جوهره الکترون‌های

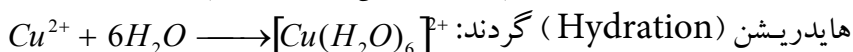
آزاد اکسیجن مشبوع گردیده و در نتیجه رابطه اشتراکی کواردینت بر قرار می گردد:



پس گفته می‌توانیم که (H_3O^+) در نتیجه رابطه کواردینیشن حاصل می‌گردد و چارج مثبت پروتون در تمام آيون توزیع می‌گردد؛ به همین ترتیب آب با آيون‌های فلزات کواردینیشن می‌گردد؛ به طور مثال: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

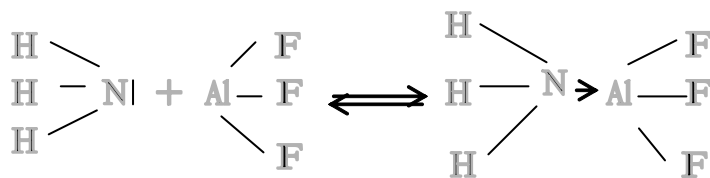
انحلالیت اکثریت نمک‌ها مربوط به تشکیل روابط بین آيون‌های فلزات و مالیکول‌های آب است، برای قطع روابط بین آيون‌های شبکه‌های کرسنال‌ها انرژی به مصرف رسیده و در موقع تشکیل رابطه‌ها در آيون‌های کرسنال‌ها انرژی آزاد می‌گردد.

اگر در اثر تشکیل روابط کواردینیشن بین اتوم‌های فلزات و آب انرژی آزاد گردد، در این صورت ممکن تعادل به طرف پروسس حل شدن ادامه پیدا نماید و آيون‌های فلزات



اتوم نایتروجن در مالیکول امونیا $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$ جوره الکترون‌های آزاد خود را به اتوم المونیم

در مالیکول AlF_3 داده و در نتیجه بین اتوم نایتروجن و المونیم رابطه کواردینیشن برقرار می‌گردد؛ در این صورت قشر الکترونی هریک از اتوم نایتروجن و المونیم حاوی هشت - هشت الکترون بوده و از مشبوعیت الکترونی قشر آخری برخوردار می‌باشند.

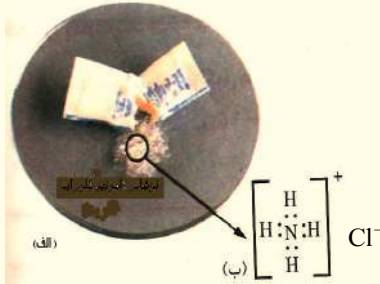


رابطه کواردینیشن را توسط خط تیر افاده می‌نمایند (\rightarrow) که سمت تیر از طرف دوناار به طرف اکسپتور متمایل می‌باشد.

فعالیت



شکل داده شده مالیکول نوشادر (امونیم کلوراید) را نشان می‌دهد، بادر نظر داشت این شکل انواع روابط را در آن به شکل گروهی مشخص ساخته و در صنف ارائه بدارید.



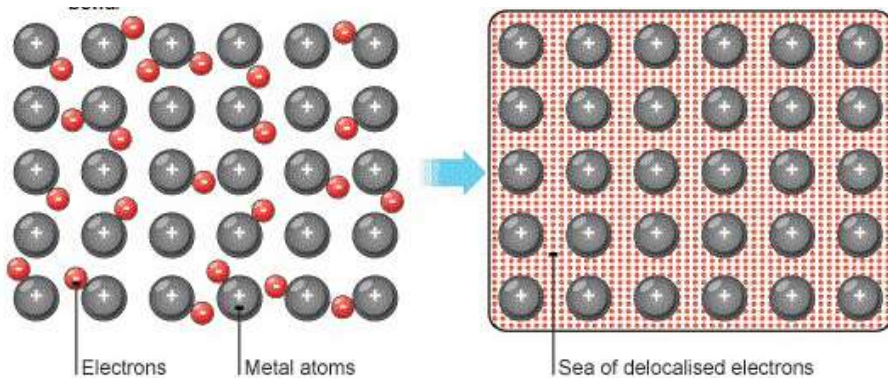
شکل (3-16) رابطه کواردینیشن در امونیم کلوراید

توجه کنید:

تداخل دو اوربیتال یک الکترونی را با یک دیگر به نام رابطه اشتراکی ساده و تداخل یک اوربیتال دو الکترونی با یک اوربیتال خالی را به نام رابطه اشتراکی کواردینیشن و یا رابطه یک طرفه یاد می‌نمایند.

۳-۳-۴: رابطه فلزی

انرژی آیونیزیشن و الکترونیگاتیویته فلزات پایین بوده و اتصال الکترون‌های قشر خارجی آن‌ها نسبتاً سست است.



به یاد داشته باشید که:

قوة جذب بین الکترونهای ابر الکترونی تشکیل شده و آیونهای مثبت فلزات را به نام رابطه فلزی یاد می‌نمایند.
 قوة جذب بین آیونهای مثبت و ابر الکترونی تشکیل شده در فلزات به اندازه قوی است که باعث تراکم ذرات آن‌ها گردیده و از همین سبب است که فلزات سخت بوده و قابلیت چکش خوردن و تورق رادار دارند؛ به طور مثال: تشکیل سیم و تخته‌های مسی، المونیمی و غیره نمایانگر روابط ذرات فلزی در اجسام فلزی می‌باشند.

۳-۳-۵: خواص فیزیکی روابط کیمیایی

انواع روابط مالیکولها، صفات مالیکولها را مشخص می سازد. نقطه غلیان و نقطه ذوبان مستقیماً به روابط اتمها در مالیکولها مربوط است؛ به طور مثال: سه مالیکول F_2 ، HF و NaF را از نقطه نظر درجه غلیان و ذوبان باهم مقایسه می نمایم.

جدول (3-5): مقایسه درجه غلیان و ذوبان سه مالیکول HF ، F_2 و NaF :

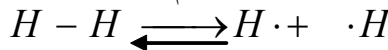
مالیکول	درجه غلیان	درجه ذوبان
F_2	$-187^\circ C$	$-218^\circ C$
HF	$+20^\circ C$	$-83^\circ C$
NaF	$1707^\circ C$	$995^\circ C$

طوری که دیده می شود، NaF مالیکول آیونی بوده نقطه ذوبان و غلیان آن بلند است، درحالیکه HF یک مالیکول قطبی بوده و یا نیمه آیونی می باشد، درجه غلیان و ذوبان آن خیلی ها پایین است و بالاخره F_2 که یک مالیکول غیرقطبی است.

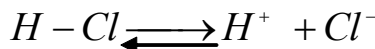
درجه ذوبان و غلیان آن به مراتب کوچکتر از دو مالیکول قبلی می باشد. درجه غلیان و ذوبان و درجه تفکیک یک مالیکول علاوه از اینکه به نوع رابطه اتمهای آن وابسته بوده، به رابطه های دومی و قوه بین مالیکولی آنها نیز رابطه دارد.

۳-۳-۶: قطع همولیتیکی و هترولیتیکی روابط کیمیایی

برای قطع روابط کیمیایی همان قدر انرژی ضرورت است که در زمان تشکیل آن آزاد گردیده است. رابطه کیمیایی به دو میخانیکیت قطع می گردد، یکی عبارت از قطع همولیتیکی (Homolytic) و دیگر قطع هترولیتیکی (Heterolytic) است. در قطع همولیتیکی هر اتم الکترون خود را که در تشکیل رابطه سهمیم بوده، دوباره اخذ نموده و هر ذره دارای الکترون طاقه بوده که همچو ذرات را به نام رادیکال (Radical) یاد می نمایند.



قطع رابطه که در آن جوهره الکترونهاي رابطه به یک اتم الکترونیگاتیف تعلق می گیرد و آیونهای دارای چارج مختلف تولید می گردند، به نام قطع هترولیتیکی یاد می شود. به طور مثال: انفکاک مالیکول HCl :



نوت: قطع همولیتیکی رابطه توسط نور یا حرارت و یا تشعشع صورت می گیرد.

۳-۳-۷: اشکال روابط

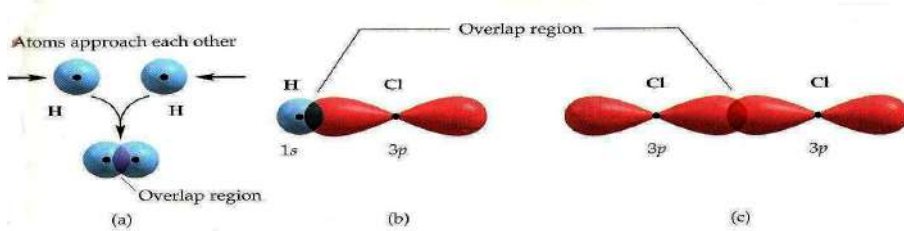
بصورت عموم رابطه دارای دو شکل است:

۱- **رابطه سگما (σ):** روابط کیمیایی به اساس پوشش و تداخل اوربیتالها تشکیل می گردد. اگر پوشش ابرهای الکترونی به امتداد خطی که هسته های دو اتم را وصل می سازد، صورت بگیرد، یعنی تداخل اوربیتالها مستقیم و اعظمی باشد، رابطه مستحکم بوده و به نام رابطه سگما (σ) یاد می شود که این رابطه میتواند از تداخل دو اوربیتال S و یا یک اوربیتال S و یک اوربیتال P و یا دو اوربیتال P بطور مستقیم تشکیل گردد. شکل (3-17).

رابطه کیمیایی که به اساس مشترک ساختن یک جوره الکترونها بین دو اتم تشکیل گردیده باشد، به نام رابطه یگانه یاد می شود. اوربیتالها در نتیجه تداخل مستقیم خود صرف رابطه (σ) را تشکیل می دهد.

۲- **رابطه π :** رابطه اشتراکی بین دو اتم در مالیکولها میتواند دو گانه و یا سه گانه باشد. این نوع رابطه توسط بیشتر از یک جوره الکترونها تشکیل می گردد؛ به طور مثال: در مالیکول آکسیجن O_2 رابطه بین دو اتم آکسیجن دو گانه و در مالیکول نایتروجن (N_2) رابطه بین دو اتم نایتروجن سه گانه است.

اگر تداخل اوربیتالهای اتمی جانبی باشد، یعنی پوشش ابر الکترونی اوربیتالهای P جانبی بوده باشد و بالای محور X عمود قرار گیرد، این رابطه تشکیل شده به نام رابطه π یاد می شود. در مالیکول نایتروجن اوربیتالهای P دو اتم نایتروجن تداخل مستقیم را متقبل شده، یک رابطه (σ) را تشکیل می دهند، رابطه که از تداخل PZ اوربیتالهای دو اتم نایتروجن تشکیل می گردد، چون این تداخل اوربیتالها جانبی بوده که بین دو ساحه پوشش به وجود می آید و این دو ساحه در بالا و پایین محور X قرار دارند، رابطه تشکیل شده به نام π یاد میشود، رابطه دومی مالیکول نایتروجن از تداخل جانبی اوربیتالهای Py دو اتم نایتروجن به وجود آمده و طوری که گفته شد، در تشکیل رابطه تداخل اتم اوربیتالها جانبی و سست بوده؛ بنابراین رابطه سست و نسبت به رابطه (σ) غیر مستحکم است. اوربیتالهای نوع P میتواند هم رابطه π و هم رابطه σ را تشکیل دهند. در رابطه های چند گانه حتمی یک رابطه (σ) بوده و رابطه دیگر π است. اشکال ذیل تداخل و پوشش اتم اوربیتال P_x را در تشکیل روابط مالیکولی افاده می کند.



شکل (3-17): تداخل اوربیتالها و پوشش آنها در مالیکولهای هایدروجن، کلورین و HCl



نوع روابط بین اتم‌ها را در مرکبات بعد از ترسیم ساختمان مالیکول‌های ذیل مشخص سازید:

الف- KNO_3 ب- H_2SO_4 ج- $NaCl$

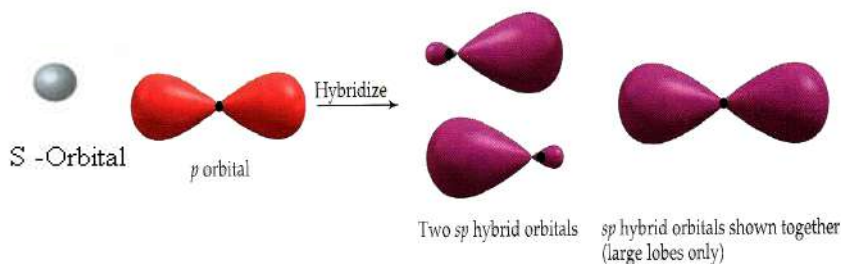
۳-۴-۱: هایبریدیزیشن (Hybridization) و زاویه بین روابط

Hybridization: کلمه Hybrid در یونانی به معنی اختلاط خون بوده، یعنی نسلی که از دو نسل مختلف حاصل شده باشد که مفهوم امتزاج و یا اختلاط را می‌رساند. در این جا منظور از اختلاط دو یا چندین اوربیتال اتمی مختلف بوده که دو یا چندین اوربیتال هایبریدی جدید را به میان می‌آورد.

الکترونها و لانسای اتم‌های عناصر کیمیای می‌توانند در اوربیتال s, p, d, f و غیره موجود باشد که در این صورت تمام اوربیتال‌های ذکر شده از لحاظ انرژی هم ارزش نبوده و روابط آن‌ها نیز هم ارزش نمی‌باشد؛ لکن تجربه به اثبات رسانیده که در مالیکول‌های که اتم مرکزی آن‌ها دارای اوربیتال‌های مختلف و لانسای (s, p, d, \dots) اند، از لحاظ رابطه هم ارزش می‌باشند، این مطلب توسط علما هریک Cleyster و Pamling توضیح گردید. علمای مذکور ارائه داشته اند که اوربیتال‌های که از لحاظ انرژی اختلاف زیادی نداشته و در عین قشر اصلی واقشار اخیر اتم قرار داشته باشند مطابق به تعداد اولی شان با هم Hybridization نموده به تعداد اولی خود اوربیتال‌های هایبرید شده را تولید می‌نمایند که در یک سطح انرژی قرار دارند و عین ساختمان ابر الکترونی را دارا می‌باشند، این اوربیتال‌ها به سمت تشکیل رابطه کش شده و تداخل آن‌ها اعظمی بوده، زمینه تشکیل روابط مساعد می‌گردد.

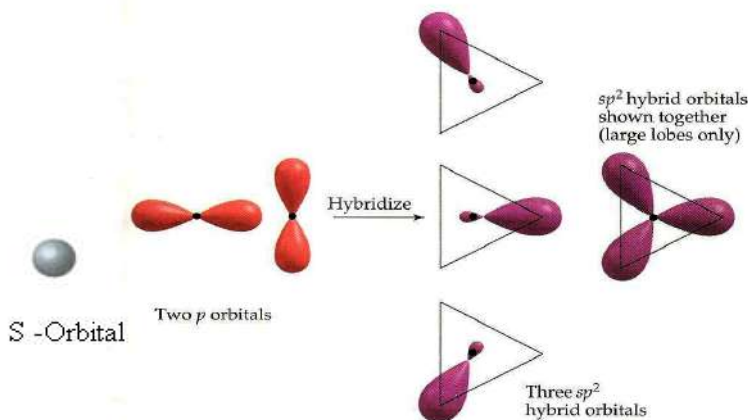
در هایبریدیزیشن اوربیتال‌های اتمی یک مقدار انرژی به مصرف رسیده، بنابر آن این اوربیتال‌ها بی ثبات به نظر می‌رسند؛ اما در اثنای تشکیل رابطه انرژی را از دست داده، ثبات لازمه را حاصل می‌نمایند

sp هایبرید: در این نوع هایبرید یک اوربیتال s و یک اوربیتال p با هم امتزاج نموده، در نتیجه هایبرید ($sp - hybrid$) تشکیل می‌گردد که زاویه و لانسای روابط 180° درجه بوده، مثال آن را می‌توان هایبرید sp عناصر Hg, Cd, Be در مرکبات هلو جنیدها ارائه کرد. نتایج تجربی نشان می‌دهد که Hg, Cd, Zn, Be هایبرید sp را در هلو جنیدها دارا بوده، مرکبات آن‌ها دارای ساختمان هندسی خطی می‌باشد. سهم s و p هر یک $\frac{1}{2}$ (یکسان) است.



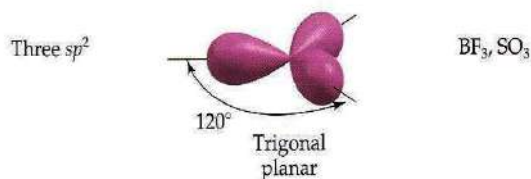
شکل (3 - 18) هایبرید SP :

Sp^2 هایبریدیزیشن: در این نوع هایبرید یک اوربیتال s و دو اوربیتال p با هم امتزاج حاصل نموده ، در نتیجه سه اوربیتال هایبرید شده Sp^2 را تشکیل می دهند، این اوربیتال ها در یک سطح به زاویه 120° درجه نسبت به یک دیگر قرار داشته که سهم s در هر اوربیتال Sp^2 مساوی به $\frac{1}{3}$ و از $\frac{2}{3}$ می باشد و زاویه ولانسی در بین این اوربیتال ها 120° درجه است:



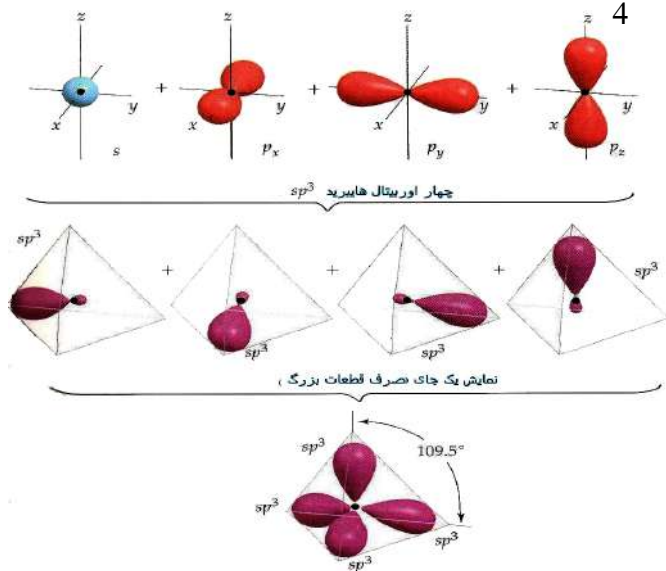
شکل (3 - 19) هایبرید Sp^2 :

هایبرید Sp^2 را اتم های کاربن در هایدرو کاربن های غیرمشبوع فامیل ایتلین دارا اند . درمالیکول BF_3 بورون هایبرید Sp^2 را دارا است:



شکل (3 - 20) هایبرید Sp^2 : BF_3

SP^3 هایبیریدیزیشن: این نوع هایبیریدیزیشن را اتم‌های کربن در هایدروکربن‌های مشبوع دارا بوده و طوری است که یک اوربیتال S با سه اوربیتال P در نتیجه جذب انرژی باهم مختلط گردیده و چهار اوربیتال هایبیرید شده SP^3 را تشکیل می‌دهند که مواجهه به رأس‌های چهار وجهی بوده و زاویه بین آن‌ها 109.5 درجه است. این هایبیریدیزیشن را میتوان در مالیکول CH_4 ، CF_4 و غیره ملاحظه کرد. سهم S در SP^3 $\frac{1}{4}$ و سهم P در آن $\frac{3}{4}$ است.



شکل (3-21) هایبیرید SP^3 :

در هایبیریدیزیشن اوربیتال‌های نیمه پر شده و یا اوربیتال‌های پر شده مکمل سهم داشته ، مالیکول اوربیتال را تشکیل می‌دهد؛ به طور مثال: در اتم نایتروجن اوربیتال‌های $2P$ با داشتن یک الکترون و $2S$ با داشتن دو الکترون سهم گرفته اند. در هایبیریدیزیشن نه تنها اوربیتال‌های S و P سهم گرفته ؛ بلکه اوربیتال‌های d, f نیز سهم می‌یابند. در جدول ذیل اشکال مختلف مالیکول‌ها و آیون‌های که از اوربیتال‌های خالص و اوربیتال‌های هایبیرید شده تشکیل گردیده اند، ارائه شده است.



جدول (3-6) ساختمان فضایی مالیکول‌ها و آیون‌ها و هایبرید در آن‌ها :

تعداد زوج الکترون روی A	اندیس کوردیناسیون	ساختار هیبریدی	L پیوندی NL غیرپیوندی	فرمول	شکل مولکول	شکل هندسی مولکول	نمونه
2	خطی sp	2	2 L	AX_2	خطی		$HgCl_2, CdI_2, Ag(CN)_2^-$
3 (+ 1 electron برای NO_2)	مثلثی واقع در صفحه sp^2	3	3 L	AX_3	مثلث متساوی‌الاضلاع		$BF_3, CO_3^{2-}, ClO_3^{2-}, NO_3^-$
		2	2 L-1 NL	AX_2	شکل V		$SnCl_2, PbCl_2, SO_2, NO_2$
4 (+ 1 electron برای ClO_2)	چهاروجهی منظم sp^3	4	4 L	AX_4	چهاروجهی		$P_4, CH_4, NH_4^+, Ni(CO)_4$
		3	3 L-1 NL	AX_3	هرمی مثلثی		NH_3, H_3O^+, PH_3
		2	2 L-2 NL	AX_2	شکل V		H_2O, H_2S, ClO_2, SCl_2
5	دوهرمی مثلثی منظم sp^3d ou dsp^3	5	5 L	AX_5	دوهرمی مثلثی		$PCl_5, SbCl_5, Fe(CO)_5$
		4	4 L-1 NL	AX_4	چهاروجهی نامنظم		$SF_4, TeCl_4$
		3	3 L-2 NL	AX_3	شکل T		ClF_3, BrF_3
		2	2 L-3 NL	AX_2	خطی		ICl_2^-, I_3^-
6	هشت وجهی منظم sp^3d^2 ou d^2sp^3	6	6 L	AX_6	هشت وجهی		$SF_6, PCl_6^-, FeF_6^{3-}, SiF_6^{2-}, AlF_6^{3-}, Fe(CN)_6^{4-}, Cr(CO)_6$
		5	5 L-1 NL	AX_5	هرمی به قاعده مربع		ClF_5, BrF_5, IF_5
		4	4 L-2 NL	AX_4	مربع در سطح		ICl_4^-, BrF_4^-

فعالیت



بادر نظر داشت ساختمان مالیکولی مرکبات و ترسیم آن‌ها، هایبریدیزیشن آکسیجن را در مالیکول آب و هایبریدیزیشن اتوم‌های کاربن شماره 1-4 را در مالیکول $CH_3-CH=CH_2$ مشخص سازید.



* قوه جاذبه بین اتم هارا دریک مالیکول به نام رابطه کیمیاوی (Chemical bond) یاد می نمایند.

* ولانس نوعی از خاصیت اتم های عناصر بوده که تعداد معین اتم های دیگر را نصب و یا تعویض می نمایند، یابۀ عبارتۀ دیگر: قوه اتحاد اتم های عناصر کیمیاوی را در تعاملات به نام ولانس اتم همان عنصر یاد می نمایند.

* انرژی یک رابطه کیمیاوی عبارت از همان مقدار انرژی است که در اثنای تشکیل مالیکول ازدو اتم آزاد می گردد.

* قابلیت کشش ابر الکترونی جوهره های الکترونی را توسط اتم به نام الکترونیگاتیویتی یاد می نمایند که به EN افاده می گردد.

* انواع روابط مالیکولها، صفات مالیکول هارا مشخص می سازد. نقطه غلیان و نقطه ذوبان مستقیماً به روابط اتم ها در مالیکولها مربوط است.

* در قطع هومولتیکی هر اتم الکترون خود را که در تشکیل رابطه سهیم بوده، دوباره اخذ نموده و هر ذره دارای الکترون طاقه بوده که این ذرات را به نام رادیکال (Radical) یاد می نمایند.

قطع رابطه ای که در آن جوهره الکترون های رابطه به یک اتم الکترونیگاتیف تعلق می گیرد و آیون های دارای چارج مختلف تولید می گردد، به نام قطع هترولیتیکی یاد می شود.

* اگر پوشش ابرهای الکترونی به امتداد خطی که هسته های دو اتم را وصل می سازد، صورت بگیرد؛ یعنی تداخل اوربیتالها مستقیم و اعظمی باشد، رابطه مستحکم بوده و به نام رابطه سگما (σ) یاد می شود،

اگر تداخل اوربیتالهای اتمی جانبی باشد؛ یعنی پوشش ابر الکترونی اوربیتالهای P جانبی بوده باشد و بالای محور X عمود قرار گیرد، این رابطه تشکیل شده به نام رابطه π یاد می شود

* هایبریدیزیشن (Hybridization): عبارت از اختلاط دو یا چندین اوربیتال اتمی

مختلف بوده که دو ویا چندین اوربیتال هایبریدی جدید را به میان می آورد .
 *رابطه آیونی: رابطه آیونی نوعی از رابطه کیمیاوی است که در نتیجه قوه جذب الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار مخالف علامه برقرار می گردد . رابطه بین دو اتوم زمانی برقی یا الکتروولنت است که تفاوت الکترونیگاتیویته بین این دو اتوم (1.7) و بالاتر از آن باشد. مرکبات آیونی ویا مرکبات الکتروولنت متشکل از آیون ها می باشد .
 *اگر تفاوت الکترونیگاتیویته بین دو اتوم صفر ویا کمتر از 0,5 باشد ، رابطه بین این دو اتوم غیر قطبی (Non polar bond) بوده و بالاتر از 0.5 الی یک رابطه قطبی است . در صورتی که تفاوت الکترونیگاتیویته بین دو اتوم عناصر 1 الی 1.7 باشد ، رابطه بین آنها تقریباً 50% قطبی و 50% آیونی بوده و اگر بالاتر از 1.7 باشد رابطه آیونی است .

تمرین فصل سوم

سؤالات چهار جوابه :

- 1 - روابط کیمیاوی به اساس کدام فکتورهای اتومها برقرار می گردد؟
 الف - قوه واندر - والس ب - قوه ولانسی ج - به واسطه الکترون های داخلی
 د - هیچکدام
- 2 - قوه جذب بین اتومها را در یک مالیکول به نام ----- یاد می نمایند.
 الف - ولانس ب - رابطه ج - الکترونیگاتیویته د - سمبول
- 3 - در موقع تشکیل رابطه انرژی ----- می گردد .
 الف - جذب ب - آزاد ج - تشکیل د - رابطه به انرژی احتیاج ندارد.
- 4 - از اختلاط یک اوربیتال s و دو اوربیتال p کدام هایبرید ذیل تشکیل می گردد؟
 الف - sp^3 ب - sp ج - sp^2 د - sdp^2
- 5 - از قطع رابطه به شکل همولیتیکی کدام یکی از ذرات ذیل تشکیل می گردد؟
 الف - کتیون ب - انیون ج - رادیکال د - الف و ب هر دو
- 6 - اگر تفاوت الکترونیگاتیویته بین دو اتوم 1.4 باشد، رابطه ----- است.
 الف - 50% قطبی و 50% آیونی ب - آیونی ج - اشتراکی قطبی د - غیر قطبی
- 7 - اگر جوهره های الکترون های مشترک تنها از طرف یکی از اتومها که در رابطه سهم

می گیرند، تهیه شده باشد، این رابطه به نام ----- یاد می شود
الف - رابطه کواردینیشن ب - اشتراکی یک طرفه ج - کواردینت کولنت، د - تماماً
صحت است.

8 - اگر تداخل اوربیتال های اتمی جانبی باشد، یعنی پوشش ابرالکترونی اوربیتال های
P جانبی بوده باشد و بالای محور X عمود قرار گیرد، این رابطه تشکیل شده به نام
رابطه ---- یاد می شود.

الف - سگما ب - پای ج - یگانه د - دو گانه و یا چهار گانه
9 - اگر تفاوت الکترونی گاتیوتی بین دو اتم صفر و یا کمتر از 0.5
باشد، رابطه بین این دو اتم ----- است.

الف - غیر قطبی ب - Non polar bond ج - ایونی د - الف و ب
10 - زاویه روابط کیمیاوی عبارت از زاویه داخلی حاصل از تقاطع دو خط است که
از هسته اتم مرکزی به هسته های دو اتم مرتبط شده، به ----- ترسیم می گردد
الف - دو اتم ب - مرکزی ج - بین اتم ها د - بین دو آيون
11 - کدام یک از علمای ذیل مستقل از هم دیگر تیوری روابط کیمیاوی را ارایه
کرد؟

الف - (کوسیل Kocell) و (لیویس Liwes) ب - سودی و فاینس ج - نیوتن
و فارادی د - هایزبرگ و ایوانکه

سوالات تشریحی :

1 - تشکیل روابط یک پروسه گرما زا است و یا جذب کننده گرما می باشد؟ در مورد
معلومات ارائه نمایید.

2 - دریک رابطه اشتراکی کدام عوامل باعث نزدیکی دو هسته می شود؟

3 - چرا دو عنصر غیر فلز رابطه آیونی را برقرار کرده نمی توانند؟ در باره معلومات ارائه
بدارید.

4 - بادر نظر داشت قاعده اوکتیت، فورمول مرکباتی را که از عناصر ذیل تشکیل
گردیده اند، تحریر دارید.

الف - هایدروجن و سلفر ، ب - هایدروجن و فاسفورس ، ج - سلفر و فلورین .

5 - چرا عناصر پر یود دوم نمی توانند بیشتر از چهار رابطه را برقرار نمایند؟

6 - فرق بین رابطه سگما و پای را توضیح دهید.

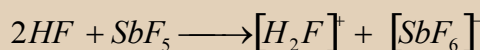
7 - کدام یک از مرکبات ذیل انحلالیت بیشتر را در آب دارا است؟

الف - MgF_2 و یا BaF_2 ب - $MgCl_2$ و یا MgF_2

8 - رابطه کدام یک از مرکبات ذیل بیشتر قطبی است؟ با دلایل علمی معلومات ارایه نمایید.

الف - $Hg-I$ ، ب - $P-Cl$ ، ج - $Si-F$ ، د - $Mg-N$

10 - تعامل ذیل را ملاحظه نمایید:



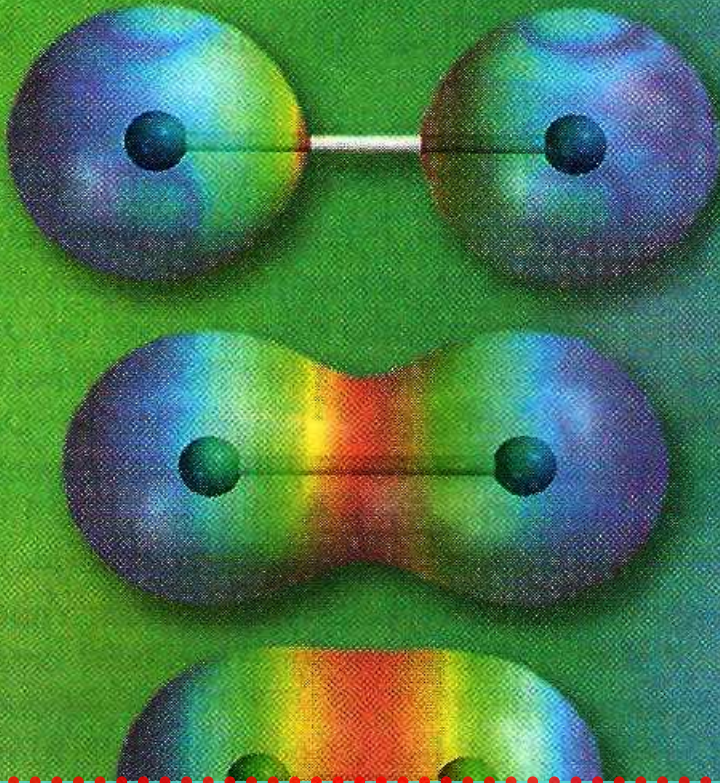
الف - هایبرید را در مواد تعامل کننده و محصول تعامل در یافت نماید.

ب - هایبرید فلورین را در $[H_2F]^+$ توضیح نماید.

11 - رابطه کوآردینیشن را توضیح نماید.

12 - هایبرید SP^2 را با یک مثال توضیح نماید.

13 - المونیم کلوراید در حالت گازی به کدام شکل موجود بوده ، علت آن چیست؟



ساختمان مالیکولها و قطبیت آنها

آیا میدانید که مالیکولها چگونه تشکیل گردیده اند؟ از اتحاد اتمهای عناصر به اساس قوه ولانسی شان کدام ذرات تشکیل می گردند؟ چرا اتمها میتوانند مالیکولها را تشکیل دهند؟ الکترونهای ولانسی چیست؟ آیا اتمها و مالیکولهای تشکیل شده آنها از لحاظ انرژی از هم فرق دارند یا خیر؟ ساختمان و اشکال هندسی مالیکولها را چگونه میتوانیم توضیح کنیم؟ چه وقت مالیکولها قطبی بوده و مالیکولهای کدام مواد قطبی شده میتوانند؟ با مطالعه مطالب این فصل خواهیم توانست تا به سؤالات فوق جواب ارائه کرد و راجع به تشکیل مالیکولها، ساختمان و شکل هندسی آنها معلومات کافی به دست آورد، چگونه گی عوامل تشکیل دهنده مالیکولها را از اتمهای تشکیل دهنده شان دانست.

۴-۱: قشر ولانسی اتوم مرکزی مالیکول‌ها

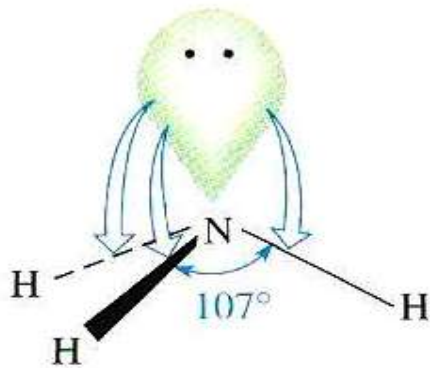
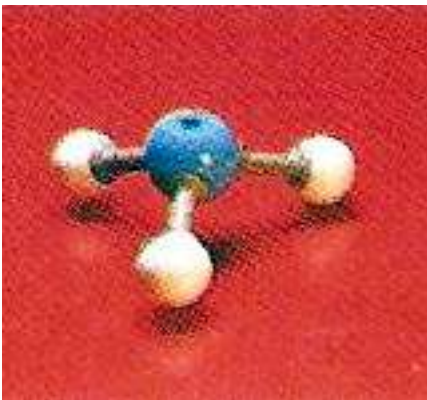
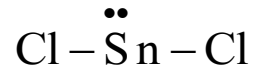
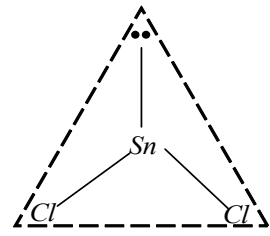
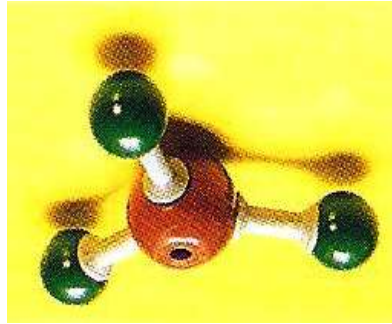
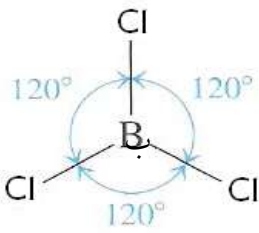
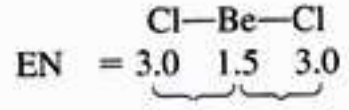
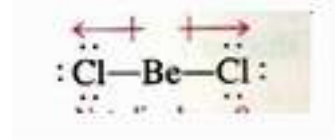
چه فکر میکنید؟ اتوم مرکزی در مالیکول‌ها چه نوع اتوم‌ها اند؟

اتوم‌های مرکزی در مالیکول‌ها عبارت از همان اتوم‌هایی اند که بلندترین نمبر اکسیدیشن مثبت و ولانس را در مالیکول‌های مرکبات دارا باشند. این اتوم‌ها می‌توانند رابطهٔ آیونی، اشتراکی و یا اشتراکی یک طرفه را با اتوم‌های عناصر دیگر برقرار نمایند؛ تشکیل همچو روابط مربوط به ساختمان قشر ولانسی؛ یعنی قشر خارجی اتوم‌های این نوع عناصر بوده که الکترون‌های ولانسی در آن‌ها قرار دارند. رابطه بین اتوم‌ها در مالیکول‌ها میتواند آیونی و یا اشتراکی باشد. در تشکیل رابطهٔ آیونی، بین آیون‌های چارج دار مخالف علامه قوهٔ جذب الکتروستاتیکی موجود بوده و ساحةٔ برقی را که آیونها تشکیل می‌دهند دارای تناظر کروی می‌باشد؛ از این سبب رابطهٔ آیونی بدون جهت است.

زمانی که اتوم‌ها با هم نزدیک می‌گردند، اتوم اوربیتال‌های آن‌ها با هم تداخل نموده و مالیکول اوربیتال‌ها را تشکیل می‌دهند. اگر جوهر الکترون رابطه وی مالیکول اوربیتالی را با داشتن انرژی پایین اشغال نمایند، در این صورت رابطهٔ کوولنت را تشکیل می‌دهند. به اساس قاعدهٔ هوند اسپین‌های این دو الکترون حتماً مخالف جهت می‌باشند. به هر اندازه که تداخل اوربیتال‌های اتومی مستقیم و عمیق باشد، به همان اندازه کرکتر و مشخصات مالیکول اوربیتال‌های آن‌ها عالی بوده و رابطه بین دو اتوم زمانی مستحکم می‌باشد که تداخل اوربیتال‌های اتومی مستقیم و پوشش اتوم اوربیتال‌ها بین هم اعظمی باشد، در این صورت سمت یابی فضایی رابطهٔ کوولنت عالی می‌باشد. شکل مالیکول‌های دارندهٔ رابطهٔ کوولنت توسط زاویه بین روابط اتوم‌های تشکیل دهندهٔ آن‌ها مشخص می‌گردد. مالیکول‌های BCl_3 و NH_3 دارای اشکال مختلف مالیکولی است.

کدام علتی موجود است که مالیکول بیریلیم کلوراید ($BeCl_2$) خطی بوده و دای پول مومنت آن مساوی به صفر است؟ در حالیکه مالیکول $SnCl_2$ ساختمان مالیکولی زاویوی مسطح را دارا است و دای پول مومنت آن خلاف صفر می‌باشد. چی علتی موجود خواهد بود؟ که در BCl_3 شکل (۴-۱) هر چهار اتوم در یک سطح قرار داشته باشد به همین ترتیب اتوم نایتروجن در امونیا در رأس هرم و سه اتوم‌های هایدروجن در کنج‌های هرم قرار دارند. اشکال ساختمانی ذیل را ملاحظه نمایید:

الف



شکل (4-1) شکل مالیکولی مرکب بیریلیم کلوراید، بورون کلوراید و امونیا



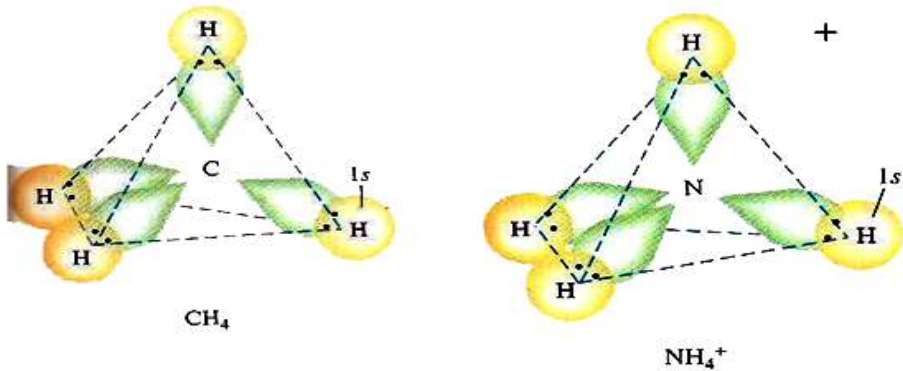
شکل فضایی مالیکول SO_3 تحریر و به سؤالات ذیل جواب ارایه نمایید.

1 - چند جوهره‌های الکترونی اتوم سلفر را احاطه می‌نماید؟

2 - تنظیم فضایی روابط را ترسیم نمایید.

تیوری ساختمان هندسی مالیکول‌های ساده و کمتر دقیق در سال 1940 توسط دانشمندان به نام سزویک و پاولی پیشنهاد گردید، این تیوری مانند تیوری دفع جوهره‌های الکترونی ولانسی آشکار گردیده است. علمای طرح‌کننده این تیوری ساختمان هندسی مالیکول‌های ساده و آیون‌های ساده را از قبیل: $BeCl_2$ ، BCl_3 ، NH_3 ، NH_4^+ و CH_4 تحلیل نموده‌اند. علمای مذکور دریافت نمودند که موجودیت جوهره الکترون‌های آزاد اطراف اتوم‌های مرکزی در مالیکول‌های مرکبات باعث دفع جوهره‌های الکترونی رابطی متقابل مالیکول‌ها گردیده و بین آن‌ها قوه دفع الکتروستاتیکی موجود است، این قوه اوربیتال‌های مالیکولی را تاحد معین از هم دور ساخته و هر یک از جوهره‌های آزاد الکترونی اتوم مرکزی اوربیتال خود را در مالیکول اشغال می‌نماید و این الکترون‌ها نیز جوهره‌های الکترونی دیگر را از خود دفع می‌نمایند و به صورت عموم بالای ساختمان مالیکول‌ها تأثیرات خود را تبارز می‌دهند.

اشکال فضایی مالیکول CH_4 و آیون NH_4^+ قرار ذیل است:



شکل (4 - 2): رسم ساختمان فضایی آیون امونیم و مالیکول میتان.

فعالیت

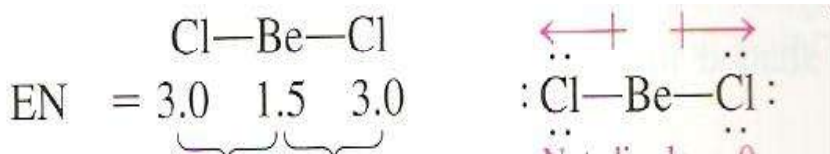


- چند الکترون را اتوم زینون برای تشکیل روابط در مالیکول XeF_4 به کار می‌برد؟ و چند جوهره الکترون بالای اتوم زینون در مالیکول مذکور موجود خواهد بود؟ کدام شکل هندسی را مالیکول دارا خواهد بود؟
- طرز روابط را در مالیکول XeF_2 ، XeF_3 و XeF_6 توسط شکل توضیح و تحریر دارید.

۴-۲: مالیکول‌های خطی (دو جوهره الکترونی)

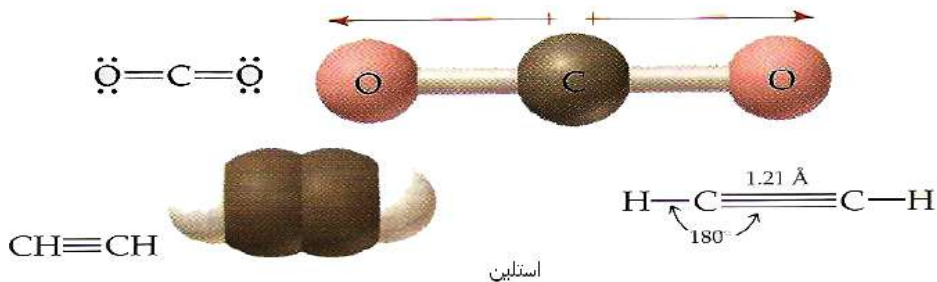
کدام نوع مالیکول‌ها را به نام مالیکول‌ها خطی یاد می‌نمایند؟ مالیکول‌های خطی چه مفهوم را ارائه می‌دارد؟

مالیکول گازی بیریلیم کلوراید ($BeCl_2$) خطی است. بیریلیم در گروپ (II) اصلی قرار داشته و در قشر ولانسی آن دو الکترون موجود است که میتواند دو رابطه کوولانت را تشکیل دهد. تنظیم خطی اتوم‌ها در مالیکول‌ها تجرید اعظمی دو جوهره الکترونی را از یک دیگر تأمین مینماید.



شکل (4-3) ساختمان خطی مالیکول بیریلیم کلوراید

مثال دیگر مالیکول‌های خطی عبارت از مالیکول استیلین، کاربن دای اکساید و غیره بوده که اشکال آن‌ها قرار ذیل است:



شکل (4-4) ساختمان خطی مالیکول‌ها

فعالیت :



- 1 - سه پوقانه را پراز هوا نموده ، آنها را به شکل خطی باهم قرار دهید ، به قسمت بالای انجام وانتهای پوقانه های کروی فشار وارد نمایید ، تنظیم کره ها را مشاهده نموده ، چشم دید تان را در کتابچه های تان تحریر کنید.
- 2 - اگر پوقانه چهارمی به آنها علاوه گردد ، در این صورت تنظیم آنها چگونه خواهد بود؟

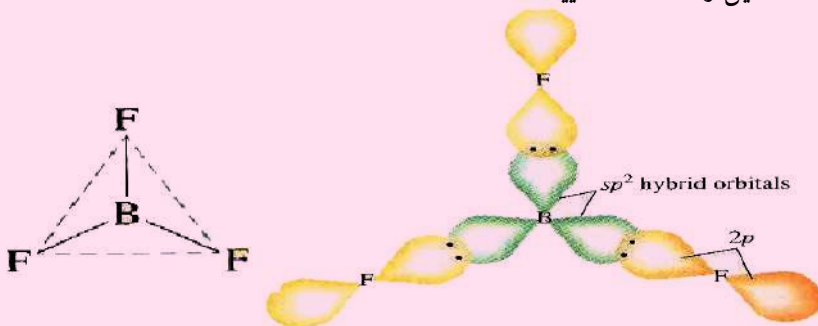
۳-۴ : مالیکول های مسطح (سه جوره الکترونی)

چه فکر میکنید ؟ آیا مالیکول های دارای شکل مسطح مرکبات موجود خواهد بود ؟
درین نوع مالیکول ها سه جوره الکترون ها در یک سطح واقع بوده و به رأس های مثلث سمت دهی گردیده اند.

توجه نمایید .

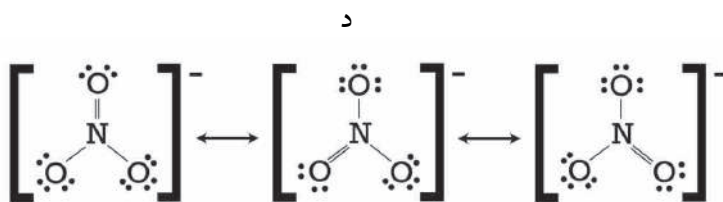
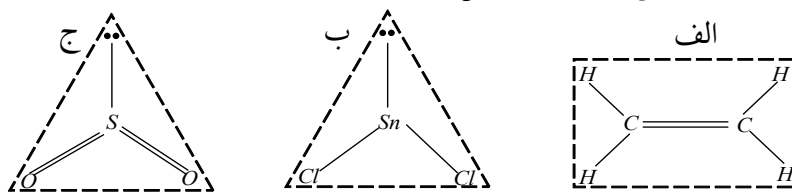


اگر به اطراف اتوم مرکزی مالیکول مرکبات سه جوره الکترون قرار داشته باشد ، درین صورت روابط در یک سطح قرار داشته و زاویه بین آنها 120 درجه بوده و سه اتوم در رأس مثلث به اطراف اتوم مرکزی قرار دارند ، چنین نوع ساختمان مالیکولی را به نام مستوی مثلثی یاد می نمایند ، مثال این نوع مالیکول ها را میتوان ساختمان مالیکول BF_3 ارائه کرد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید:



شکل (4 - 5) ساختمان مثلثی مالیکول بورون فلوراید.

بورون عنصری است که در گروه III اصلی جدول پریودیک موقعیت دارد، این عنصر دارای سه الکترون ولانسی بوده و سه رابطه اشتراکی را با اتم‌های عناصر دیگر برقرار می‌نماید. دای پول مومنت مرکب $SnCl_2$ خلاف صفر است که دلالت بر غیر خطی بودن مالیکول‌های آن می‌نماید، علت آن این است که قلعی (عنصر قلعی در گروه IV سیستم پریودیک قرار دارد) غرض تشکیل روابط تنها دو الکترون را از جمله چهار الکترون به کار میبرد، جوهر الکترون‌های آزاد و جوهر الکترون‌های رابطه وی از هم دور شده و مالیکول دارای ساختمان مسطح سه کنجی (مثلثی) را تشکیل می‌دهد. به اساس این تنظیم الکترونی، زاویه بین جوهره‌های الکترونی رابطوی خورد و زاویه بین الکترون‌های آزاد و جوهره رابطوی اعظمی بوده و قوه دفع بین آنها اصغری می‌باشد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید.



شکل (4-6) ساختمان مالیکول $CH_2 = CH_2$ ، $SnCl_2$ ، SO_2 و آیون NO_2^-

فعالیت

ساختمان هندسی مالیکول BrF_3 را ترسیم نموده و به اساس آن به سؤالات ذیل جواب بگویید.

- 1- اتم برومین چند الکترون را در تشکیل روابط در مالیکول مرکب مذکور به مصرف رسانیده است؟
- 2- چند جوهره از الکترون‌های آزاد در اتم برومین موجود است؟
- 3- مجموع جوهره‌های الکترونی اتم برومین چقدر خواهد بود؟
- 4- تنظیم روابط را در مالیکول مذکور ترسیم نموده و نام این ساختمان را بگویید.

۴ - ۴ : مالیکول‌های چهار سطحی (چهار جوره الکترون)

در باره مالیکول‌های خطی و مسطح معلومات حاصل نمودید، چه فکر میکنید که آیا مالیکول‌های چهار سطحی نیز موجود خواهد بود؟ درین نوع مالیکول‌ها اتوم مرکزی کدام نوع ساختمان الکترون را دارا خواهد بود؟

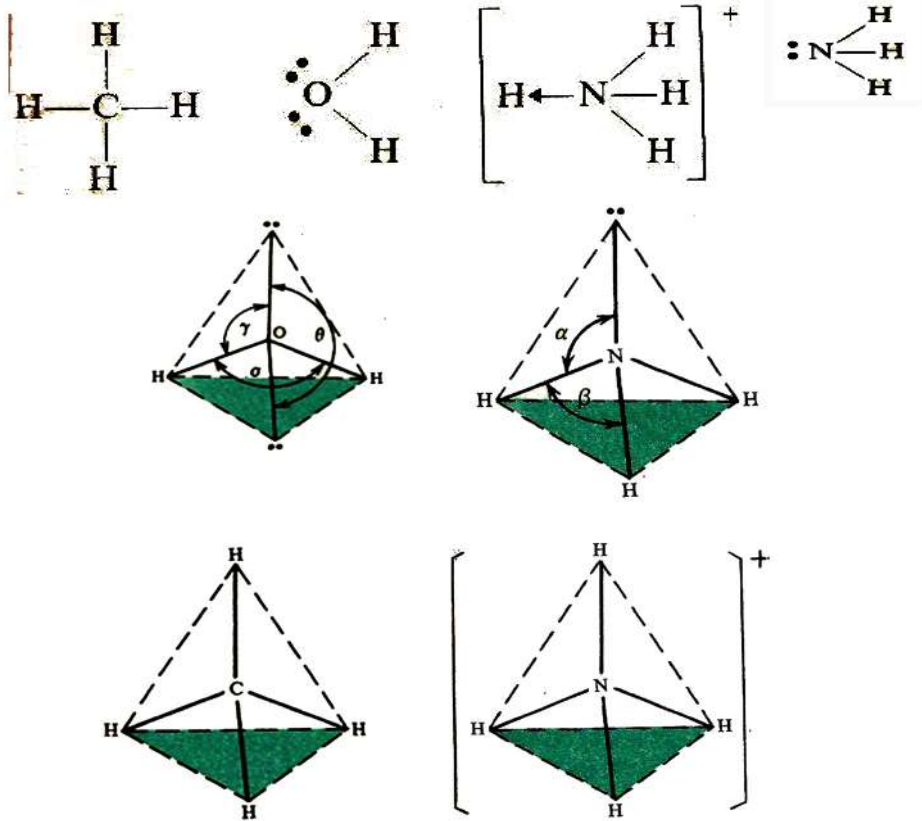
در مالیکول‌های چهار وجهی، چهار جوره الکترونی به رأس‌های چهار سطحی سمت دهی گردیده است. مالیکول‌های H_2O ، NH_3 ، CH_4 و آیون NH_4^+ دارای چهار جوره الکترونی به دور اتوم مرکزی خود میباشند این جوره‌های الکترونی به شکل مستقل از هم دیگر یا به شکل جوره‌های آزاد و یا به شکل جوره‌های الکترونی در تشکیل روابط موجود اند. بین این جوره‌ها قوه دفع موجود است؛ برای این که این قوه دفع اصغری بوده باشد، اوربیتال‌های مالیکولی آن‌ها طوری تنظیم می‌گردند که زاویه بین آن‌ها بزرگ بوده و اتوم‌های مرتبط شده با اتوم مرکزی از هم دور قرار میگیرند. جوره‌های الکترونی تشکیل دهنده روابط و جوره‌های آزاد الکترونی در رأس‌های چهار سطحی توجه گردیده است، شکل 4 - 6 را ملاحظه نمایید.

در تمام مالیکول‌ها، اتوم‌ها در رأس چهار سطحی قرار نمی‌گیرد. در CH_4 و آیون NH_4^+ اتوم‌ها مالیکول چهار سطحی را تشکیل داده، اما مالیکول NH_3 شکل تری‌گونال پیرامید را دارا است. مالیکول آب ساختمان زاویوی را دارا می‌باشد. در مالیکول CH_4 و آیون NH_4^+ تمامی روابط بین اتوم‌ها یک سان است.

علاوه از روابط کووالانسی، روابط دیگری نیز بین اتوم‌ها در مالیکول‌ها موجود است که به نام روابط کواردینیشن یاد می‌گردد، این روابط با روابط کووالانسی فرقی نداشته و عین ارزش را دارا است. در مالیکول‌های که روابط کواردینیشن بین اتوم‌های آن موجود است، همچو مالیکول‌ها ساختمان چهار سطحی را دارا بوده و زاویه روابط اتوم‌ها در همچو مالیکول‌ها 109.5 درجه زاویه تتراهیدرال ولانسی است. در امونیا زاویه بین روابط مساوی به 107 درجه و در آب 104.5 درجه است. برای این نوع انحرافات خارج از انتظار نظریه زاویای ولانسی، علما هریک ژیلیسپی (Jillespi) و نایهولم (niholm) تیوری دفع جوره‌های الکترونی ولانس را پیشنهاد کرد. چون جوره‌های آزاد الکترونی اتوم‌ها نسبت به جوره الکترون‌های تشکیل دهنده رابطه به هسته نزدیک است، از این سبب این جوره‌های الکترونی به شکل قوی از جوره‌های دیگر دفع می‌گردند.

دفع بین جوهره‌های الکترونی قرار سلسله ذیل تغییر می‌نماید:

جوهره رابطة وى / جوهره رابطة وى > جوهره رابطة وى / جوهره آزاد > جوهره آزاد/جوهره آزاد
 قوه دفع بین جوهره‌های آزاد الکترونی و جوهره‌های الکترونی روابط در امونیا NH_3 سبب می‌شود
 تا زاویه α نسبت به زاویه چهار سطحی (109.5 درجه) بزرگ بوده و زاویه β کوچکتر از زاویه
 چهار سطحی باشد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید.

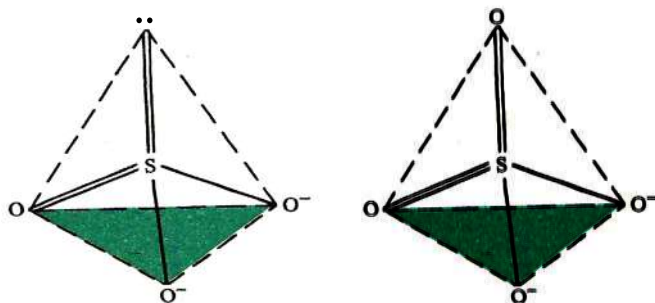


شکل (7-4) روابط کیمیایی در مالیکول CH_4 ، NH_3 ، H_2O و آیون NH_4^+

ترتیب جوهره‌های الکترونی ولانسی در چهار سطحی

مطابق به توضیحات فوق، در مالیکول آب زاویه های γ و ϕ نسبت به 109.5 درجه بزرگتر
 بوده و زاویه α بین روابط $H-O-H$ مساوی به 104.5^0 است.

ساختمان آیون های SO_3^{2-} ، SO_4^{2-} نیز تتراهیدرال (Tetrahedral) بوده که در شکل ذیل
 ملاحظه می‌گردد:



شکل (4-8) ساختمان آيون‌های های. SO_3^{2-} و SO_4^{2-} .

فعالیت



تنظیم روابط را با ترسیم اشکال در مرکبات ذیل با توضیحات لازمه عملی نمایید :

الف - XeF_2 ب - XeF_6 ج - XeO_3

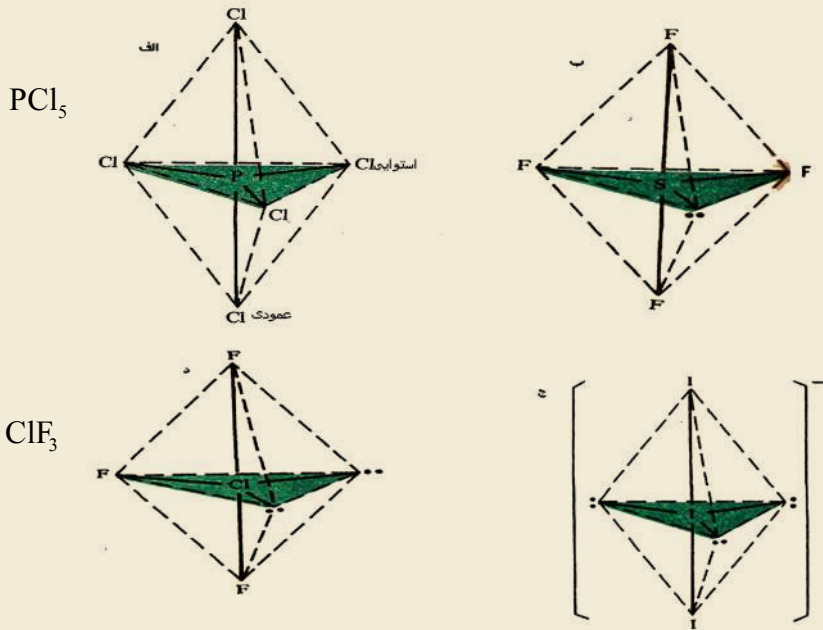
معلومات اضافی



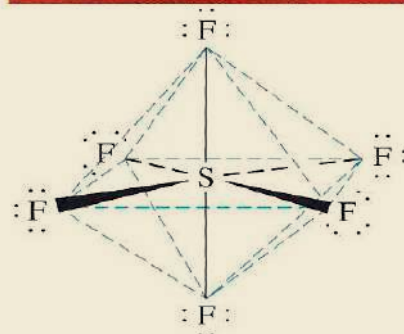
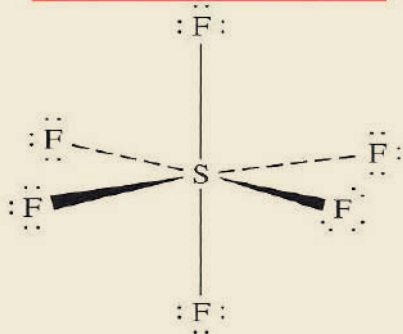
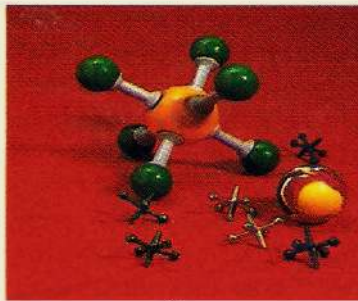
ساختمان مالیکول‌های دارنده چندین (5، 6 و 7) جوره‌های الکترونی ولانسی نیز موجود بوده، این نوع ساختمان را مالیکول‌های دارا اند که اتوم مرکزی آن‌ها عناصر پرپود کوتای دوم و سوم اند، در این مورد راجع به پوره نمودن اوکتیت سخن زده می‌شود.

مالیکول مرکب PCl_5 با داشتن پنج جورۀ الکترونی رابطه وی دارای ساختمان برای گونال پیرامید می‌باشد. زاویه بین روابط 90° و 120° بوده و دو اتوم کلورین در مالیکول در میانه پیرامید اخذ موقعیت نموده و سه اتوم دیگر آن موقعیت استوایی بی پیرامید را اشغال نموده است. به همین ترتیب جورۀ الکترونی در SF_4 نیز تنظیم گردید است. شکل (4-9) را ملاحظه نمایید.

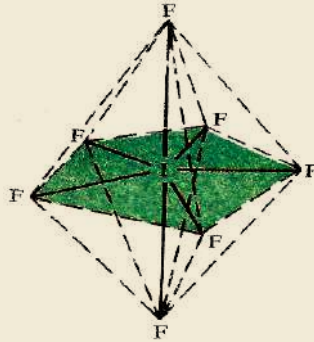
سلفر عنصری است که در گروپ VI اصلی قرار دارد، از جمله شش الکترون ولانسی چهار الکترون را برای تشکیل روابط به کار برده و از آن یک جورۀ الکترونی آزاد باقی می‌ماند، این جورۀ الکترونی آزاد ممکن در موقعیت میانه عمودی قرار داشته و یا این که موقعیت استوایی را اشغال می‌نماید، استقرار آن‌ها در موقعیت استوایی با تیوری ژیلیسپی (Jillespi) و نایهولم (niholm) مطابقت دارد که اوربیتال جورۀ الکترون‌های آزاد نسبت به اوربیتال‌های رابطه وی نزدیک تر به هسته متمرکز گردیده اند. جورۀ الکترونی در این تنظیم زاویه 120° با دو اوربیتال و تحت زاویه 90° بادوی دیگر قرار دارد.



شکل (4-9) تنظیم Trigonal Bipyramid جوره های الکترونی ولانسی در بعضی مرکبات .



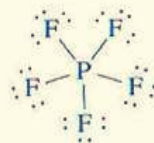
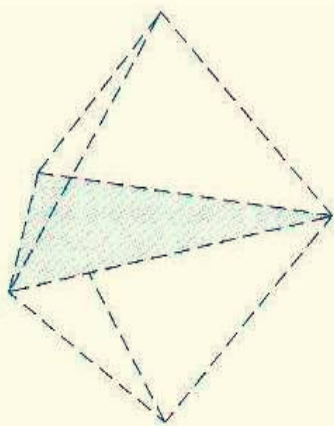
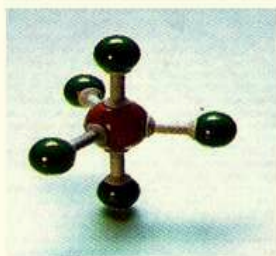
مالیکول های IF_7 دارای هفت اوربیتال به اطراف اتم مرکزی بوده و تنظیم روابط به شکل پنتاگونال بی پرامید می باشد. شکل ذیل را ملاحظه نمایید:



شکل (4-11) ساختمان پنج کنجی - منشوری



اشکال ذیل را به دقت ملاحظه نموده به سؤالات تحریر شده زیر جواب ارائه بدارید:



شکل (4-12) فورمول و ساختمان فضایی پنتا فلورو فاسفیت

- 1 - ساختمان مالیکول مرکب مذکور به کدام ساختمان هندسی مطابقت دارد؟
- 2 - هایپرید فاسفورس درین مرکب کدام است؟
- 3 - زاویه ولانسی بین روابط فلورین به کدام اندازه خواهد بود؟ فلورین در تشکیل روابط کدام نوع اوربیتالها را به کار برده است؟

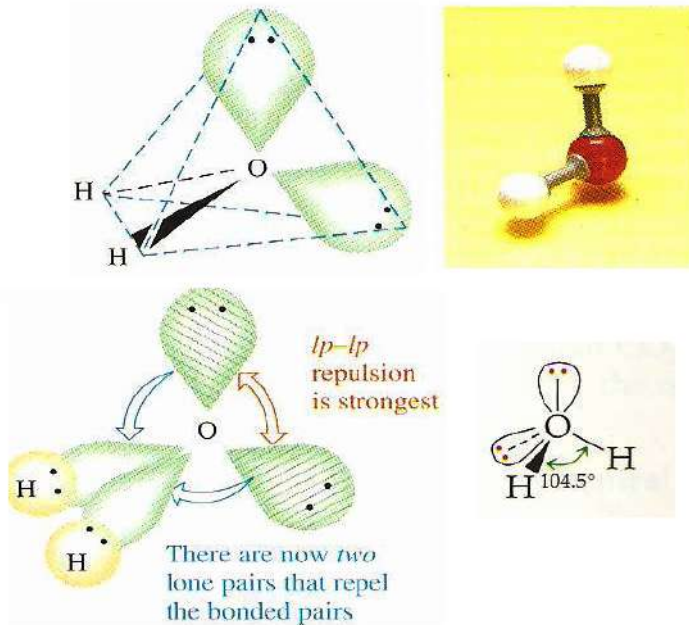
۴-۵: ساختمان مالیکول آب

مالیکول آب غیر خطی است.

مالیکول آب دارای دای پول مومنت بوده، اگر مالیکول آب خطی می بود، درین صورت دای پول مومنت روابط O-H متقابلاً "بایک دیگر تلافی می شد، دای پول مومنت مالیکول آب مساوی به صفر می بود و مالیکول آن قطبی نمی بود. پدیده دای پول مومنت توسط اوربیتال اتومی مشخص می گردد که در تشکیل رابطه سهیم می باشد.

اگر آکسیجن برای تشکیل روابط دو اوربیتال p را به کار برده باشد، باید زاویه روابط آن با هاید روجن در مالیکول آب 90^0 باشد. مطالعات و تحقیقات علمی نشان می دهد که عملاً زاویه مذکور مساوی به 104.5^0 درجه است. در مالیکول آب اتوم آکسیجن دارای حالت sp^3 هایپرید بوده که در آن دو جوهر الکترون رابطه وی و دو جوهر الکترون آزاد موجود می باشد

(شکل 4-13) را ملاحظه نمایید:



شکل (4-13) - sp^3 hybridization اوربیتال در مالیکول آب .

تفاوت بین کمیت زاویه ولانسی آب (104.5) و زاویه تترایدری (109.5°) طوری توضیح می گردد که قوه دفع بین جوهره های الکترونی آزاد نسبت به جوهره های الکترونی رابطه وی اوربیتال ها بزرگ بوده ؛ از این سبب این زاویه ها از هم فرق دارد .

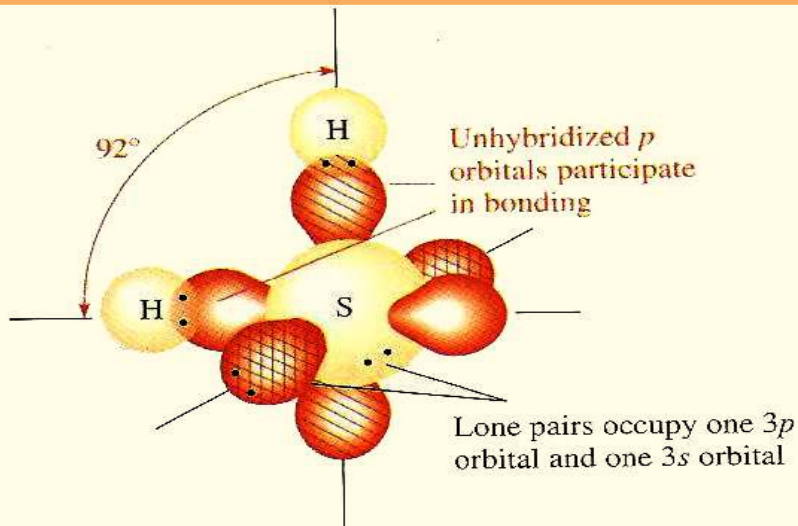
فعالیت اول

تنظیم روابط و ساختمان مالیکول ها را در مرکبات ذیل توضیح نموده شکل هندسی مالیکول ها را تحریر دارید .



فعالیت دوم

شکل ذیل را ملاحظه نموده به سؤالات مربوط آن که در زیر تحریر شده است، جواب ارائه بدارید .



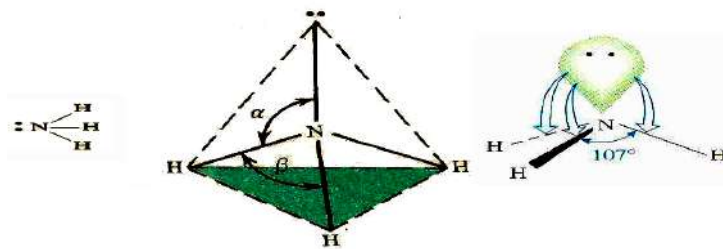
شکل (4 - 14) اشکال اوربیتالی سلفر و هایدروجن در هایدروجن سلفاید

- 1 - اتم سلفر در مرکب مذکور کدام هایبرید را دارا خواهد بود؟
- 2 - چرا زاویه روابط مرکب مذکور نسبت به زاویه روابط مالیکول آب کوچکتر است؟
- 3 - ساختمان هندسی مرکب مذکور را توضیح نمایید .

۴-۶: ساختمان مالیکول امونیا

نایتروجن غرض تشکیل روابط سه الکترون طاقه اوربیتالهای $2p$ را به کار میبرد که در بالای سطح عمودی قرار دارند .

تحقیقات نشان داده است که زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به 107 درجه بوده و اتم نایتروجن حالت sp^3 هایبرید را دارا می باشد که از جمله چهار اوربیتال sp^3 یک اوربیتال آن توسط جوهره الکترونهای آزاد اشغال گردیده است ؛ اما سه اوربیتال دیگر آن توسط جوهره الکترونهای رابطه وی پر گردیده است .



شکل (4 - 15) ساختمان مالیکول امونیا .

قیمت زاویه ولانسی بین روابط 107 درجه از حالت تترا هایدرا (109.5 درجه) فرق دارد؛ زیرا قوه دفع بین جوهره الکترونیهای آزاد و جوهره الکترونیهای رابطه وی نسبت به بین جوهره‌های دوگانه اوربیتالی که رابطه برقرار نموده اند، قوی می‌باشد. شکل (4 - 15) را ملاحظه نمایید.

فعالیت



در مرکب \overline{NF}_3 کدام نوع روابط را اتم‌های فلورین با اتم مرکزی (نایتروجن) برقرار کرده است؟ ساختمان هندسی مالیکول آن به امونیا شباهت دارد و یا خیر؟ به اساس دلیل منطقی در باره توضیحات ارائه بدارید.

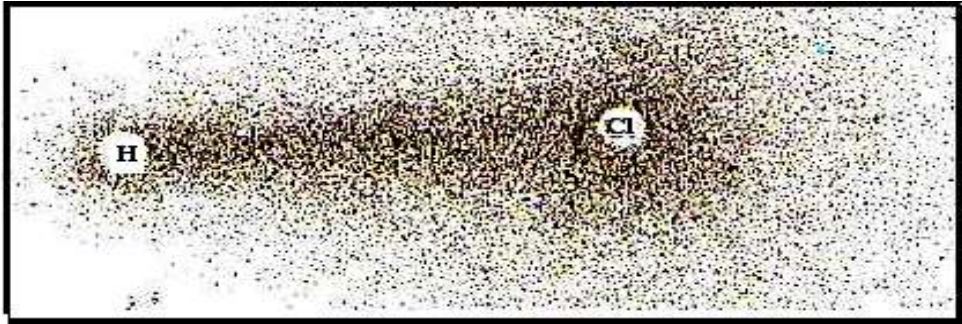
۴ - ۷: انواع مالیکول‌ها (قطبی، غیر قطبی و آیونی)

مالیکول‌های قطبی کدام نوع مالیکول‌ها را گویند؟ کدام عوامل باعث تبارز قطبیت مالیکول‌های مرکبات می‌شوند؟ اصطلاح قطب (Polar) چه مفهوم را ارائه می‌نماید؟ قطبیت مالیکول‌های مرکبات به طرز روابط اتم‌های متشکل و خاصیت الکترونیگاتیویتی همچو اتم‌ها مربوط است. الکترونیگاتیویتی اتم‌های عناصر سبب تشکیل روابط قطبی در مالیکول‌ها شده، طوری که یک قسمت مالیکول چارج منفی قسمی و طرف دیگر آن چارج مثبت قسمی را حاصل نموده و مالیکول دوقطبی را تشکیل می‌دهند.

زمانی که دو اتم عین عنصر یک رابطه کوولانسی را تشکیل می‌دهند؛ به طور مثال: H_2 و Cl_2 هر یکی از اتم‌ها عین سهم الکترونی را در تشکیل رابطه دارا اند. کثافت ابر الکترونی در دو اتم این رابطه یک‌سان می‌باشد؛ زیرا الکترون‌ها بطور مساوی توسط هر دو هسته‌های اتم‌ها جذب می‌گردند، این نوع رابطه غیر قطبی (Non polar) بوده و مالیکول غیر قطبی است.

موقع که دو اتم عناصر مختلف باهم مرتبط می‌گردند؛ به طور مثال: در مالیکول HCl در این صورت قوه جاذبه هر دو هسته‌ها یک‌سان نبوده و یکی از هسته بنا بر داشتن قوه جاذبه مثبت الکترون‌ها را به طرف خود کشیده و کثافت ابر الکترونی بالای آن زیاد شده، در نتیجه چارج منفی قسمی (δ^-) را حاصل نموده و اتم دیگری که الکترون‌های آن کش گردیده، بالمقابل چارج مثبت قسمی (δ^+) را حایز می‌گردد؛ به طور مثال: در مالیکول (HCl) هایدروجن چارج قسمی مثبت و کلورین چارج قسمی منفی را دارا است که به شکل $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$ تحریر می‌گردد. رابط که در دو انجام آن چارج‌های قسمی مثبت و منفی وجود دارد، به نام رابطه قطبی (Polar bond) یاد می‌شود و مالیکول‌های دارای روابط قطبی به نام مالیکول دوقطبی (Dipole) یاد

می گردد. طوری که قبلاً ارائه شد، چارج قسمی را (δ) افاده می نمایند و فاصله را به (L) نشان می دهند؛ به طور مثال: $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$



شکل (4 - 16) کشش ابرالکترونی و قطبیت در مالیکول هاییدروجن کلوراید

اتوم هاییدروجن چارج قسمی (Particle Charges) مثبت (17, +0) و اتوم کلورین چارج منفی قسمی (17, -0) را دارا است.

به طور عموم دای پول مؤمنت قطبی را به μ افاده می نمایند، پس دای پول مؤمنت دو قطبی عبارت از حاصل ضرب چارج قسمی و فاصله چارج های قسمی از هم دیگر است:

$$\mu = \delta \cdot l \quad \text{یا} \quad \mu = q \cdot l$$

در حقیقت دای پول مؤمنت یک مالیکول کمیت مقداری عدم تشابه چارج ها در آن مالیکول است. دو چارج مخالف با کمیت چارج $\delta = e = 4.81 \cdot 10^{-10} \text{ esu} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ که به فاصله 1 \AA از یکدیگر قرار دارند، دارای دای پول مؤمنت ذیل است:

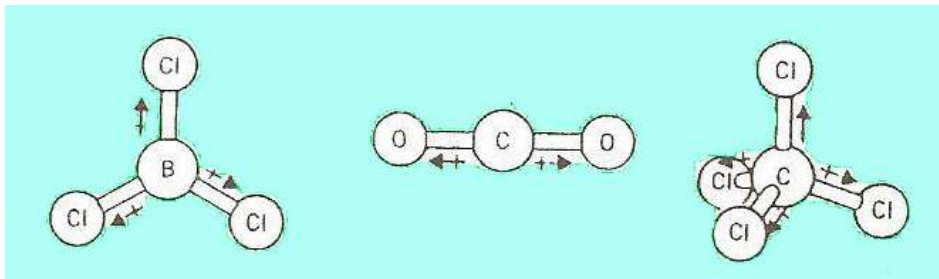
$$\mu = q \cdot l = 4.81 \cdot 10^{-10} \text{ esu} \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 4.8 \cdot 10^{-18} \text{ esu} \cdot \text{cm}$$

$$\mu = q \cdot l = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^{-10} \text{ m}(\text{Å}) = 1.6 \cdot 10^{-29} \text{ C m}$$

$4.8 \cdot 10^{-18} \text{ esu} \cdot \text{cm}$ یک دای (D) (Debye) تعریف نموده اند؛ به طور مثال: طول رابطه در مالیکول HCl مساوی به (1.27 \AA) است، دای پول مؤمنت آن مساوی (2.03D) است.

مالیکول HCl یک رابطه دارد و این رابطه قطبی است، پس مالیکول دارای یک رابطه قطبی است. مالیکول های که مشابه بوده و بیشتر از یک رابطه خطی را دارا اند، این رابطه ها عمل قطبی یک دیگر را خنثی ساخته بدین ملحوظ با وجودیکه رابطه ها قطبی بوده اما؛ مالیکول به صورت کل غیر قطبی است که مثال آنرا میتوان در $\text{CO}_2, \text{BCl}_3, \text{CCl}_4$ مالیکول های مشابه ارایه کرد.

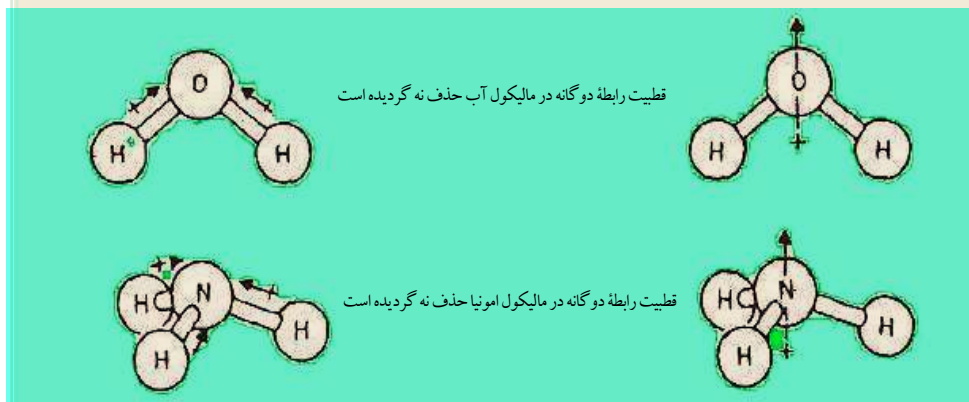
که در شکل های داده شده مالیکول های نشان داده شد که چطور دای پول مؤمنت رابطه های خطی خنثی شده ودای پول مؤمنت عمومی مالیکول صفر می باشد، این دای پول مؤمنت ها به $(+ \rightarrow)$ افاده شده است که سمت تیر به انجام منفی دای پول توجه می باشد:



شکل (4-17) دای پول مؤمنت روابط حذف شده و مالیکول ها به صورت غیر قطبی

معلومات ضروری

شکل فضایی مالیکول در سوییۀ قطبی بودن آن بسیار تأثیر دارد؛ به طور مثال: بطور عموم مالیکول MX_n را در نظر بگیرید که در آن M اتم مرکزی و X عبارت از اتم و یا گروه از اتم های باشد که به آن مرتبط است، در صورتی که تمام اتم های X یکسانی باشند (به طور مثال: در مالیکول CO_2, BCl_3, CCl_4) و اتم مرکزی M دارای جوره الکترونها آزاد نباشد، مالیکول حاصل غیر قطبی است، در صورتی که اتم مرکزی دارای جوره الکترونها آزاد باشد، معمولاً دای پول های رابطی حذف نگردیده و مالیکول قطبی می باشد، گرچه مطلب فوق عمومی نبوده، این پدیده برای مالیکول های آب و امونیا که هر دو آن قطبی است. در شکل ذیل ارائه گردیده است:



شکل (4-18): دای پول مؤمنت روابط حذف نه شده و مالیکول های قطبی.

به طور مثال: در مالیکول HF کثافت ابر الکترونی در ساحة روابط به اتوم فلورین نزدیک تر از اتوم هایدروجن بوده، زیرا الکترونیگاتیویتی اتوم فلورین نسبت به اتوم هایدروجن بیشتر است، درین مالیکول مرکز ثقل چارج منفی (که با الکترون رابطه دارد) با مرکز ثقل چارج مثبت (که مربوط به هسته است) مطابقت ندارد.

فعالیت



فورمولهای $\delta^+ \delta^-$ و $\delta^+ \delta^-$ را به دقت ملاحظه نموده و به سؤالات ذیل

جواب دهید:

- 1 - در فورمولهای فوق رابطه بین کاربن و کلورین و رابطه بین کاربن و آکسیجن کدام نوع رابطه است؟
- 2 - آیا مالیکولها قطبی است و یاخیر؟ زاویه روابط بین اتومها چقدر است؟ ساختمان فضای آنها را رسم نموده، باهم صنفان خود در مورد مناقشه نمایید.



خلاصه فصل چهارم

- * اتوم مرکزی در مالیکولها عبارت از همان اتومهای اند که بلندترین نمبر اکسیدیشن و ولانس را در مالیکول مرکب دارا باشند.
- * تشکیل روابط مربوط به ساختمان قشر ولانسی یعنی قشر خارجی اتومهای عناصر بوده که الکترونهای ولانسی در آنها قرار دارند.
- زمانیکه اتومها با هم نزدیک می گردند، اتوم اوربیتالهای آنها با هم تداخل نموده و مالیکول اوربیتالها را تشکیل می دهند. اگر جوهر الکترون رابطه وی مالیکول اوربیتالها را با داشتن انرژی پایین اشغال نمایند، دراین صورت رابطه کوولنت را تشکیل می دهند.
- * مالیکولهای خطی: تنظیم خطی اتومها در مالیکولها تجرید اعظمی دو جوهر الکترونی را از یک دیگر تأمین می نماید.
- * مالیکولهای مسطح: اگر به اطراف اتوم مرکزی مالیکولهای مرکبات سه جوهر الکترون قرار داشته باشد، دراین صورت روابط در یک سطح قرار داشته و زاویه بین آنها 120 درجه بوده و سه اتوم در رأس مثلث به اطراف اتوم مرکزی قرار دارند.

* در مالیکول‌های چهار وجهی، چهار جوړه الکترونی به رأس‌های چهار سطحی سمت دهی گردیده است.

* مالیکول آب دارای دای پول مومنت بوده، اگر مالیکول آب خطی می‌بود، درین صورت دای پول مومنت روابط O-H متقابلاً با یک دیگر جبران شده، دای پول مومنت مالیکول آب مساوی به صفر بوده و مالیکول آن قطبی نمی‌بود. پدیده دای پول مومنت توسط اوربیتال اتومی مشخص می‌گردد که در تشکیل رابطه سهیم می‌باشد.

* تحقیقات نشان داده است که زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به 107 درجه بوده و اتوم نایتروجن حالت sp^3 هایرید را دارا می‌باشد که از جمله چهار اوربیتال sp^3 یک اوربیتال آن توسط جوړه الکترون‌های آزاد اشغال گردیده است؛ اما سه اوربیتال دیگر آن توسط جوړه الکترون‌های رابطی اشغال گردیده است.

* رابطه که در دوانجام آن چارج‌های قسمی مثبت و منفی وجود دارد، به نام رابطه قطبی (Polar bond) یاد می‌شود و مالیکول‌های دارای روابط قطبی به نام مالیکول دوقطبی (Dipole) یاد می‌گردند.

دای پول مومنت دوقطبی عبارت از حاصل ضرب چارج قسمی و فاصله چارج‌های قسمی از هم دیگر است. $\mu = q \cdot L$

تمرین فصل چهارم

سؤال‌های چهار جوابه

1 - اتوم مرکزی در مالیکول‌های مرکبات عبارت از همان اتوم‌های اند که ----- را داشته باشد.

الف - نمبر اکسیدشن منفی ب - نمبر اکسیدشن مثبت بزرگ ج - نمبر اکسیدشن منفی بزرگ د - هیچکدام

2 - تشکیل روابط مربوط به کدام ساختمان اتوم بوده است؟

الف - هسته ب - قشر خارجی الکترونی ج - تمام اقشار د - همه جوابات درست است.

3 - اگر جوړه الکترون رابطه وی مالیکول اوربیتال‌ها را با داشتن انرژی پایین اشغال نمایند،

در این صورت ----- را تشکیل می‌دهند.

الف - عنصر ، ب - رابطه کولنت ج - رابطه آیونی د - رابطه کواردینیشن
4- در مالیکولهای چهار وجهی ----- به رأسهای چهار سطحی سمت دهی
گردیده است

الف - چهار جوره الکترونی، ب- دوجوره هالکترونی ، ج - سه جوره الکترونی، د - یک
جوره الکترونی

5 - زمانیکه اتومها با هم نزدیک می گردند ، اتوم اوربیتالهای آنها با هم تداخل نموده و
---را تشکیل می دهند .

الف - مرکبات آیونی ، ب - مرکبات غیر عضوی ، ج - اتوم اوربیتال ، د- مالیکول
اوربیتال

6 - کدام یک از شکل ذیل رابطههای قطبی را نشان می دهند ؟

الف - $Cl^{\delta+} - O^{\delta-}$ ب- $O^{\delta-} - C^{\delta+}$ ج - الف و ب هر دو د - هیچکدام

7 - یک دبی (Debye) (D) عبارت است از:

الف - $4,8 \cdot 10^{-18} \text{esu} \cdot \text{cm}$ ب- $10^{-28} \text{esu} \cdot \text{cm}$ ج $10^{-20} \text{esu} \cdot \text{cm}$ د - هیچکدام

8 - پدیده دای پول مومنت توسط ----- مشخص می گردد که در تشکیل رابطه سهیم
می باشد .

الف - قوه دافعه ب - قوای جاذبه ج - اوربیتال اتومی د - ساختمان مالیکولی

9 - رابطه که در دو انجام آن چارجهای قسمی مثبت و منفی وجود دارد ، به نام --- یاد
می شود. الف - رابطه قطبی ب- polar bond ج - الف و ب هر دو د - هیچکدام

10 - مالیکول مرکب PCl_5 با داشتن پنج جوره الکترونی رابطه وی دارای ساختمان ----
می باشد.

الف - مسطح، ب - خطی، ج - تتراهیدرال، د - تری گونال پیرامید

11 - زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به ---- درجه بوده و اتوم نایتروجن حالت
هایبرید --- را دارا می باشد.

الف - 120° و sp^2 ب - 107° و sp^3 ج - 180° و sp د - 90° و p

سؤال‌های تشریحی

- 1 - فورمول مالیکولی اتوم‌های را تحریر دارید که ساختمان هندسی ذیل را تشکیل می‌دهد:
- الف - خطی ب - مسطح مثلثی ج - چهار وجهی د - اوکتایدی
- 2 - کدام علت برای مطالب ذیل موجود است؟
- الف - دو مرکب مختلف با فورمول مالیکولی یکسان .
- ب - موقعیت فضایی اتوم‌ها در BF_3 و NH_3 می باشد .
- ج - چرا زاویه در NH_3 نسبت به آب بزرگ است ؟
- 3 - طبیعت روابط و موقعیت فضایی آن‌ها را در مرکبات ذیل تحریر دارید .
- الف - CO_2 ب - HCN ج - NO_3^-
- 4 - ساختمان مالیکولی هندسی مرکبات ذیل را نشان دهید:
- الف - CO_3^{2-} ب - PCl_6 ج - NO_2
- 5 - انواع مالیکول‌ها را توضیح نمایید .
-
-

قوای بین مالیکولی

در باره مالیکولهای مرکبات کیمیاوی در دروس گذشته معلومات حاصل نمودید، آیا میدانید، بین مالیکولهای مرکبات کدام قوهها موجود است که آنها را باهم متحد ساخته اند؟ قوه واندر والس چیست؟ رابطه هایدروجنی چه نوع رابطه است؟ بین مالیکولهای قطبی چه نوع رابطه موجود است؟ اگر مرکبات حالت مایع را داشته باشد، بین مالیکولهای آنها کدام نوع قوه موجود بوده؟ و این قوه چه تأثیری بالای خواص فیزیکی آنها وارد می نماید؟

معلوماتی که در این فصل ارائه می گردد، به سؤالات فوق الذکر جوابات قناعت بخش و مقتضی داده وهم مالیکولها را با تمام مشخصات رابطه وی، ساختمانی و خواص فیزیکی توضیح می نماید.

۵-۱: تفاوت‌ها بین روابط کیمیاوی و قوه بین مالیکولی

اتوم‌ها به اساس روابط آیونی و یا روابط کووالانسی با هم متصل گردیده و مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی را تشکیل می‌دهند. اکثر مرکبات دارای روابط آیونی، در آب منحل بوده و محلول‌های آن‌ها دارای آیون‌های آزاد می‌باشند و تحت عملیه الکترولیز قرار می‌گیرند. مالیکول‌های مرکباتی که رابطه کووالانسی را دارا اند، اکثراً در آب منحل نمی‌باشند و در صورتی که حل گردند، به شکل مالیکولی از کتله بزرگ جدا شده و در محلول‌ها مالیکول‌های آن‌ها به ملاحظه می‌رسند. زیاده‌تر از مرکبات کووالانت در محلل‌های عضوی مانند پروپانول و کاربن تترا کلوراید منحل می‌باشند.

طوری که در مبحث روابط کیمیاوی مطالعه گردید، اتوم‌ها در تشکیل مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی، رابطه‌های آیونی، کووالانسی و یا کواردینیشن را برقرار نموده، مالیکول‌ها را تشکیل می‌دهند که به این اساس مالیکول‌های مرکبات از لحاظ خواص مختلف بوده؛ زیرا روابط اتوم‌ها در مالیکول‌های مرکبات مختلف، دارای اشکال مختلف می‌باشند؛ بنابراین مالیکول‌های مرکبات مختلف دارای خواص و ساختمان مختلف بوده و اجسام مختلف را با اشکال مختلف تشکیل می‌دهند، در همچو اجسام مالیکول‌ها به اساس یک قوه با هم متحد گردیده و اجسامی دارای حالت‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.

تفاوت‌های عمده بین روابط کیمیاوی و قوه بین مالیکولی را میتوان قرار ذیل توضیح کرد: روابط کیمیاوی به اساس الکترون‌های ولانسی اتوم‌ها برقرار می‌گردد که این روابط بین اتوم‌ها میتوانند آیونی، کووالانسی و یا اشتراکی یک طرفه بوده باشند، در مالیکول‌های که رابطه بین اتوم‌ها آیونی باشد، مالیکول‌ها به شکل آیونی و قطبی موجود بوده و به اساس قوه جذب بین این مالیکول‌ها اجسام کرسطالی بزرگ حاصل می‌شوند، در صورتی که رابطه اتوم‌ها در مالیکول‌ها کووالانسی باشد، این نوع مالیکول‌ها به اساس قوه دای پول- دای پول مومنت، قوه واندر والس و رابطه هایدروجنی باهم متحد گردیده، اجسام مکرومالیکولی (مالیکول‌های بزرگ) و یا میکرومالیکولی (مالیکول‌های خورد) را تشکیل می‌دهند.

به عبارت ذیل توجه نمایید



در روابط کیمیاوی الکترون‌های ولانسی اتوم‌ها سهیم بوده، مالیکول‌ها، آیون‌ها و یا رادیکال‌ها را تشکیل داده؛ اما مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف باهم متحد گردیده اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهد و این قوه‌ها را در زیر مطالعه می‌نماییم:

۵- ۲: انواع قوه جذب بین مالیکولی

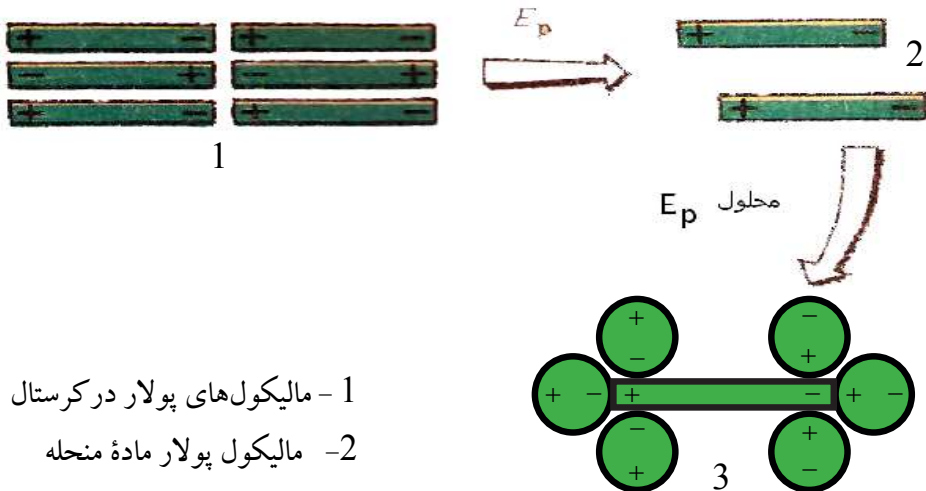
در فصل چهارم روابط کیمیایی (مبحث رابطه کولنت) در مورد جذب بین مالیکولها دارنده روابط کولنت بحث گردید، انواع مختلف قوه جذب بین مالیکولها موجود است که در ذیل این قوههای جذب را مطالعه می نمایم.

اشکال مختلف عمل متقابل بین اتمها و مالیکولها موجود است که سبب تشکیل روابط بین آنها می گردد، از جمله عمل متقابل دای پول - دای پول، عمل متقابل قوه واندرو - والس و رابطه های دروجنی می باشد.

۵- ۲- ۱: عمل متقابل دای پول - دای پولی

در اجسام جامد، مالیکولهای قطبی غرض تشکیل ساختمانهای منظم عمل متقابل را انجام داده و عمل متقابل دایپول - دایپولی بین مالیکولها زمانی انجام می پذیرد که مالیکولها با هم نزدیک شده، در این صورت این مالیکولها چارج قسمی مثبت و منفی را دارا بوده و یک دیگر را جذب و اجسام جامد را تشکیل می دهند.

کریستالهای قطبی در محلولهای قطبی به خوبی حل می گردند، انرژی ضروری برای جدا کردن روابط در شبکه کریستالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می گردد که این انرژی در نتیجه عمل متقابل بین مالیکولهای قطبی ماده منحل با مالیکولهای محلول قطبی آزاد می گردد.



- 1- مالیکولهای پولار در کریستال
- 2- مالیکول پولار ماده منحل
- 3- مالیکول پولار محلول.

شکل (1-5) پروسس (عملیه) حل شدن

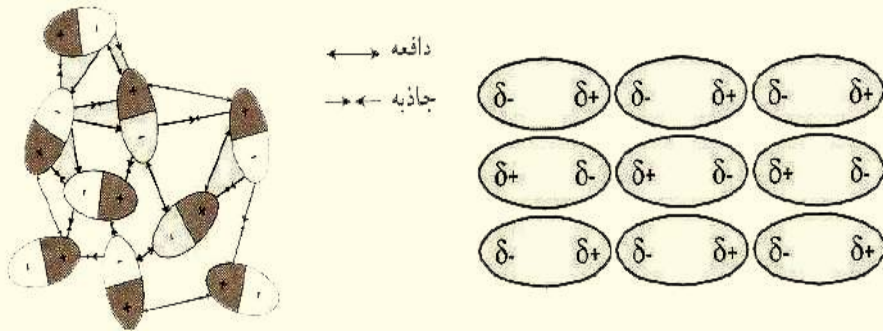
انرژی ضروری برای تخریب شبکه کرسالی

(E Solvation) E Solve = E Solution

چنین نوع عمل متقابل را به نام solvation یاد می‌نمایند، در صورتی که محلول آب باشد، به نام Hydration یاد می‌گردد

فعالیت

- اشکال ذیل را به دقت مطالعه نموده و به سؤالات مربوط به آن‌ها جواب لازمه ارائه بدارید.
- 1 - کدام مواد این شکل را دارد؟ به کمک استاد، سیت این نوع مواد ترتیب گردد.
 - 2 - قوای دافعه و جاذبه را در اشکال مذکور ملاحظه نموده علت آن را توضیح نمایید.



۵-۲-۲: قوه‌های واندر - والس (Vander - Walls Forces) و لندن

برای نزدیک شدن مالیکولها در ایجاد حالت مایع و یا جامد مواد بین آن‌ها حتمی قوه‌های جذب عمل می‌نماید. مطالعه خواص گازها، واندر والس را در سال (1873) به نتایج راجع به موجودیت قوه دفع و جذب بین مالیکولها با در نظر داشت خواص غیر آیونی و غیر الکتروولانسی ایشان نایل ساخت؛ از این نوع قوه‌ها میتوان برداشت مختلف را داشته باشیم؛ لکن به صورت عموم این‌ها کنیه (اساس) قوه واندر - والس را دارا اند.

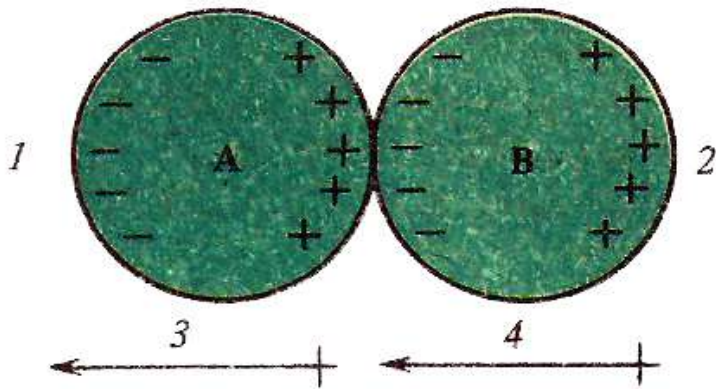
بین مالیکول‌های غیر قطبی قوه جذب موجود است. مطابق به تیوری لندن این قوه‌ها مربوط به پولاریزیشن لحظوی مالیکول‌ها می‌باشد که سبب عمل متقابل ثابت قوه‌های جذب می‌شوند.

یکی از اشکال قوه واندر والس همان عمل متقابل دایپول - دایپولی بین مالیکول‌های قطبی می‌باشد. قوه‌های جذب بین مالیکول‌های غیر قطبی نیز موجود بوده؛ حتی اتوم‌های گازات

نجیب بسیار ضعیف با یکدیگر جذب می‌شوند؛ ازین سبب به طور مشخص آن‌ها می‌توانند حالت مایع را اختیار نمایند.

بین مالیکول‌های غیرقطبی قوه خاص واندر- والس عمل می‌نماید و آن عبارت از قوه‌های Dispersion یا قوه لندن می‌باشد؛ علت به وجود آمدن این قوه‌ها توسط تیوری فزیک‌دان به نام لندن (در سال 1930) به ترتیب ذیل توضیح شده است:

قرار گرفتن دو مالیکول غیرقطبی بسیار نزدیک به یک دیگر را ملاحظه می‌نماییم؛ چون این مالیکول‌ها غیرقطبی هستند؛ بنابراین آن تقسیم شدن کثافات ابر الکترونی به طور اوسط متناظر می‌باشد؛ امادر هر مومنت مشخص زمانی تقسیم الکترون هادریکی از مالیکول‌ها ممکن غیر متناظر باشد؛ طور مثال: در لحظه برای این نوع مالیکول‌ها مومنت دای پولی ظاهر می‌شود. در شکل (5-2) نشان داده شده است که چطور این نوع دایپول زمانی در یکی از مالیکول‌ها (A) می‌تواند ابر الکترونی مالیکول‌های همجوار (B) را جذب نماید؛ بنا براین هر دو مالیکول‌ها مومنت دایپولی داشته و سمت آن طوری است که مالیکول‌ها جذب شدن یک دیگر را آغاز می‌نمایند، چون الکترون‌ها با سرعت زیاد حرکت می‌نمایند این جذب مؤقتی می‌باشد:



شکل (5-2) جذب بین دایپول‌های زمانی

1 - ابر الکترونی مؤمت مشخص جابه جا شده به طرف چپ .

2 - جذب ابر الکترونی را نشان می دهد که به طرف چپ حرکت می نماید .

3 - سمت دایپول لحظوی .

4 - سمت دایپول قیاس شده .

همچنان دایپول مؤمت بعدی مالیکول A ممکن به سمت مخالف ارسال شده باشد و دای پول مؤمت های جدید قیاس شده (هدایت شده) رادر مالیکول B طوری برقرار می سازد که بین مالیکول ها جذب بوجود می آید و خود دایپول مؤمت تنها در لحظه به وجود آمده؛ اما تأثیر مجموعی آن ها عمل متقابل داشته و آن عبارت از قوه جذب عمل کننده دایمی است.

فعالیت



اشکال زیر را مشاهده نموده و به سؤالهای ذیل به شکل گروهی جواب بدهید:

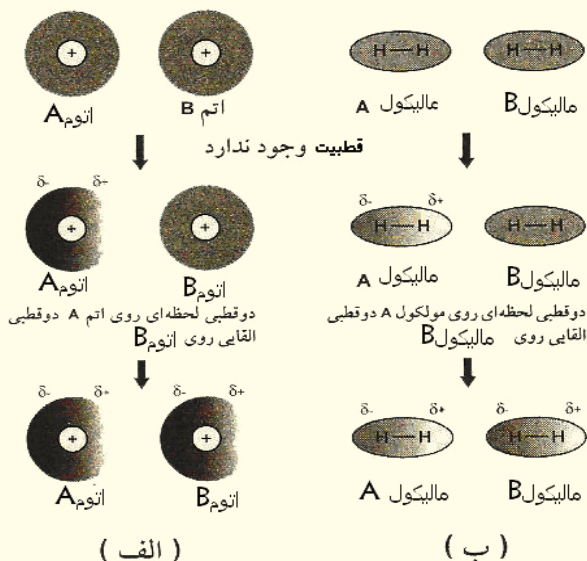
1 - در صورتی که قوه لندن در اثر به وجود آمدن دای پول مؤمت ایجاد می شود، پس

عامل که به وجود آمدن این دای پول مؤمت ها می گردد، چیست؟

2 - به اساس تبارز کدام خواص ماده می توان این دای پول مؤمت را درک کرد؟

3 - بین مالیکول ها و اتم های A و B شکل الف و ب ذیل کدام مناسبات ملاحظه

می گردد؟ در این باره به شکل گروهی معلومات ارائه بدارید:



شکل (5 - 3) چگونگی ایجاد دو قطبی لحظوی بین دو مالیکول ها و دو اتم ها

عوامل مؤثر بالای قوت قوه‌های لندن

چون قوه‌های لندن در نتیجه به وجود آمدن دای پول مومنت ایجاد می‌گردد و هر عاملی که پراکنده گی ابر الکترونی را در مالیکول بیشتر سازد، این دای پول را بیشتر ساخته و این عامل عبارت اند از:

الف - حجم مالیکول‌ها

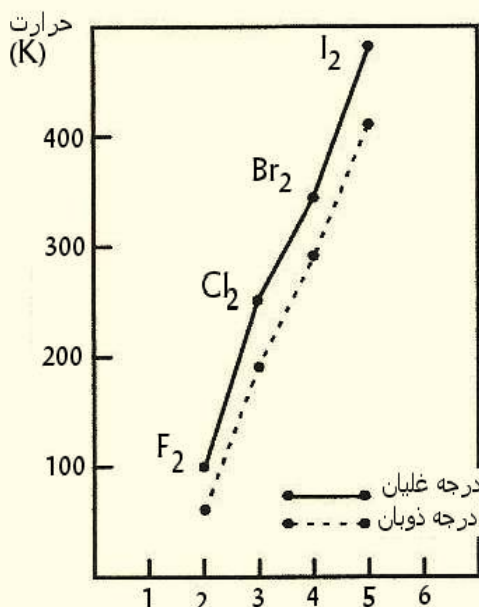
با افزایش تعداد الکترون‌ها در مالیکول‌ها و قشرهای الکترونی به اطراف هر اتوم و یا با افزایش تعداد اتوم‌ها در یک مالیکول، حجم و اندازه ابر الکترونی آن بزرگ می‌شود. به هر اندازه که ابر الکترونی بیشتر و از هسته دور واقع باشد، پراکنده گی الکترونها بیشتر و قوه لندن نیز زیاد به وجود می‌آید. افزایش قوت قوه لندن و ازدیاد حجم مالیکول‌ها را میتوان در مقایسه نمودن نقطه ذوبان و غلیان بعضی از مالیکول‌ها به اساس گراف فعالیت ذیل دریافت کرد:

فعالیت



گراف ذیل را به دقت ملاحظه نموده به سؤالات زیر جواب ارائه بدارید:

- 1 - درجه غلیان مالیکول‌های کدام عنصر هلوجن بلند است؟ علت آنرا توضیح نمایید.
- 2 - درجه ذوبان مالیکول‌های کدام عنصر هلوجن بلند است؟ علت آنرا توضیح نمایید.



شکل (5-4): گراف مقایسه درجه غلیان هلوجن‌ها

ب - کتله مالیکول

مالیکول‌های هایدروجن عادی (1H)، دیتریم (2D) و تریسیم (3T) هر سه غیر قطبی اند. حجم مالیکول و طول رابطه در مالیکول‌های هر سه ایزوتوپ هایدروجن مساوی است؛ اما کتله هر سه آن‌ها از هم فرق دارد، در این صورت این کمیت بالای درجه غلیان و ذوبان آن‌ها تأثیر دارد که در جدول ذیل دیده می‌شود؛ پس نتیجه گیری می‌شود که کتله مالیکول هانیز در قدرت قوه لندن تأثیر دارد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (5-1): بعضی مشخصات ایزوتوپ‌های هایدروجن

نقطه جوش (K)	نقطه ذوب (K)	کتله مالیکولی	طول رابطه (pm)	فورمول مالیکولی	فورمول
20.39	13.957	2.00	74.14	H_2	$({}^1H)$
23.67	18.73	4.03	74.14	D_2	$({}^2D)$
25.04	20.62	6.03	74.14	T_2	$({}^3T)$

ج - شکل مالیکول و سطح تماس

مالیکول‌های دارنده سطح تماس بیشتر با هم دیگر نزدیک شده و قوه لندن زیاد تر قوی می‌شود. مالیکول‌های مسطح و خطی نسبت به مالیکول‌های هرمی و خمیده و مالیکول‌های زنجیری نسبت به مالیکول‌های منشعب و شاخه دار سطح تماس بیشتر را دارا بوده و قوه لندن در بین مالیکول‌های آن‌ها بیشتر می‌باشد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (5-2): تأثیر شکل مالیکول‌ها بالای قوه لندن

نقطه غلیان (0C)	نقطه ذوب (0C)	فورمول ساختمانی	فورمول مالیکولی
0	-138	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	C_4H_{10}
-12	-159	$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 - CH - CH_3 \end{array}$	C_4H_{10}

فعالیت



در جدول ذیل بعضی از خواص فزیکى آب سبک و سنگین داده شده است ، شما تفاوت خواص آب‌های مذکور را در یافت و در کتابچه‌های تان یادداشت و علت این تفاوت‌ها را توضیح نمایید .

جدول (5-3): خواص انواع آب‌ها

نقطه غلیان ($^{\circ}C$)	نقطه ذوب ($^{\circ}C$)	کنله مالیکولی	μ بالانتر از (D)	فورمول مالیکولی
100	0	18.0151	1.84	H_2O
101.42	3.81	20.0276	1.84	D_2O

معلومات اضافی



قوه لندن نه تنها در مالیکول‌های غیر قطبی بلکه در مالیکول‌های قطبی نیز موجود بوده ؛ اما این قوه به مراتب کمتر از تأثیر دای پول - دای پولی است.

۵-۲-۳: رابطه هایدروجنی (Hydrogen Bond)

روابط هایدروجنی یک نوع رابطه خاص کیمیاوی بوده که بین هایدروجن و عناصر الکترونیگاتیف (F, O, N) در صورتی برقرار می‌گردد که اتم هایدروجن به همین عناصر الکترونیگاتیف رابطه داشته باشد، این رابطه بین مالیکول‌ها تشکیل گردیده و یا این که بین اتم‌های هایدروجن و اتم‌های عناصر الکترونیگاتیف عین مالیکولها (رابطه داخلی مالیکولی) برقرار می‌گردد .

طوری که معلوم است ، مرکبات هایدروجن دار که در ترکیب مالیکولی شان عناصر غیر فلزی الکترونیگاتیف موجود باشد (F, N, O)، دارای خواص کاذب و درجه غلیان بلند می‌باشند.

جدول (5-4): درجه غلیان سلسله یی مرکبات دارنده عناصر اکسیجن ، نایتروجن و فلورین:

مرکبات	درجه غلیان	مرکبات	درجه غلیان
H ₂ O	100°C	HF	19°C
H ₂ S	-60°C	HCl	-84°C
H ₂ Se	-41°C	HBr	-57°C
H ₂ Te	-2°C	HI	-53°C

طوری که در سلسله مرکبات فوق دیده می شود، درجه غلیان آب $100^0 C$ بوده و مرکبات دیگر سلسله عناصر هم گروه اکسیجن (O_2) پایین است، در سلسله دیگر مرکبات درجه غلیان (HF) بلند و مرکبات دیگر عناصر گروه فلورین (F_2) پایین است. علت آن موجودیت عمل متقابل بین هایدروجن و اکسیجن مالیکول های مختلف آب بوده وهم در HF عمل متقابل بین اتم هایدروجن یک مالیکول HF یا اتم فلورین مالیکول دیگر آن می باشد. این عمل متقابل بین مالیکولی قطع آن هارا از هم دیگر مشکل ساخته، مفزیت آن ها کم شده و درجه غلیان مرکبات مربوطه آن ها بلند می رود.

در نتیجه تفاوت الکترونیگاتیوتی زیاد اتم ها، روابط کیمیاوی بین $H-N$, $H-O$, $H-F$ فوق العاده زیاد قطبی بوده؛ بنابراین اتم هایدروجن قسماً چارج مثبت و اتم های فلورین، اکسیجن و نایتروجن قسماً چارج منفی را حاصل نموده و قوه کولمب بین چارج های مخالف عمل نموده، اتم هایدروجن دارای چارج قسمی مثبت یک مالیکول توسط اتم الکترونیگاتیف مالیکول دیگر کش گردیده، رابطه جدید برقرار می گردد و مالیکولها مرتبط می شوند:



شکل (5-5): رابطه هایدروجنی، الف - HF ، ب - آمونیا، ج - یخ

۵-۲-۳-۱: ماهیت رابطه هایدروجنی

گرچه توافقی در مورد ماهیت رابطه هایدروجنی موجود نیست؛ اما در این جا بعضی از مشخصاتی را مورد بحث قرار میدهم تا ویژه گی های مختلفی را در مورد این قوه بهتر بشناسید . در جدول ذیل خواص چند مالیکول مرکبات مختلف با داشتن این رابطه و ویژه گی قوه بین آن ها به طور مقایسوی ارائه شده است:

جدول (5-5): خواص فیزیکی بعضی مالیکول ها

مالیکول	نوع رابطه بین مالیکول	طول رابطه هایدروجنی pm	طول رابطه اتوم ها در مالیکول pm	انرژی رابطه هایدروجنی	دای پول مومنت مالیکول μ	دای پول مومنت رابطه μ
HF	F-H...F	120	120	- 19 kJ / mol	1.8D	1.9D
H ₂ O	O-H...O	170	100	- 22 kJ / mol	1.82D	1.5D
NH ₃	N-H...N	220	90	- 17 kJ / mol	1.47D	1.4D

مقایسه دای پول مومنت روابط نشان می دهد که با ازدیاد قطبیت رابطه و ازدیاد چارج های قسمی بالای هر اتوم قابلیت رابطه هایدروجنی را بیشتر می سازد، به این اساس می توان رابطه هایدروجنی را مشابه به قوه ای دای پول - دای پولی دارای اهمیت الکتروستاتیکی قبول نمود.

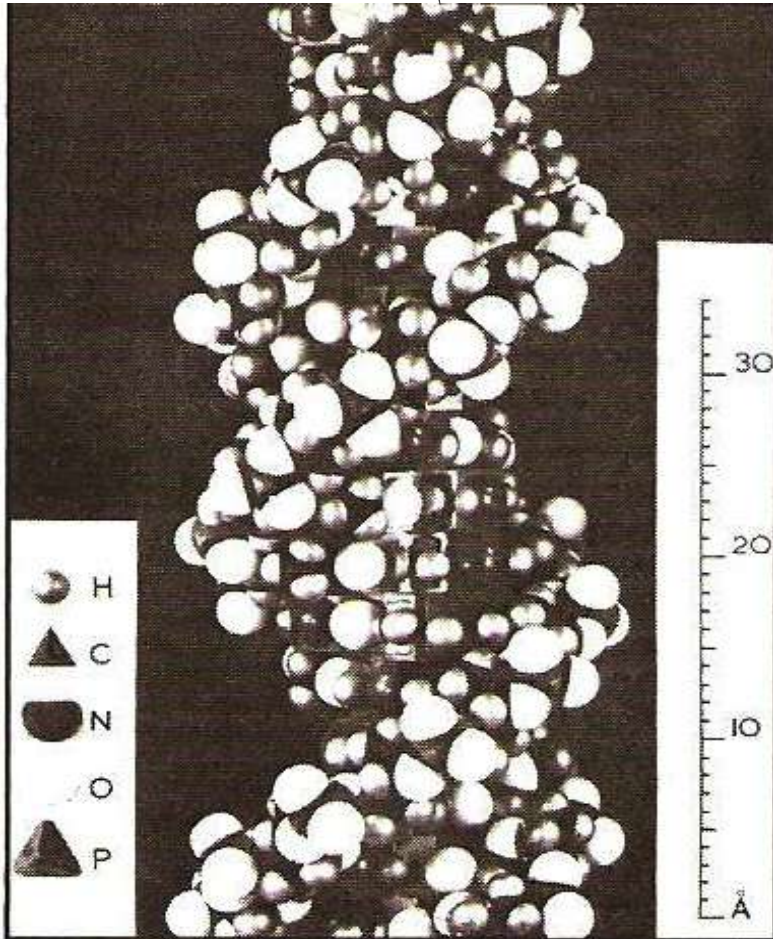
ویژه گی خاص رابطه هایدروجنی در این است که با قرار گرفتن سه اتوم ($X-H...Y$) در یک خط مستقیم قدرت این رابطه را بیشتر می سازد و رابطه هایدروجنی جهت دار می گردد . جهت دار بودن آن مربوط به رابطه کوولانسی بوده و رابطه آیونی هم این خاصیت را دارا نمی باشد؛ زیرا قوه بین آیون ها در تمام سمت ها یکسان می باشد؛ اما با آنهم رابطه هایدروجنی را نمی توان کوولانسی یا آیونی فرض کرد؛ زیرا در قدم اول اتوم هایدروجن دارای اوربیتال s در قشر اولی و ولانسی خود بوده و نمی تواند بیشتر از یک رابطه کوولانسی را برقرار نماید و از طرف دیگر انرژی رابطه کوولانسی و آیونی اکثراً بیش از 100kJ/mol است ، نتیجه

فعالیت دوم



شعاع واندر- والس اتوم‌های هایدروجن 120pm، فلورین 147pm، آکسیجن 152pm و نایتروجن 155pm است، مجموعه شعاع واندر والس بین اتوم‌ها را در رابطه‌های $H...N$ ، $H...O$ ، $H...F$ محاسبه نماید و هم آن را با طول واقعی این رابطه هایدروجنی مقایسه نموده، تفاوت‌ها را چگونه توضیح می‌نمایید.

رابطه هایدروجنی نه تنها در کیمیا رول اساسی را بازی نموده، بلکه در بیولوژی نیز رول اساسی را دارا است؛ به طور مثال: رابطه هایدروجنی باعث تشکیل فنردوگانه نوکلئیک اسیدها شده و انتقال معلومات ارثی را در اورگانیزم حیه تأمین می‌کند.



شکل (5-6): مالیکول DNA.

۵-۳: تأثیر قوه‌ها بالای خواص فیزیکی مواد

قوه بین ذرات مواد (مالیکول‌ها، اتم‌ها و آیون‌ها) بالای خواص فیزیکی آن‌ها تأثیر برانزنده را دارا است که در این بخش، این تأثیرات را بالای بعضی از خواص فیزیکی مواد مطالعه می‌نماییم.

۵-۳-۱: تأثیر قوه‌های جذب بین مالیکولی بالای نقطه ذوبان و انجماد مواد

عملیه ذوبان و غلیان مواد عبارت از دادن انرژی حرارتی به بلورهای مواد غرض مغلوب ساختن انرژی پوتنسیال مواد است که آن‌ها را باهم چسبانده است.

قابل یادآوری است این که: عملیه ذوب و تبخیر مواد بلوری منجر به تجزیه مواد به اتم‌ها و یا آیون‌ها و از بین بردن کامل تمامی قوه‌های کیمیای نمی‌گردد. در مورد درک رابطه بین قوه‌های کیمیای و خواص فیزیکی مواد؛ به طور مثال: نقطه ذوبان و غلیان، لازم است تا انرژی اتصال اجزای متشکل مواد در حالت‌های سه گانه مواد باهم مقایسه گردد. برای تبخیر یک جسم جامد صرف باید مقدار انرژی معادل؛ یعنی اختلاف این دو حالت را به این جسم داد.

مواد بلوری که صرف توسط قوه لندون باهم متراکم شده اند، به حرارت پائین ذوب شده و مایع حاصله از آن به آسانی غلیان می‌نماید، مثال آن را میتوان گازات نجیبه که منجمد گردیده باشد، ارایه کرد. گاز هیلیم به حرارت $269^{\circ}C$ - و رادون به حرارت $62^{\circ}C$ - غلیان می‌نماید. اکثر مالیکول‌های مرکبات عضوی و غیر عضوی که مومنت قطبیت برقی آن‌ها ضعیف باشد، به صورت مستقیم تصعید می‌نمایند؛ به طور مثال: $CH_4(s)$ در $262^{\circ}C$ -، BF_3 در $101^{\circ}C$ - و SF_6 در $64^{\circ}C$ - تصعید می‌نمایند.

از آن جایی که قوه لندون به اساس از دیاد قطبیت مالیکول‌ها افزایش حاصل می‌نماید، اکثر مواد دارنده مالیکول‌های بزرگ، به اساس قوه لندون باهم متراکم گردیده اند، به حرارت عادی حالت مایع را دارا بوده که مثال آنرا میتوان $Ni(CO)_4$ نقطه غلیان $43^{\circ}C$ ، CCl_4 نقطه غلیان، $77^{\circ}C$ ، N_3H_6 با درجه غلیان $53^{\circ}C$ ارائه نمود.

مالیکول‌ها در مایعات قطبی توسط عمل متقابل دای پول - دای پولی و رابطه هایدروجنی باهم مرتبط و متراکم گردیده اند که این نوع ارتباط به مراتب مستحکم تر از ارتباط به اساس قوه لندون و واندر والس بوده؛ ازین سبب نقطه غلیان این نوع مواد بلندتر است؛ به طور مثال: آب، امونیاک مایع، سلفوریک اسید، کلوروفارم و غیره بنابر داشتن روابط دای پول - دای پولی

ورابطه هایدروجنی دارای درجه غلیان بلند اند.

مالیکولهای سبک تر از قبیل H_2O , H_2S , H_2Se , PH_3 و HI نوع مالیکولهای قوی قطبی نبوده (الکترونیگاتیویتهی این عناصر غیر فلزی مشابه به هایدروجن می باشد)؛ ازین سبب نقطه غلیان این نوع مرکبات پایین است، با ازدیاد کتله مالیکولی شان، درجه غلیان آنها نیز افزایش حاصل می نمایند. اولین عضو سرده این مرکبات فوق الذکر عناصر گروپ های VII (NH_3 , H_2O و HF) در حالت مایع بین مالیکولهای خود رابطه هایدروجنی را برقرار می نمایند؛ بنابر این درجه غلیان آنها بلند می باشد؛ اما در مرکبات دیگر این سلسله رابطه هایدروجنی موجود نبوده و درجه غلیان پایین را دارا اند.

مرکبات آیونی توسط قوه بسیار قوی الکتروستاتیکی بین آیونهای مخالف چارج شان باهم متراکم گردیده اند؛ ازین سبب آیونهای آنها را نمی توان به انرژی کم از هم دور نمود که همچو مواد دارای درجه ذوبان و غلیان بلند میباشند. زمانی که به این مواد حرارت داده شود روابط شبکه کرسالی آنها قطع و در نتیجه ذوب و بلاخره غلیان می نمایند.

ازدیاد چارجهای برقی آیونهای متشکل مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکه کرسالی گردیده و درجه ذوبان و غلیان آنها افزایش می نماید؛ به طور مثال: درجه غلیان NaF مساوی به $997^{\circ}C$ و از MgO مساوی به $2800^{\circ}C$ می باشد.

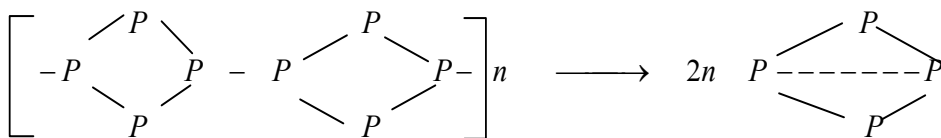
اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته و در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند، درجه ذوبان و غلیان آنها بلند بوده میتواند؛ به طور مثال: کاربن به شکل الماس و گرافیت به حرارت $3700^{\circ}C$ تصعید می نماید و سلیکان دای اکساید که به $1710^{\circ}C$ ذوب می گردد، به حرارت بالاتر از $2200^{\circ}C$ غلیان می نماید.

روابط چهار گانه اتومهای کاربن در الماس که به حالت جامد قرار داشته باشد، نوع رابطه سگما بوده؛ اما اگر حالت گاز را داشته باشد، دو رابطه σ آن به رابطه π تبدیل گردیده و نوع رابطه ضعیف می باشد:

جدول (5-6): انرژی تفکیک هالیدهای فلزات القلی در فاز جامد، مایع و گاز به KJ/mol

نسبت	تصعید $^{\circ}C$	$M-X(s)$ $M^{+}(g)+X^{-}(g)$ KJ/mol	$M-X(g)$ $M^{+}(g)+X^{-}(g)$ KJ/mol	مرکب
	268	1033	766	<i>LiF</i>
	209	845	636	<i>LiCl</i>
	184	799	615	<i>LiBr</i>
	167	741	573	<i>LiI</i>
	272	916	644	<i>NaCl</i>
	222	778	556	<i>NaBr</i>
	205	741	536	<i>NaI</i>
	184	690	506	<i>KF</i>
	230	812	582	<i>KBr</i>
	213	707	494	<i>KI</i>
	201	678	477	<i>RbF</i>
	192	686	498	<i>RbCl</i>
	213	661	463	<i>RbBr</i>

اگر تعداد روابط کووالانسی در مالیکول‌های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آنها بوده باشد و عین ثبات را با آنها داشته باشد، عمل تبخیر آنها سریع و ساده صورت می‌گیرد، مثال آن را میتوان روابط پولی میرها که در صدها درجه حرارت برقرار می‌گردد، ارایه کرد؛ به طور مثال: فاسفورس سرخ در $280^{\circ}C$ تصعید نموده، دوباره به شکل فاسفورس سفید منجمد می‌گردد.



جدول (5 - 7): درجه ذوبان هالیدهای پوتاشیم و نقره

مرکب	درجه ذوبان	مرکب	درجه ذوبان
<i>KF</i>	$880^{\circ}C$	<i>AgF</i>	$435^{\circ}C$
<i>KCl</i>	$776^{\circ}C$	<i>AgCl</i>	$455^{\circ}C$
<i>KBr</i>	$730^{\circ}C$	<i>AgBr</i>	$434^{\circ}C$

فعالیت



جدول (5 - 8) را به دقت مطالعه نموده درجه ذوبان مرکبات درج شده را باهم مقایسه نمایید، علت تنقیص و ازدیاد آن‌ها را توضیح و هم چگونگی تفاوت آن‌ها را به اساس دلایل ارایه بدارید.

جدول (5 - 8): درجه ذوبان و غلیان هالیدهای القلی‌ها و القلی‌های زمینی

مرکب	درجه ذوبان	درجه غلیان	مرکب	درجه ذوبان	درجه غلیان
<i>KBr</i>	$730^{\circ}C$	$1380^{\circ}C$	<i>CaBr_2</i>	$765^{\circ}C$	$812^{\circ}C$
<i>CsF</i>	$684^{\circ}C$	$1250^{\circ}C$	<i>BaF_2</i>	$1280^{\circ}C$	$2137^{\circ}C$

۵-۳-۲: تأثیر قوه‌ها بالای انحلالیت

انحلالیت و خصلت‌های دیگر اجسام حل شده موضوع پیچیده بوده، درین جا صرف توضیحات مختصر ارائه می‌گردد.

محلول‌های اجسام غیر قطبی در محلل‌های غیر قطبی ساده ترین نوع محلول‌ها بوده، قوه‌های که بین ماده منحل و محلل در محلول‌ها موجود است، نوع قوه لندن بوده و نوع قوه ضعیف می‌باشد. موجودیت این قوه‌ها بین ذرات ماده منحل و محلل که منجر به انحلالیت و چسپش این دو مواد می‌گردد، تفاوت همچو محلول‌ها را با مخلوط گازات آیدیال افاده مینماید.

در محلول‌های آیدیال اجسامی دارای مالیکول‌های غیر قطبی، مرکبات آیونی محلل‌های بسیار قطبی مانند آب موجود اند، برای اینکه یک مرکب آیونی در محلل خوب حل گردد، باید بالای قوه جذب بین ذرات آیونی در شبکه کرستالی غلبه حاصل نماید و انرژی جاذبه

الکتروستاتیکی بین آیون‌ها باید مغلوب گردد. در محلول‌های که آیون‌های مادهٔ منحل‌ه توسط محلولی دارای ثابت دای الکتریک بلند، (به طور مثال: $\epsilon^{\circ} \text{H}_2\text{O} = 87$) تجرید می‌گردد. قوهٔ جاذبه بین این آیون‌ها کم بوده و به آسانی یک دیگر را جذب کرده نتوانسته و رسوب تشکیل نمی‌گردد. قوهٔ مذکور را میتون توسط قانون کولب توضیح کرد:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon \cdot r^2}$$

در این فرمول F قوهٔ جذب بین ذرات آیونی مخالف علامه، K ثابت، q_1 و q_2 مقدار چارج‌ها، r فاصلهٔ دو چارج و ϵ° ثابت دای الکتریک محلل را افاده می‌نماید. یکی از عوامل قابلیت انحلالیت محلل‌ها عبارت از کواردینیشن آن‌ها با اتوم‌های مرکزی مالیکول‌های مادهٔ منحل‌ه می‌باشد. محلل‌های قطبی با کتیون‌های مادهٔ منحل‌ه به خوبی کواردینیشن گردیده و عوامل دیگر آن نوعیت آیون‌های شامل محلول‌ها؛ مانند: اندازه، قابلیت تشکیل روابط بین مالیکول‌های محلل و آیون‌ها به جسامت آیون‌های این ماده وابستگی دارد و انرژی شبکهٔ کرسطالی نیز به جسامت آیون مرکزی رابطه دارد. قوه‌های موجود در شبکهٔ کرسطالی (آیون - آیون) از قوهٔ بین مالیکول‌های محلل در مجاور آیون (آیون - دای پولی) قوی‌تر است. اگر انرژی شبکهٔ کرسطالی نسبت به سلویشن (Solvation) بزرگ باشد، محیط همچو محلول‌ها سرد بوده، در صورتی که انرژی شبکهٔ کرسطالی نسبت به انرژی سلویشن (Solvation) در محلول‌ها کمتر باشد، محیط محلول‌ها گرم است.



* مالیکول‌های مرکبات مختلف دارای خواص و ساختمان مختلف بوده و اجسام مختلف را با اشکال مختلف تشکیل می‌دهند. در همچو اجسام مالیکول‌ها به اساس یک قوه با هم متحد گردیده و اجسام دارای حالت‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.

* در روابط کیمیای الکترونیهای ولانسی اتوم‌ها سهمیه بوده، مالیکول‌ها، آیونها و یا رادیکالها را تشکیل داده؛ اما مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف با هم متحد گردیده اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهد.

* اشکال مختلف عمل متقابل بین اتوم‌ها و مالیکول‌ها موجود است که سبب تشکیل روابط بین آن‌ها می‌گردد، از جمله عمل متقابل دای پول - دای پولی، عمل متقابل قوه و اندرس - والس، لندون و رابطه هایدروجنی می‌باشد.

* در اجسام جامد، مالیکول‌های قطبی غرض تشکیل ساختمان‌های منظم، عمل متقابل را انجام داده، عمل متقابل دایول - دای پولی بین مالیکول‌ها زمانی انجام می‌پذیرد که مالیکول‌ها با هم نزدیک شده، در این صورت اینها یک دیگر را جذب و اجسام جامد را تشکیل می‌دهند.

* انرژی ضروری برای جدا کردن روابط در شبکه کرسطالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می‌گردد که این انرژی در نتیجه عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی ماده منحل با مالیکول‌های محلل قطبی آزاد می‌گردد.

* بین مالیکول‌های غیرقطبی قوه جذب موجود است. مطابق به تیوری لندون این قوه‌ها مربوط به پولاریزیشن لحظوی مالیکول‌ها می‌باشد که سبب عمل متقابل ثابت قوه‌های جذب می‌شوند.

* رابطه هایدروجنی یک نوع رابطه خاص کیمیای بوده که بین هایدروجن و عناصر الکترونیگاتیف (N, O, F) در صورتی برقرار می‌گردد که اتوم هایدروجن به همین عناصر الکترونیگاتیف رابطه داشته باشد.

* مواد بلوری که صرف توسط قوه لندون باهم متراکم شده اند، به حرارت پایین ذوب شده و مایع حاصله از آن به آسانی غلیان می‌نماید.

* قوه جاذبه بین آیونهای مواد در محلول‌ها زمانی کم بوده و به آسانی یک دیگر را جذب کرده

نتوانسته و رسوب تشکیل نمی‌گردد که ثابت دای الکتریک محلل بزرگ باشد. قوه مذکور را میتوان توسط قانون کولب توضیح کرد:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon \cdot r^2}$$

*ازدیاد چارج‌های برقی آیون‌های متشکلهٔ مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکهٔ کرسطالی گردیده و درجهٔ ذوبان و غلیان آن‌ها افزایش می‌یابد.

سوالات فصل پنجم

سؤال‌های چهار جوابه

1- مالیکول‌های اجسام به اساس یک ---- باهم متحد گردیده و اجسام دارای ----- را تشکیل می‌دهند.

الف - قوه ، حالت‌های مختلف ب - رابطه ، حالت‌های مختلف ج - الف و ب هر دو
د - هیچکدام

2- مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف باهم متحد گردیده ----- را تشکیل می‌دهند .

الف - مواد کوچک ب - اجسام بزرگ ج - آیون‌ها د - تماماً درست است .

3- موجودیت کدام عناصر در مالیکول‌های مرکبات باعث رابطهٔ هایدروجنی بین مالیکول‌ها می‌گردد؟

الف - نایتروجن ، آکسیجن ، فلورین و هایدروجن ب - تنها آکسیجن ج - تنها فلورین
د - هایدروجن

4- شرط حتمی تشکیل رابطهٔ هایدروجنی کدام یک از موارد ذیل خواهد بود؟

الف - موجودیت هایدروجن ، ب - موجودیت سه عنصر الکترونیگاتیف (فلورین ، آکسیجن و نایتروجن) و رابطهٔ هایدروجن به همین عنصر در مالیکول‌های مرکبات
ج - الف و ب هر دو ، د - هیچکدام

5- مواد بلوری که صرف توسط قوهٔ لندون باهم متراکم شده اند ، به حرارت --- ذوب شده و مایع حاصله از آن ----- غلیان می‌نمایند .

الف - پایین ، به آسانی ب - بلند ، به مشکل ج - متوسط ، بطی د - بسیار بلند ، ساده

6 - انرژی ضروری برای جدا کردن روابط در شبکه کرسالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می‌گردد که این انرژی در نتیجه عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی ماده منحل با مالیکول‌های محلل قطبی ---- می‌گردد.

الف - آزاد ب - جذب د - خنثی د - الف وب هر دو

7 - اکثر مواد دارنده مالیکول‌های بزرگ که به اساس قوه لندون باهم مترکم گردیده اند ، به حرارت عادی ---- را دارا بوده

الف - حالت جامد ب - حالت گاز ج - حالت مایع د - حالت پلازما

8 - اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته ؛ اما در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند ؛ درجه ذوبان و غلیان آنها ---- بوده میتواند

الف - بلند ب - پائین ج - متوسط د - بسیار پائین

9 - ازدیاد چارج‌های برقی آیون‌های متشکل مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکه کرسالی گردیده و درجه ذوبان و غلیان آنها ---- می‌نماید .

الف - تنزیل ب - افزایش ج - تغییر نمی‌نماید د - فوق العاده تنزیل

10 - اگر روابط کولانسی در مالیکول‌های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آنها بوده باشد و عین ثابت را به آنها داشته باشد ، عمل تبخیر آنها ----- و ساده صورت می‌گیرد .

الف - سریع ب - بطی ج - کمتر د - هیچکدام

سؤال‌های تشریحی

1 - کدام شرایط برای تشکیل رابطه هایدروجنی لازم است ؟ درباره معلومات ارایه دهید.

2 - کدام اشکال قوه‌های بین مالیکولی در مواد ذیل ملاحظه می‌گردد؟

الف - $HBr(g)$ ب - $Br_2(g)$ ج - $ICl(g)$ د - $HF(l)$

3 - درجه غلیان آب $100^\circ C$ بوده و مرکبات دیگر سلسله عناصر هم گروپ آکسیجن (O_2) پایین بوده و در سلسله دیگر مرکبات درجه غلیان HF ($19^\circ C$) بلند و مرکبات دیگر عناصر گروپ فلورین (F_2) پایین است ، علت آن را توضیح کنید.

4 - مرکبات ذیل را به اساس ازدیاد درجه غلیان تنظیم نموده و حل خود را توضیح نماید

الف - C_4H_9-OH ب - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ ج - $(CH_3)_3CCH_3$

د - N_2

5- قوه جذب بین ذرات مواد بالای درجه ذوبان و غلیان آنها چه تأثیر دارد؟ معلومات دهید.

6- در انحلالیت مواد کدام قوهها تأثیر دارد؟ معلومات ارائه دهید.

7- کدام فکتورها در انحلالیت آیونها مؤثر است؟ ثابت دای الکتریک چیست؟ در مورد معلومات دهید.

8- در مورد فرق بین روابط کیمیاوی وقوه بین مالیکولی معلومات ارائه دهید.



حالات ماده

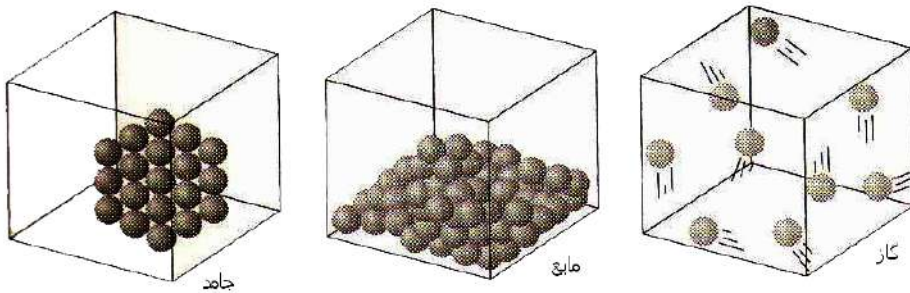
به اطراف خویش مواد مختلف را به حالت‌های مختلف مشاهده می‌نمایید، آیا میدانید که ماده در طبیعت به چند حالت یافت می‌شود؟ حالت‌های ماده مربوط به کدام شرایط است؟ ماده در حالت‌های مختلف دارای کدام خصوصیات است؟ حالت گاز، مایع و جامد ماده را چگونه می‌توان به یکدیگر تبدیل کرد؟ کدام شرایط در تغییرات حالت‌های ماده به یکدیگر رول اساسی را دارا اند؟ با مطالعه این فصل می‌توان راجع به حالت‌های ماده معلومات حاصل و به سؤالات فوق جواب ارائه کرد و هم امثال این نوع سؤالات را حل کرد.

۶-۱ - جامدات، مایعات و گازات

هر ماده میتواند نظر به شرایط محیطی سه حالت «جامد، مایع و گاز» را داشته باشد. گرچه در حالت عادی مواد به حالت گاز کمتر یافت می‌گردد؛ اما گازات از اهمیت خاصی برخوردار اند؛ به طور مثال: موجودات حیه از جمله انسان‌ها در داخل محلول گازی زنده گی می‌نمایند. اتموسفیر زمین مخلوطی از گازها است که قسمت زیاد آن از نایتروجن و آکسیجن تشکیل گردیده است.

گازات موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آن‌ها بالای یک دیگر تأثیر کمتر داشته و قوه جذب ذرات آن‌ها باهم کمتر است و حرکت نامنظم را دارا اند. به حرارت بلند و فشار کم حرکت ذرات گازات سریع است. خواص جامدات از خواص گازات فرق داشته، گازات دارای کثافت کمتر بوده، در حالیکه جامدات کثافت بزرگ را دارا اند. گازات در نتیجه فشار متراکم شده؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شدن را دارا اند؛ زیرا قوه جذب بین ذرات آن‌ها به مراتب بیشتر از قوه جذب بین ذرات گازات می‌باشد. جامدات سخت و شکننده بوده؛ در حالیکه گازات این خواص را دارا نیستند.

مایعات خاصیت خاصی را نسبت به جامدات و گازات دارا بوده؛ به طور مثال: قوه جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشتر بوده؛ اما نسبت به جامدات ضعیف می‌باشد. اشکال ذیل ذرات مواد را در سه حالت آن‌ها نشان می‌دهند:



شکل (6-1): حالت جامد، مایع و گاز

موادی دارای حالت جامد و مایع تقریباً دارای عین کثافت می‌باشند که مثال آنرا می‌توان کثافت آب جامد، مایع و گاز (بخارات آب) ارائه کرد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (6 - 1): سه حالت آب به حرارت‌های مختلف.

حالت / مشخصات	مایع آب	جامد آب	گاز (بخارات) آب
کثافت	0.997 g/cm^3	0.9168 g/cm^3	0.326 g/cm^3
درجه حرارت	25°C	0°C	400°C

۶-۱-۱: بعضی مشاهدات اولیه جامدات

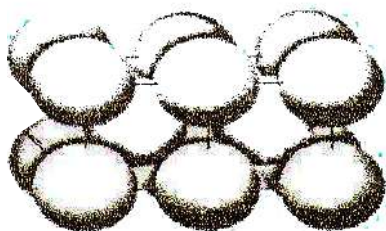
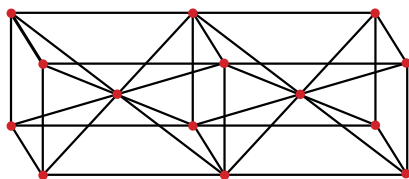
تعریف ماده جامد: ماده جامد، کتله، حجم و شکل معین را دارا است، یا تعریف جامع مواد جامد این است که اجزای تشکیل دهنده مواد جامد بانظم خاص و متواتر در کنار هم دیگر قرار دارند.

۶-۱-۲: بلورها (Crystal)

یکی از خصوصیات برآزنده جامدات شکل کرسطالی آن‌ها بوده که ساختمان بلوری را دارند. در مباحث مختلف راجع به نظام اتم‌ها یک ساختمان سه بعدی از اتم‌ها در یک جامد صحبت به عمل آمده است، این ساختمان سه بعدی را یک شبکه بلوری می‌نامند. انواع و اشکال شبکه‌های بلوری قرار ذیل است:

۶-۱-۲-۱: شبکه فضایی

ساختمان منظم هندسی نقاط را در فضا به نام شبکه فضایی یاد می‌نمایند. در شکل (6 - 2) یک نوع شبکه فضایی به ملاحظه می‌رسد که توسط خطوط با یک دیگر وصل گردیده اند، اگر تصور گردد که توصل اتم‌های آهن در چنین شبکه‌ها قرار دارد، طوریکه مرکز هر اتم آهن بالای یک نقطه در چنین شبکه واقع باشد، در این صورت قسمتی از شبکه بلور آهن دیده می‌شود که آن را در سمت راست همین شکل ملاحظه می‌توان کرد.



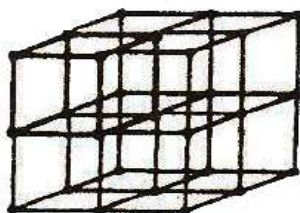
شبکه فضایی

شبکه بلوری

شکل (6-2): شبکه فضایی بلوری .

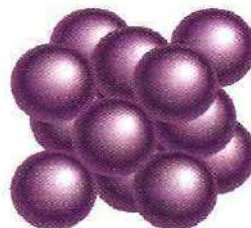
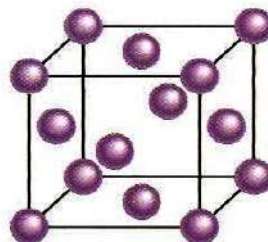
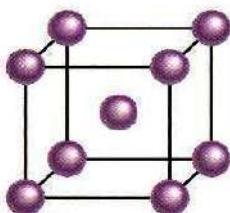
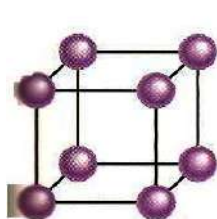
یک شبکه بلوری ممکن به شکل یک شبکه فضایی تصور گردد که در آن نقاط مختلف را اتم‌ها، یون‌ها و یا مالیکول‌ها و یا گروهی از آن‌ها اشغال کرده باشد. ساختمان ذرات در یک شبکه بلوری به طور متوالی در سه بعد تکرار می‌شود تا سرحداتی فیزیکی هر بلور واحد حاصل گردد. غرض توصیف یک شبکه بلوری لازم است تا سلول و یا حجره واحد را تعریف نماییم، یک حجره واحد قسمتی از شبکه بلوری بوده که با حرکت دادن آن مطابق به قواعد معین می‌توان شبکه کامل بلوری را حاصل کرد.

حجره واحدی که به طور معمول برای شبکه فضایی انتخاب می‌گردد، دارای شکل مشخص است، این حجره واحد دارای شش وجه بوده که هر وجه آن یک متوازی الاضلاع است. شکل (6-3) یک شبکه مکعبی ساده و یک حجره واحد را نشان می‌دهد و در این حجره واحد مکعبی در هر کج آن تنها یک نقطه موجود است که به نام حجره واحد مکعبی ساده یاد می‌شود، در ضمن این حجره واحد مکعبی یک حجره واحد اساسی است.



شکل (6-3): یک شبکه فضایی مکعبی ساده و واحد حجروی آن .

دو نوع دیگر شبکه‌های فضایی مکعبی نیز موجود است که حجرات واحدی آن‌ها معمولاً دارای مرکز و یا غیر متناظر می‌باشد (مانند شکل (6-4)). حجرة واحد مکعبی دارنده مرکز علاوه بر هشت نقطه که در کنج‌های مکعب قرار دارند، دارای یک نقطه دیگر در مرکز مکعب نیز می‌باشد و هم در هر وجه آن نیز یک نقطه موجود است. برای هر یک از این واحدهای حجروی دو مودل ارائه گردیده است، یکی مودل توپ و میله و دیگر آن کره‌های بزرگ است.

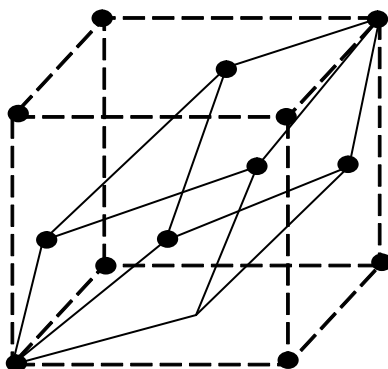


Simple cubic

Body-centered cubic

Face-centered cubic

شکل (6-4): سه واحد حجروی مکعبی توپ و میله و کره‌های بزرگ



شکل (6-5): شبکه فضایی مکعبی ساده و واحد حجروی آن

در شکل (6-5) یک حجره واحد مکعبی با وجوه مرکز دار (غیر اصلی) ملاحظه می‌گردد و هم یک حجره واحد به ملاحظه می‌رسد که نوع اصلی می‌باشد.

فعالیت

با استفاده از چند گلوله پلاستیکی و سرش مناسب هریک از حجره‌های مکعبی، ساده، مرکز وجوه پرآآماده ساخته و آن را نمایش دهید.

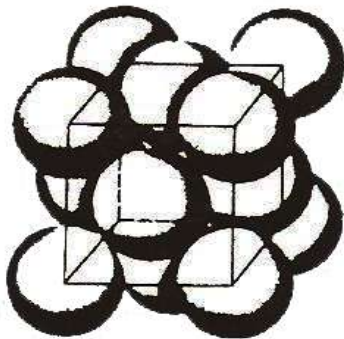
مشق و تمرین

هر سلول واحد مکعبی از چندین اتم پر خواهد بود، این سلول را توضیح نمایید.

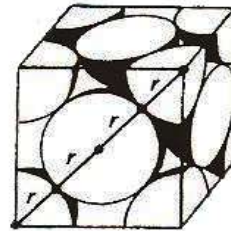
اتصال متراکم ذرات در کرسنالها

در اکثری از شبکه‌های بلوری ترتیب اتم‌ها به شکل اتصال متراکم است یا به عبارت دیگر سطح اتصالی اتم‌ها در شبکه بلوری اعظمی می‌باشد؛ به طور مثال: حجم حجره واحد که توسط اتم‌ها اشغال گردیده است، مشخص می‌گردد.

مثال: ارگون در ساختمان مشابه شکل (6-6) تبلور حاصل می‌نماید، سوییۀ اتصال ذرات اتم‌ها را در ارگون جامد محاسبه نماید.



(الف)



(ب)

شکل (6-6): ارگون با یک ساختمان مکعبی با وجه مرکز دار.

الف - مودل کره‌های بزرگ، ب - این مودل قسمی از اتم‌ها را در حجره واحد مکعبی نشان می‌دهد.

حل: نخست حجمی را که اتم‌های کروی جامد در یک حجره واحد اساسی اشغال می‌نمایند،

محاسبه می‌نماییم. برای این منظور لازم است تا دریافت نماییم که چند اتوم ارگون به هر حجره واحد قرار دارد. هر حجره هشت اتوم را در رأس‌ها، شش اتوم را در مرکزهای سطح خود دارد؛ اما هر یک از رأس‌های یک حجره واحد، رأس‌های برای هفت حجره واحد دیگر نیز می‌باشد؛ بنابراین تنها $\frac{1}{8}$ حصه رأس هر اتوم به یک حجره واحد تعلق می‌گیرد؛ هم‌چنان هر یک از شش اتوم موجود در مرکز سطح بین دو حجره واحد مجاور مشترک بوده، صرف نصف هر یکی از اتوم‌های مشترک به هر حجره تعلق می‌گیرد.

چون هشت اتوم در رأس‌ها و شش اتوم در مراکز سطح حجره واحد موجود است، تعداد مجموعی اتوم‌های ارگون که به هر حجره واحد تعلق دارد، عبارت است از اتوم‌های رأسها بوده که قرار ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\text{اتوم‌های رأس: } 8 \cdot \frac{1}{8} = 1$$

$$\text{اتوم‌های مرکز سطح: } 6 \cdot \frac{1}{2} = 3$$

$$\text{تعداد مجموعی اتوم‌ها در فی واحد حجره واحد: } 1 + 3 = 4$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (\text{حجم کره})$$

در ارگون جامد و یا مرکباتی که دارای ساختمان مکعبی با وجه مرکز دارند، به هر حجره واحد چهار اتوم تعلق دارد.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{16}{3} \pi r^3$$

حال حجم حجره واحد را بر حسب r دریافت می‌نماییم، قرار شکل (6-6) میتوان دریافت کرد که قطر یک وجه حجره واحد مساوی به $4r$ بوده؛ بنابراین با استفاده از فورمولهای ریاضیکی میتوان طول یک یال (e) - فصل مشترک دو مستوی یا دو وجه در منشور متوازی السطوح و هرم را یال می‌نامند) را به دست آورد.

$$2e^2 = 16r^2 \quad \text{پس } (4r)^2 = e^2 + e^2$$

$$e^2 = 8r^2 \quad \text{و } e = 2r\sqrt{2}$$

چون حجم حجره واحد ($V_{\text{cell}} = e^3$) است؛ پس حاصل می‌شود که:

$$V = [2r\sqrt{2}]^3 = 16r^3\sqrt{2}$$

نسبت حجمی حجره واحد را که اتوم‌های ارگون اشغال کرده عبارت است از:

$$\frac{V}{V_{\text{Cell}}} = \frac{16/3\pi r^3}{16r^3\sqrt{2}} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74$$

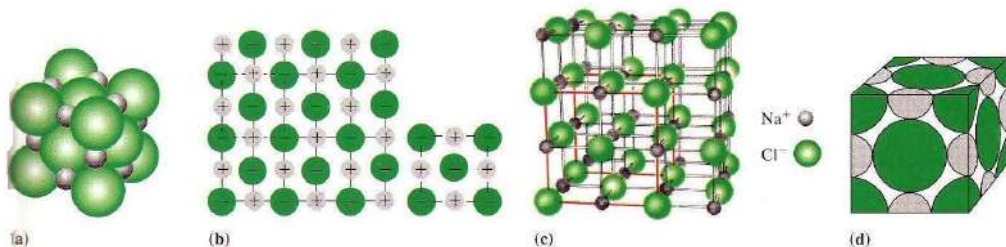
$$0.74 \cdot 100 = 74\% = \text{فیصدی اتصالات}$$

عناصری که در ساختمان‌های با اتصال متراکم متبلور می‌گردند، عبارت از تمام گازات نجیبه و اضافه تر از 40 عنصر فلزی است. بعضی از اجسام مالیکولی مانند H_2 ، CH_4 و غیره نیز دارای ساختمان بلوری با اتصال متراکم اعظمی ذرات می‌باشند.

سودیم کلوراید

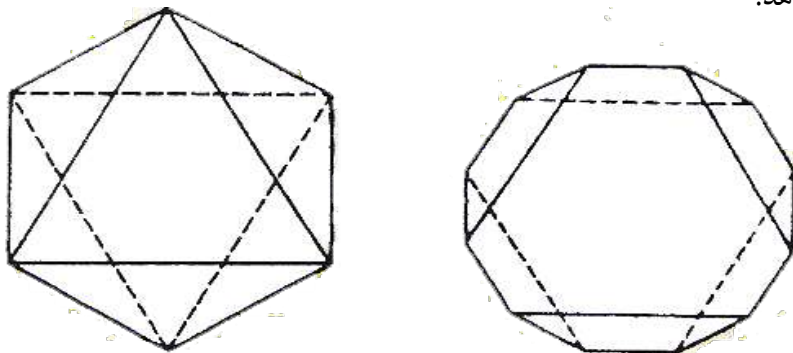
ساختمان بلوری $NaCl$ به صورت مکعب با سطوح مرکز دار بوده که آیون های Cl^- کنج‌ها و وسط آن‌ها را اشغال می‌نماید؛ اما طوری که در شکل دیده می‌شود، آیون های Na^+ وسط مکعب و وسط وجوه را نیز اشغال کرده اند.

در صورتی که در مقابل هر Na^+ یک Cl^- موجود باشد، در این صورت وضعیت روشن خواهد بود. با در نظر داشت اینکه در یک شبکه سه بعدی آیون های کلوراید Cl^- که در کنج‌های سیستم قرار دارند، به هشت مکعب تعلق دارند، در این صورت از 8 آیون کلوراید موجود در کنج‌ها فقط یکی ($1 = 8 \cdot \frac{1}{8}$) به هر حجره واحد تعلق می‌گیرد و در ضمن تمام سطوح در مرکز خود دارای یک آیون کلوراید می‌باشند. چون هر یک از سطوح به دو مکعب تعلق دارد، بنابراین از مجموعه شش آیون کلوراید موجود در وسط سطح، سه آن ($3 = 6 \cdot \frac{1}{2}$) به هر سلول واحد اساسی مربوط می‌باشد. پس در مجموع در شش عدد حجره واحد، چهار واحد کلوراید Cl^- موجود می‌باشد؛ به همین ترتیب در فی عدد حجره واحد چهار آیون Na^+ نیز موجود است، یعنی یک آیون کلوراید بایک آیون سودیم در حجره واحد مطابقت دارد، پس فورمول سودیم کلوراید $NaCl$ است.



شکل (6-7): حجره واحد $NaCl$ مدل توپ و میله.

هر قدر که سرعت رشد و تشکیل بلورها ببطی باشد، به همان اندازه کرسنال‌های باکیفیت و خوب تشکیل می‌گردد. شکل (6-8) کرسنال کامل طبیعی مرکب زمچ $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ را نشان می‌دهد:

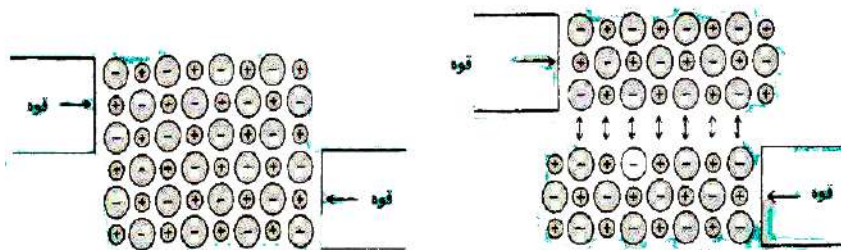


شکل (6-8): بلورهای کامل و از شکل طبیعی کامل خارج شده $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

۶-۱-۳: انواع جامدات

خواص جامدات تا حدی به اشکال هندسی شبکه‌های بلوری آنها، خاصیت واحدهای قرارداده شده، یعنی اتم‌ها، آیون‌ها و مالیکول‌ها در نقاط شبکه و قوه بین آنها مربوطه می‌باشد، به این اساس می‌توان جامدات را به چهار نوع ملاحظه کرد که عبارت از آیونی، مالیکولی، کولانسی و فلزی می‌باشند.

۱- جامدات آیونی: در شبکه جامدات آیونی، آیون‌های مثبت و منفی موجود است، چون قوه‌های الکتروستاتیکی (روابط آیونی) بین آنها قوی بوده و بی ترتیب ساختن این نوع شبکه‌ها امکان‌ناپذیر است؛ از این سبب جامدات متشکل از آیون‌های سخت اند؛ اما این نوع جامدات شکننده بوده؛ به طور مثال: یک بلور $NaCl$ در مقابل شکننده گی مقاومت شدید نموده؛ اما در صورتی که بشکنند، به پودر مبدل می‌گردد.



شکل (6-9): شکننده گی جامدات آیونی .

جامدات آیونی دارای نقط ذوبان بلند بوده و توام به شکستن شبکه بلوری می‌باشند. چون روابط آیونی فوق العاده مستحکم بوده؛ بنابراین ذوب آن‌ها به حرارت بلند صورت می‌گیرد؛ به طور مثال: $NaCl$ به حرارت $800^{\circ}C$ ذوب می‌گردد. هدایت برقی جامدات آیونی ضعیف بوده؛ زیرا آیون‌های آن‌ها آزادانه حرکت کرده نتوانسته؛ اما در حالت مذابه دارای هدایت برقی بلند می‌باشند.

فکر کنید:

شعاع آیونی، آیون‌های Cl و Na بترتیب $116pm$ و $167pm$ است، حجم Na و Cl را به متر مکعب و سانتی متر مکعب و کثافت مولی آن را در یافت نمایید.

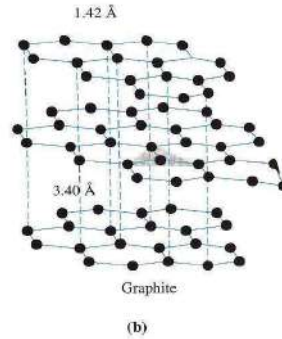
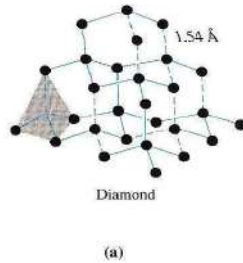
۲- جامدات مالیکولی: در جامدات مالیکولی واحدهای که نقاط یک شبکه را تشکیل می‌دهد، مالیکول‌ها است و در هر مالیکول اتم‌ها به اساس قوه کولانسی ترکیب شده اند، رابطه اشتراکی بین آن‌ها موجود می‌باشد، بین مالیکول‌ها در اجسام جامد مالیکول قوه ضعیف و اندر-والس موجود است. قوه و اندر-والس انواع مختلف را دارا است که مهم ترین آن‌ها قوه دای پول - دای پولی (Dipol - Dipoly) و قوه لندن (London) است. قوه دای پول - دای پولی عمل متقابل الکتریکی بین مالیکول‌های پولار Polar است، شکل ذیل به طور شیماتیک یک جوهره مالیکول‌های دوقطبی مجاور یک دیگر را در یک شبکه نشان می‌دهد. قوه دای پول - دای پولی نسبت به قوه آیونی کولانسی ضعیف است.



شکل (6 - 10): قوه‌های دای پول - دای پولی

۳ - جامدات کووالانسی

جامدات کووالانسی را بعضاً به نام جامدات اتومی نیز یاد می‌نمایند. درین نوع جامدات واحدی‌های تشکیل دهنده در نقاط شبکه توسط رابطه کولنت با یک دیگر وصل گردیده‌اند. اتم‌ها شبکه سه بعدی را ایجاد میکنند که حدود فیزیکی بلور گسترده و توسعه شده میباشند. مثال ساده جامد کووالانسی سلیکان کار باید SiC است. در شبکه این ماده هر اتم Si در ترتیب چهار وجهی با چهار اتم کاربن را بطه داشته و هر اتم کاربن با چهار اتم Si رابط برقرار نموده و در نتیجه ماده سخت جامد بلوری را تشکیل داده است، در جه ذوبان این نوع جامدات بلند بوده؛ زیرا اتم‌ها با روابط قوی در شبکه با هم قرار داشته و چون در این نوع جامدات آيون‌ها و الکترون‌های متحرک موجود نیست؛ از این سبب هادی برقی نمی‌باشند. الماس نیز از جمله نوع جامدات کووالانسی بوده که هر اتم کاربن با چهار اتم دیگر آن رابطه دارد.



Diamond



Graphite

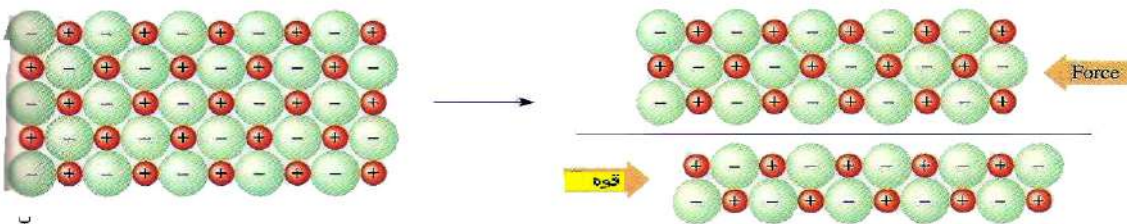
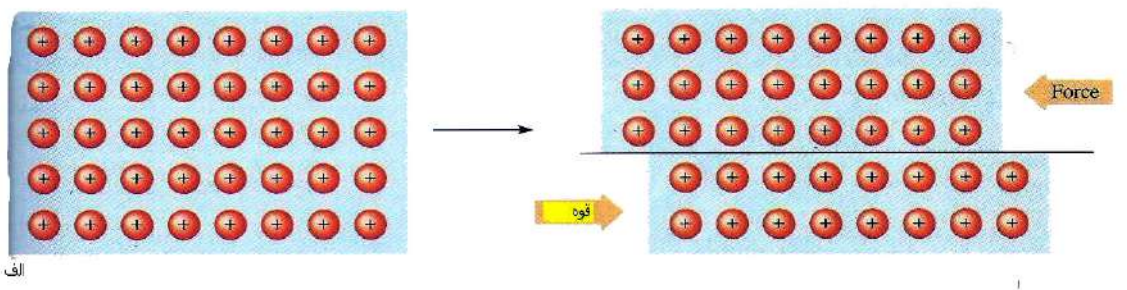
شکل (6 - 11): ساختمان جامد گرافیت و الماس .

۴ - جامدات فلزی

در یک جامد فلزی، واحدهای که نقاط شبکه را اشغال می‌نمایند، آيون‌های مثبت بوده که مثال آن را می‌توان جامد سدیم ارایه کرد. آيون‌های Na^+ نقاط یک شبکه مکعبی مرکز دار را اشغال کرده‌اند.

سودیم (Na) یک الکترون خود را غرض تشکیل ابر الکترونی مجموعی شبکه از دست داده و الکترون‌های از دست داده شده در اختیار یک و یا دو اتم نبوده؛ بلکه در تمام شبکه در حال شنا و حرکت می‌باشند و غیر مستقر اند. این نوع الکترون‌ها را به نام الکترون‌های آزاد یاد میکنند. بین آیون‌ها و ابر الکترونی یک قوه جاذبه خوبی موجود است که این قوه جاذبه ساختمان شبکه را ثابت و پایدار می‌سازد و هم زمان اجازه می‌دهد که بدون فرو پاشی شبکه تغییر شکل نماید؛ از این سبب سودیم و بعضی فلزات دیگر نرم می‌باشد و به ساده‌گی تغییر شکل می‌نماید. بعضی فلزات بسیار سخت بوده که مثال آن را می‌توان ولفرام (W) و کرومیم (Cr) ارائه کرد، در این نوع فلزات رابطه قطبی بوده، از این سبب تمایل دارند تا انعطاف ساختمان را کمتر و از تغییر شکل آن جلوگیری نمایند. درجه ذوبان فلزات بنا بر دلایل فوق در انتروال وسیع قرار دارد؛ به طور مثال: درجه غلیان کرومیم $89^{\circ}C$ ؛ اما از ولفرام $3415^{\circ}C$ است.

الکترون‌های آزاد فلزات سبب هدایت حرارتی و برقی آن‌ها شده، الکترون‌ها می‌تواند از یک قسمت فلز به قسمت دیگر آن حرکت نمایند که بدین اساس هدایت الکتریکی و حرارتی را سبب می‌گردند. الکترون‌های متحرک و آزاد در فلزات سبب جلائی آن‌ها نیز شده، الکترون نوری را که به سطح فلز برخورد می‌نمایند، جذب نموده و دوباره به اطراف منتشر می‌سازد، این عمل طوری اتفاق می‌افتد که یک سطح فلزی نور را در تمام جهت‌ها منتشر می‌سازد:



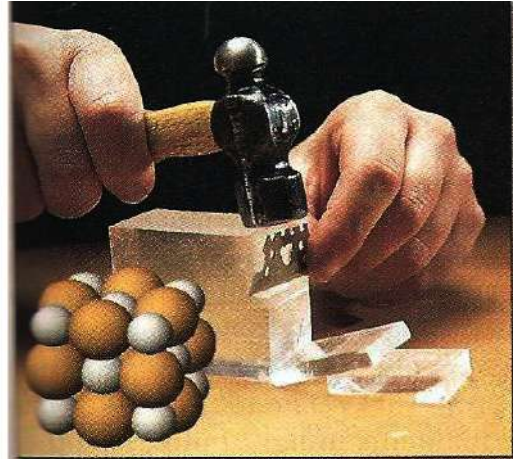
شکل (6 - 12): شبکه فلزی در فلز جامد.

۵- جامدات امورف

به حرارت‌های پایین مایعات فوق العاده سرد شده، این حالت مایع را به نام مایع سرد شده یاد میکنند، هر قدر که حرارت ماده کم شود، به همان اندازه مایع حالت سیال خود را از دست داده و به حالت جامد نزدیک شده تا این که حالت جامد را اختیار نموده، در این صورت ماده حالت سخت را به خود حاصل، حجم و شکل معین را دارا می‌باشد؛ اما از نظر ساختمان داخلی، اجزای متشکله آن‌ها به شکل نامنظم قرار داشته، این نوع جامدات را به نام امورف (Amorph) (بدون شکل) یاد می‌نمایند و جامدات دارای ساختمان منظم را به نام جامدات بلوری (Crystal) یاد می‌نمایند.



ب



الف

شکل (6-13): الف - کرسنال، ب - امورف.

در این جا سؤال پیدا می‌شود که جامدات امورف را می‌توان جامد گفت؟ لکن باید گفت که هر شی دارای حجم و شکل معین را می‌توان جامد گفت؛ اما جامدات امورف از لحاظ ساختمان داخلی به مایعات شباهت دارند. شیشه نیز از جمله جامدات امورف است.

۶-۱-۱: خواص جامدات

جامدات دارای حجم و شکل معین بوده؛ اما اگر حرارت آن‌ها بلند برده شود، کمتر منبسط می‌گردند. ضریب انبساط حرارتی (تغییرنسبتی حجم برافزایش حرارت به اندازه یک درجه) جامدات نسبت به گازات بسیار کوچک است، تأثیر فشار بالای جامدات بسیار کم است.

جامدات تقریباً غیر قابل انقباض اند؛ به طور مثال: اگر خواسته باشیم که حجم یک مقدار نمونه نقره را به نصف برسانیم، باید بالای آن $5 \cdot 10^5 \text{ atm}$ فشار وارد گردد. واسطه گی حجم جامدات با فشار و حرارت مربوط به ساختمان آن‌ها می‌باشد. فاصله بین اتوم‌ها و مالیکول‌ها در جامدات بسیار کم بوده؛ اما در گازات این فاصله زیاد است. برعلاوه ساختمان، تقریباً غیر قابل تغییر، یک ماده جامد نشان می‌دهد که در ساختمان جامدات مالیکول‌ها و اتوم‌ها با هم دیگر رابطه مستحکم برقرار نموده و حرکت مالیکول‌ها در جامدات بطی و حتی به ملاحظه نمی‌رسد. مایعات به سرعت زیاد جاری شده و چون در مایعات مالیکول‌ها به آسانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت است که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیار می‌نمایند که در آن قرار داشته باشند، از طرف دیگر قوه جذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سبب می‌شود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن یک مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

۶-۲: مایعات

مایعات را میتوان به دو طریقه بدست آورد:

1 - طریقه ذوب جامدات

2 - طریقه مایع ساختن گازات

در طریقه اول ماده جامد انرژی را جذب نموده و این انرژی به ازدیاد انرژی حرکی ذرات آن به مصرف می‌رسد. در طریقه دوم قوه جاذبه بین مالیکول‌های مواد در فاز گازی زیاد شده و سیستم به محیط ماحول انرژی داده و به مایع تبدیل می‌گردد؛ چون ذرات تشکیل دهنده مایعات با هم خیلی نزدیک است؛ از این سبب مایعات مشابه به جامدات بوده می‌تواند و از طرف دیگر چون مالیکول‌ها و ذرات مایعات آزادانه حرکت کرده می‌تواند؛ بنابراین مشابه به گازات نیز بوده می‌تواند.

۶-۲-۱: خواص عمومی مایعات

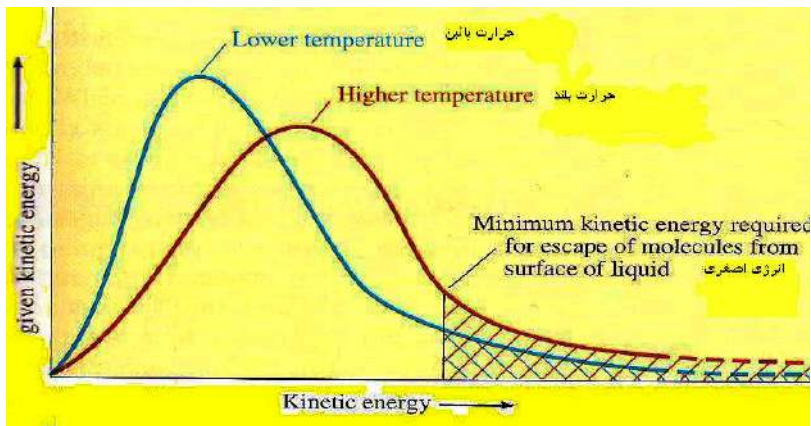
مایعات به سرعت زیاد جاری شده و چون در مایعات مالیکول‌ها به آسانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت است که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیار می‌نمایند که در آن قرار داشته باشند، از طرف دیگر قوه جذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سبب می‌شود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن یک مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

۶-۲-۱-۱: مقایسه انتشار مایعات با گازات

چون حجم گازات را اکثراً فضای خالی تشکیل داده و تصادم مالیکول‌ها در آن‌ها کم است؛ اما این مطلب در مایعات کمتر موجود بوده؛ بنابراین گفته می‌توانیم که انتشار مایعات نسبت به گازات سریع بوده و برخورد مالیکول‌ها در مایعات زیاد تر است؛ ازین سبب حرکت آن‌ها به سمت معین صورت نمی‌گیرد؛ به طور مثال: اگر یک قطره رنگ مایع را در آب علاوه نماییم، دیده خواهد شد که رنگ در آب به آهستگی منتشر می‌گردد و تمام حجم ظرف پر از آب را احتوا می‌کند، قابلیت تراکم پذیری مایعات نسبت به گازات کمتر است، مایعات دارای حجم خاص مربوط به خود بوده، گرچه شکل مایع تابع شکل ظرف است؛ اما یک مایع برخلاف گازات تمامی حجم ظرف را اشغال نمی‌کند. قوه جاذبه مالیکول‌ها باعث تراکم نسبی آن‌ها نسبت به گازات می‌گردد.

مایعات دارای کشش سطحی بوده، کشش سطحی عبارت از میل یک مایع جهت کاهش سطح خود می‌باشد که آن را تبارز می‌دهد و ناشی از عدم توازن قوه‌ها در سطح مایع است، طوری که مالیکول‌های داخلی باعث کشش مالیکول‌های خارجی به داخل می‌گردد، در این صورت بالای مالیکول‌های سطحی قوه موثری جهت خنثی نمودن قوه داخلی موجود نمی‌باشد.

۶-۲-۱-۲: تبخیر و فشار بخار مایعات



شکل (6-14): توزیع انرژی مالیکولی در یک مایع.

یکی از خواص مهم مایعات عبارت از تبخیر آن‌ها است، سرعت مالیکول‌های مایع مانند سرعت مالیکول‌های جامد و گازات مختلف بوده و در مقابل، انرژی حرکی مالیکول‌های مایع

نیز مختلف بوده و در هر لحظه بعضی از مالیکول‌ها سریع حرکت نموده و در آن محیط بعضی از مالیکول‌ها حرکت بطی را دارا اند. گراف فوق مطلب را به وضاحت توضیح می‌نماید. گراف انرژیکی مالیکول‌ها در یک مایع و توزیع آن قرارشکل فوق توضیح می‌نمایند که در حرارت بلند اکثر مالیکول‌ها با انرژی حرکی بیشتر در محیط موجود می‌باشند. آن عده از مالیکول‌های که در سطح یک مایع قرار دارند، در صورتی که خود را از قوه جاذبه مالیکول‌های دیگر نجات دهند، به بخار تبدیل می‌شوند که این عملیه را تبخیر می‌نامند، عملیه تبخیر در هر لحظه امکان پذیر است. از دیاد حرارت باعث از دیاد انرژی حرکی مالیکول‌های مایع شده، عملیه تبخیر سریع می‌گردد.

۶-۲-۱-۳: درجه غلیان مایعات

اگر مایع در یک ظرف سرباز حرارت داده شود گرمای (حرارت) آن زیاد شده، غلیان می‌نماید. در موقع جوش یک مایع به فشار ثابت نقطه جوش آن ثابت می‌ماند. در حقیقت به فشار ثابت حرارتیکه مایع در آن غلیان می‌نماید به نام نقطه جوش همان مایع یاد می‌گردد. در صورت غلیان یک مایع، فشار بخار یک مایع مساوی به فشار خارجی وارده یا اتموسفر می‌باشد. پروسه غلیان مایعات در ظروف سرباز رونما شده؛ اما در ظروف سربسته صورت نمی‌گیرد. در ظروف سرباز فشار وارده خارجی بالای مایع ثابت بوده و با تغییر فشار خارجی درجه غلیان نیز تغییر می‌نماید، طوری که با از دیاد فشار درجه غلیان مایعات زیاد شده؛ اما با کاهش فشار حرارت غلیان مایع کم می‌شود؛ به طور مثال: درجه غلیان آب در یک اتموسفر فشار $100^{\circ}C$ بوده؛ اما در مناطق مرتفع که فشار $650mmHg$ باشد، آب در $95^{\circ}C$ غلیان می‌نماید.

فعالیت



- الف - حرارت غلیان آب در بلندی کوه زیاد است و یا در قسمت پایین آن، چرا؟
 ب - پختن کچالو در آب در بلندی کوه زمان بیشتر را در برمیگیرد و یا در قسمت پایین آن؟
 ج - آیا آبی که در بالای کوه می‌جوشد، دست را بیشتر می‌سوزاند و یا آبی که در پایین کوه می‌جوشد، دست را بیشتر می‌سوزاند؟

پروسه غلیان در ظروف سربسته عملاً "به وقوع نمی‌پیوندد؛ زیرا در ظرف سربسته بخارات جمع شده و سطح مایع را بخار احاطه نموده و فشار سطح مایع را افزایش بخشیده و مانع غلیان مایع می‌گردد، درین صورت هر قدر که حرارت بالای آن زیاد گردد، به همان اندازه

فشار مجموعی در سطح مایع در ظرف سر بسته زیاد شده و در این صورت عملاً "پدیده غلیان به وقوع نمی پیوندد و تمام مایع ظرف سر بسته به بخار تبدیل می شود.

فکر کنید



الف - آیا عملیه جوشاندن در دیگ بخار سر بسته بالای شعله آتش قرار گرفته ، صورت میگیرد؟

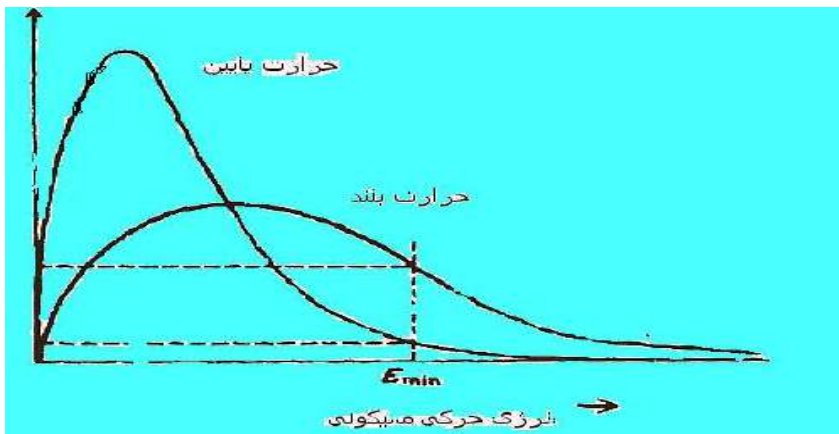
ب - چرا در بالای دیگ های بخار سوراخ هارا به وجود می آورند تا در موقع مناسب باز و بخار خارج گردد؟

ج - حرارت آب در دیگ بخار بیشتر است و یا اینکه در دیگ های سر باز، آب در کدام دیگ در حالت جوش بیشتر می باشد؟

خلاصه اینکه حالت جامد و مایع ماده تقریباً مشابه بوده و از حالت گاز ماده فرق دارد .

۶-۲ - ۱-۴: حرارت و تغییرات ماده

اگر یک ماده جامد حرارت داده شود ، کدام پدیده دیده خواهد شد؟ به صورت عموم ماده جامد ذوب شده به مایع تبدیل می گردد، اگر مایع حاصله هنوز حرارت داده شود به یک درجه معین حرارت غلیان می نماید و فاز گاز را تشکیل می دهد. منحنی گرما و زمان تغییرات سه حالت (جامد ، مایع و گاز) آب را قرار ذیل ملاحظه می نماییم:



شکل (6 - 15): گراف منحنی وابستگی گرما و زمان تغییرات سه حالت آب .

انرژی که به داخل یخ می‌گردد، اهتزازات حرکی مالیکول‌های آب را زیاد ساخته، در نتیجه مالیکول‌ها از هم جدا شده و شبکه‌های کرستالی از هم مجزا می‌گردد که در این صورت ماده جامد به مایع تبدیل می‌شود و انرژی مالیکول‌ها به اندازه‌ی زیاد می‌گردد که این مالیکول‌ها موقعیت خود را در شبکه از دست داده و ماده جامد به مایع تبدیل می‌گردد. حرارت جامدات در ذوب شدن تا هنگامی ثابت باقی می‌ماند که به طور کامل، ماده جامد به مایع تبدیل نگردیده باشد. بعد از ذوب درجه حرارت الی درجه غلیان بلند می‌رود (در صورت آب به $100^{\circ}C$ بلند می‌رود) و این درجه حرارت الی تبخیر شدن کامل ثابت باقی میماند. زمانیکه مایع کاملاً تبخیر گردد، درجه حرارت بلند می‌رود.

فعالیت

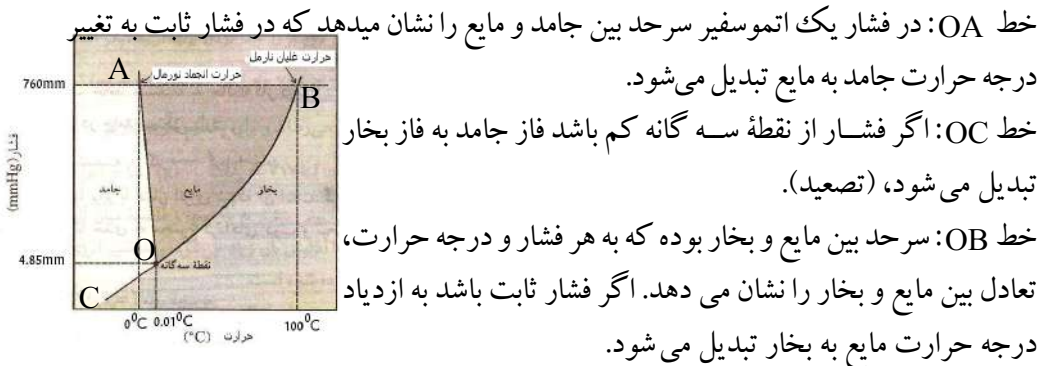


تحقیق نمایید که چرا مواد جامد در اثر ازدیاد حرارت ذوب می‌گردد؟ چرا در اثر ازدیاد حرارت مایعات به بخار و یا گاز تبدیل می‌گردند؟ اشکال ذیل را ملاحظه نموده، جواب ارایه کنید:



شکل (6-16): حالت‌های آب در حرارت‌های مختلف

نقطه ذوبان و غلیان یک ماده توسط فشاربخار حالت‌های جامد و مایع تعیین می‌گردد. گراف ذیل فشار بخار جامد و مایع آب را نشان می‌دهد:



شکل (6-17): وابستگی فشار بخار آب با حرارت

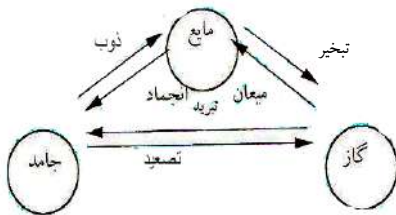
۶-۲-۱-۷: انجماد مایعات

زمانی که از یک مایع حرارت گرفته شود؛ در این صورت انرژی حرکی مالیکول‌ها کم شده، حرارت مایع پایین آمده، بالاخره حالت ثابت را به خود اختیار نموده و هم‌زمان به آن بلورهای جامد مواد حاصل می‌شود. درجه انجماد یک مایع عبارت از همان مقدار درجه حرارت است که فاز جامد و مایع یک ماده در حال تعادل با یک دیگر قرار دارند.



واضح است که اگر حرارت از یک مایع گرفته شود، سمت پروسه به طرف راست ادامه پیدا می‌نماید، این حالت را انجماد می‌نامند. در صورتی که به مواد جامد حرارت داده شود، جریان پروسه قرار معادله فوق به طرف چپ ادامه پیدا می‌نماید، این پروسه را ذوب می‌نامند. سرعت انجماد معادل سرعت ذوب می‌باشد، طوری که سیستم نه حرارت جذب و نه آزاد می‌نماید. چون پروسه رفت و بازگشت در این سیستم در عین درجه حرارت اتفاق می‌افتد؛ بنابراین نقطه ذوب و انجماد یک ماده خالص یکسان است.

تبدیل حالت جامد اجسام را به طور مستقیم به حالت گاز به نام عملیه تصعید (Sublimation) یاد می‌نمایند. حالت جامد مواد مانند حالت مایع و گاز دارای فشار بخار بوده و چون قوه کشش بین مالیکولی در جامدات قوی بوده؛ بنابراین فشار بخار جامدات کمتر می‌باشد. در حالت تعادل فشار بخار جامد و گاز با هم مساوی بوده و درجه حرارت سیستم در حالت تعادل ثابت می‌باشد. اگر حرارت ماده گازی کم گردد و بدون اینکه مایع شود، جامد می‌گردد، این پدیده را تبرید (سرد ساختن) می‌نامند، بعضی از مواد را می‌توان در شرایط عادی به طریقه تصعید و تبرید خالص کرد که مثال آن‌را می‌توان آیودین و نفتالین ($C_{10}H_8$) ارائه کرد.



به صورت عموم یک ماده نظر به شرایط می‌تواند به سه حالت (جامد، مایع، گاز) ملاحظه شود که تبدیل این سه حالت را به یک دیگر شیمای ذیل ارائه میدارد.

شکل (6-18): تبدیل سه حالت ماده به یک دیگر

۶-۳: گازات

۶-۳-۱: صفات گازات

طبیعت گازات به اندازه قابل ملاحظه با هم مشابه بوده و این تشابه به ما امکان آن را میسر می‌سازد تا گاز ایدئال را تعریف نماییم و سپس خواص گازات حقیقی را با خواص گازات ایدئال مقایسه کرده، درین صورت خواهیم یافت که گازات حقیقی و گازات ایدئال طبیعت مشابه را در بعضی موارد خواهد داشت. (در صورتی که فشار زیاد نباشد و هم حرارت وارده بالای آنها نیز پایین باشد) خواص گازات از جمله فکتورهای مواد گازی است که می‌توان آن را توسط قوانین ساده توضیح کرد؛ در این جا اول لازم است تا فکتورهای را مورد بحث قرار دهیم که بالای گازات تاثیر دارند، آن‌ها عبارت از حجم، فشار، مقدار گاز و حرارت بوده و این‌ها از جمله فکتورهای اند که در مباحث بعدی این فصل کمک شایانی را در مورد قوانین آزمایشی خواهند نمود.

حجم

چون گازات به طور آنی منبسط شده و ظرف مربوط خود را پر می‌نمایند، پس حجم گازات به طور عموم معادل حجم ظرف آن‌ها است؛ اما امروز توصیه گردیده است که کمیت‌های اندازه‌گیری حجم گازات باید مطابق به سیستم بین‌المللی به شکل واحد تعیین گردد. چون در سیستم بین‌المللی (SI) واحد فاصله متر (m) است. بنابر آن واحد حجم در (SI) متر مکعب (m^3) بوده و عمدتاً بحیث واحد حجم $dec m^3$ (دسی متر مکعب) انتخاب می‌گردد که حجم یک دسی متر مکعب را به نام لیتر (Liter) یاد میکنند. برای اندازه‌گیری احجام مواد از اجزا و اضعاف استفاده می‌نمایند که بطور عمده cm^3 است و $1cc = cc = 1cm^3 = 1mL$ است.

فشار

قوه وارده فی واحد سطح عبارت از فشار است

$$P = \frac{F}{S}$$

واحد فشار در سیستم cgs عبارت از Bary، در سیستم MKS، پاسکال و در سیستم FPS پوند (Lb) تقسیم بر In^2 بوده که $1atm = 14.7lb/In^2$ است که به نام پیسی Psi نیز یاد می‌شود.

$1atm = 14.7Lb \cdot Inch^{-2} = Psi = 760mmHg$ است. واحدهات فشار در کیمیا اتموسفر

$$1atm = 760mmHg = 760torr$$

و ملی مترستون سیماب است.

$$1atm = 14.1b/inch^2 = 101.3Kpa$$

مقدار مادهٔ گازی

به صورت عموم مقدار مواد به مول اندازه می‌شود که به (n) افاده می‌گردد. مقدار مول‌های ماده را می‌توان از تقسیم نمودن گرام‌ها ماده مطلوب بر کتله مالیکولی یا اتمی آن به دست آورد:

$$n = \frac{m}{M}$$

حرارت گازات

حرارت گازها به صورت عموم به کالوین اندازه می‌گردد که کالوین را به نام حرارت مطلقه نیز یاد می‌نمایند:

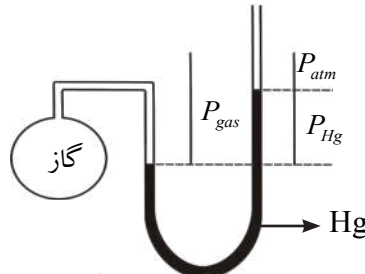
$$TK = {}^{\circ}C + 273$$

۶-۳-۲: قانون بایل (Boyle's Law)

در سال 1662 م رابرت بایل و آدام ماریوت دو فزیکدان فرانسوی مستقل از یک دیگر رابطه بین حجم و فشار گازات را به حرارت ثابت مطالعه نموده اند، در نتیجه دریافت نموده اند که به حرارت ثابت ($T = \text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین آن، معکوساً متناسب به فشار است.

$$V \approx \frac{1}{P}$$

علمای مذکور از دستگاهی استفاده نموده اند که در آن یک نمونهٔ گاز در قسمت تحتانی بسته شدهٔ مانومتر درجه دار قرار داشت. با علاوه نمودن سیماپ به انجام باز مانومتر میتوان فشار گاز را افزایش داد و با ازدیاد فشار حجم گاز را در مراحل مختلف اندازه گیری کرد:



شکل (6-19): مانومتر سرباز با گاز هاییدروجن:

$$P_{atm} + P_{Hg} = P_{gas}$$

نتایج یک عده از اندازه گیری‌های فشار-حجم گاز هاییدروجن مورد تجزیه که به

حرارت 25°C انجام گردیده است، در جدول ذیل تحریر شده است:
جدول (6 - 1): تراکم گاز هایدروجن در حرارت 25°C

نمبر تجارب	فشار به mm Hg	حجم به ml	حجم ضرب فشار
I	760	25	$1.75 \cdot 10^2$
II	830	21.1	$1.75 \cdot 10^2$
III	890	19.7	$1.75 \cdot 10^2$
IV	1060	16.5	$1.75 \cdot 10^2$
V	1240	14.1	$1.75 \cdot 10^2$
VI	1510	11.6	$1.75 \cdot 10^2$

در این نتایج دو نکته مهم نهفته است: اول اینکه با ازدیاد فشار حجم گاز هایدروجن کم شده و دوم اینکه ازدیاد فشار و تنقیص حجم طوری است که حاصل ضرب فشار و حجم ثابت باقی می ماند و این فکتور (PV) توجه بایل و ماریوت را به خود جلب نمود که معادله آن قرار ذیل است:

$$PV = K \text{ ----- 2}$$

در رابطه فوق P فشار V حجم گاز و K ثابت بوده و مقدار آن به حرارت و مقدار گاز مربوط است. به این اساس معادله I را می توان به طور مکمل قرار ذیل نیز تحریر کرد:

T = Constant , n = Constant

$$PV = K \text{ ----- 3}$$

معادله 1 و 2 را به نام قانون بایل و ماریوت یاد می نمایند: این معادله را می توان قرار ذیل تحریر کرد:

$$V = \frac{K}{P} \text{ ----- 4}$$

به صورت خلاصه گفته می توانیم که به حرارت ثابت حجم یک مقدار معین گاز معکوساً متناسب به فشار است.

مثال: یک گاز آدیال در دستگاه اندازه گیری بایل قرار دارد، طوری که به فشار 625mmHg حجم آن 247mL است. در صورتیکه فشار به 825mmHg تغییر نموده

باشد، حجم گاز را در این تغییر فشار محاسبه نمایند ($T = \text{Constant}$).

حل: طبق قانون بویل $P_1 V_1 = K$, $P_2 V_2 = K$ است، پس $P_1 V_1 = P_2 V_2$ شده

می تواند:

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = 247 \text{ mL} \\ P_1 = 625 \text{ mmHg} \\ P_2 = 825 \text{ mmHg} \\ V_2 = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \\ V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2} \\ V_2 \frac{247 \text{ mL} \cdot 625 \text{ mmHg}}{825 \text{ mmHg}} = 187 \text{ mL} \end{array}$$

مشق و تمرین کنید



به فشار 1.23 atm حجم گاز آیدیال 4.63 لیتر است در صورتیکه فشار

$4.14 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$ تغییر نماید، حجم گاز را دریافت نمایید. ($T = \text{constant}$).

فعالیت



در معادله $PV = K$ ، به نام ثابت بویل یاد می گردد، مقدار این ثابت را برای

گازات در شرایط ستندرد به $\text{atm} \cdot \text{L}$, $\text{mmHg} \cdot \text{L}$, $\text{pa} \cdot \text{m}^3$ دریافت نمایید.

۳-۳-۶: قانون چارلس (تأثیر حرارت بالای گازات)

در سال 1787 م فزیکدان فرانسوی به نام ج. چارلس تغییرات حجم گازات را با تغییرات

حرارت به فشار ثابت دریافت کرد. عالم مذکور ملاحظه نمود که در فشار ثابت ($P = \text{con}$)

اگر حرارت وارده را بالای گازات از 0°C الی 80°C تغییر دهیم، تغییرات حجم گازات،

معادل یک دیگر خواهد بود. در سالهای 1806 تا 1808 گیلو سگ توانست فهرست

گازات چارلس را کامل سازد و در ضمن نام برده نشان داد که به فشار ثابت ازدیاد یک درجه

سانتی گراد حرارت، از هر درجه سانتی گراد حجم گاز $\frac{1}{273}$ حجم اولی انبساط حاصل

مینماید. نتایج سه نمونه از مطالعات چارلس و کیلو سگ در گراف شکل (6-20) قرار

ذیل ارایه گردیده است، در این گراف برای سه نمونه با کتله های مختلف از هایدروجن رابطه

بین حرارت و حجم توضیح گردیده است، در این تجربه فشار ثابت بوده، اگر این خطوط

گراف وابستگی حرارت و حجم ادامه داده شود، محور افقی درجه حرارت را در یک نقطه

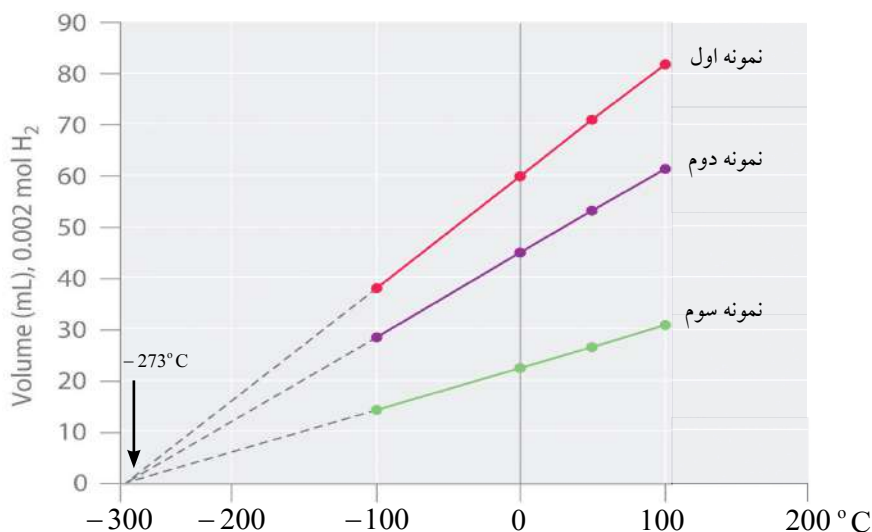
مشخص که در این نقطه $V=0$ است، قطع خواهد کرد. از تجربه‌های ذکر شده نتیجه گیری میشود که در صورت تنزیل حرارت به $0^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C}$ حجم گازات مساوی به صفر است، ظاهراً به حرارت $0^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C}$ گاز باید از بین رود.

از تجارب اجرا شده‌ی لازمه‌ی بالای گازات مختلف، نتیجه گیری گردیده است که از رسم گرافیکی آن‌ها خطوط مستقیمی حاصل می‌گردد و آن‌ها تماماً محور افقی حرارت را در یک نقطه‌ی معین ($0^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C}$) قطع می‌نمایند. چون حجم کمتر از صفر موجود بوده نمی‌تواند، پس حرارت ($0^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C}$) کمترین حرارت بوده از این سبب آن را صفر مطلق قبول نموده اند (رقم دقیق آن $0^{\circ}\text{C} - 273.15^{\circ}\text{C}$) است. معادله‌ی عمومی خطوط مستقیم (شکل (6-20) عبارت است از:

$$V = a(t + 273) \text{-----1}$$

در معادله‌ی یک V حجم گاز t درجه حرارت به 0°C و a میل خط مستقیم است. مقیاس درجه سانتی گراد را میتوان چنین تحریر کرد $k = 273 + ^{\circ}\text{C}$ پس:

$$V/T = a \text{ (n. p)..... II}$$



شکل (6-20): رابطه بین فشار و حرارت

به فشار ثابت ($P=\text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین، تناسب مستقیم به حرارت دارد. قضیه‌ی فوق مربوط به چارلس و به قانون کیلوسک ارتباط دارد.

اگر به فشار ثابت حجم یک مقدار معین V_1 باشد؛ در این صورت حرارت وارده اولی گاز مذکور T_1 بوده، در صورتیکه حرارت به T_2 تغییر نمایند، حجم گاز V_2 است؛ بدین اساس نوشته کرده می‌توانیم که :

$$V = KT \text{-----} 3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = K \text{-----} 4$$

$$\frac{V_2}{T_2} = K \text{-----} 5$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{-----} 6$$

مثال: یک گاز ایدئال در $25^\circ C$ به اندازه $1.28L$ حجم را اشغال میکند. در صورتیکه حرارت به $50^\circ C$ تغییر نماید، حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟ (در فشار ثابت)

حل:

$$V_1 = 1.28L$$

$$t_1 = 25^\circ C \quad T_1 = 25^\circ C + 273^\circ C = 298 K$$

$$t_2 = 50^\circ C \quad T_2 = 50^\circ C + 273^\circ C = 323 K$$

$$V_2 ?$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{1.28L \cdot 323K}{298K} = 1.39L$$

فکر کنید



به فشار ثابت و حرارت $27^\circ C$ یک گاز آیدئال $128cm^3$ حجم را اشغال نموده است، در صورتی که حجم گاز مذکور به $214cm^3$ تغییر نموده باشد، حرارت وارده چقدر خواهد بود؟

مثال: به حرارت $25^{\circ}C$ و فشار 1atm یک گاز ایدئال $2.65L$ حجم را اشغال نموده است. اگر هم زمان حرارت $75^{\circ}C$ و فشار به 2atm بلند برود، در این صورت حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟

حل:

1 - قرار قانون بایل (n و T ثابت) : $V \approx \frac{1}{P}$

2 - قرار قانون چارلس (n و p ثابت): $V \approx T$

از ترکیب معادله بایل و چارلس می توان تحریر کرد که

$$V = \frac{CT}{P} \quad (\text{n ثابت})$$

درین جا C ثابت تناسب بوده که تناسب را به مساوات تبدیل نموده است؛ پس:

$$\frac{PV}{T} = C$$

رابطه فوق را به نام قانون ترکیب گازات یاد می کنند که آن را می توان به دو حالت مختلف گازات قرار ذیل تحریر کرد:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = C$$

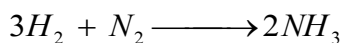
$$\frac{P_2V_2}{T_2} = C$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{1\text{atm} \cdot 2.65L \cdot 348K}{2\text{atm} \cdot 298K} = 1.55L$$

۶-۳-۴: اصل اوگدرو

قرار قانون گیلوسک: نسبت حجم های گازات تعامل کننده در یک تعامل کیمیاوی تحت عین شرایط فشار و حرارت اعداد تام و کوچک است؛ به طور مثال: نایتروجن و هایدروجن تحت فشار و حرارت زیاد با هم تعامل نموده امونیا را تشکیل میدهد، نسبت حجمی نایتروجن و هایدروجن در تشکیل امونیا 1:3 و همچنان برعکس آن $H_2 : N_2 = 3:1$ است؛ یعنی:



دو حجم \longrightarrow یک حجم + سه

در این مورد سؤال مطرح می‌گردد، اینکه: چرا رابطه بین حجم‌ها دقیقاً همان رابطه است که بین تعداد مالیکول‌های مواد تعامل کننده در تعامل کیمیاوی موجود است؟
 جواب این سؤال طوری است که حجم‌های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی مالیکول‌ها را دارا است (قانون اول اوگد رو). تعداد مساوی ذرات (مالیکول‌ها، اتم‌ها و یا یون‌ها) گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم‌های مساوی را اشغال می‌نماید. (قانون دوم اوگد رو).
 به اساس اصل اوگدرو حرارت و فشار ثابت، حجم گازات مستقیماً متناسب به تعداد مول همان گاز است:

$$T = \text{constant}$$

$$P = \text{constant}$$

$$V \approx n \text{-----} 1$$

$$\frac{n}{V} = K \text{-----} 2$$

مشق و تمرین کنید



- الف - حجم اشغالی $3.011 \cdot 10^{23}$ مالیکول گاز نایتروجن در شرایط STP چند لیتر خواهد بود؟
- ب - حجم مولی گازات مربوط به کدام عامل است؟ بادر نظر داشت حجم مولی در شرایط ستندرد، حجم مولی گازات را در فشار یک اتموسفیر و حرارت $127^{\circ}C$ محاسبه نماید.

۶- ۳- ۵: قوانین گازات ایدیال

قانون بایل، قانون چارلس و اصل اوگدرو هر سه بیان کننده تناسبی اند که گازات اید یال را توصیف می‌نمایند، تناسب علمای مذکور را قرار ذیل خلاصه می‌توانیم:

$V \approx \frac{1}{P}$ (قانون بویل)	(n و T ثابت)
$V \approx T$ (قانون چارلس)	(n و P ثابت)
$V \approx n$ (اصل اوگدرو)	(T و P ثابت)

از این سه تناسب می توان تحریر کرد که:

$$V \approx \frac{1}{P} nT \text{-----3}$$

اگر تناسب معادله 3 را به مساوات تبدیل نماییم ، R را که به نام ثابت گازات یاد می شود ،

به طرف راست معادله معامله نموده، حاصل می شود که :

$$V = RTn \frac{1}{P}$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$PV = nRT \text{-----4}$$

رابطه 4 را به نام معادله عمومی حالت گازات آید یال یا کامل یاد می نمایند ، قیمت R مربوط به

حجم ، حرارت و فشار و مقدار گازات بوده و نظریه شرایط ، مقدار گاز قیمت آن فرق دارد.

در شرایط STP یک مول هر گاز 22.4L حجم را اشغال می نمایند. به این اساس اگر قیمت های

n, T, P و V گازات آید یال در معادله عمومی حالت گازات معامله گردد ، قیمت های مختلف

R نظریه قیمت های پارامترهای فوق الذکر حاصل می گردد:

$T = 0^{\circ}C = 273K$	}	$PV = nRT$
$P = 1atm = 101.3KPa$		$R = \frac{PV}{nT}$
$n = 1mol$		$R = \frac{101.3KPa \cdot 22.4 \cdot 10^{-3} m^3}{1mol \cdot 273K} = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$
$V = 22.4L = 22.4 \cdot 10^{-3} m^3$		
$R = ?$		

مثال : به فشار 0.432atm یک گاز آید یال 8.64L حجم را اشغال نموده است. مقدار آن

0,176 مول است حرارت وارده بالای گاز مذکور را دریافت نماید.

حل:

$$T = ?$$

$$PV = nRT$$

$$P = 0.432$$

$$n = 0.176 \text{ mol}$$

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{0.432 \text{ atm} \cdot 8.64 \cdot \text{L}}{0.176 \text{ mol} \cdot 0.0802 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} = 258 \text{ K}$$

$$V = 8.64 \text{ L} = 8.64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$R = 0.0802 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

خود را آزمایش کنید

5g گاز آکسیجن در حرارت 35°C به اندازه 6L حجم را اشغال نموده است. فشار وارده بالای گاز مذکور چقدر خواهد بود؟

کثافت گازات

کثله مولی گاز تقسیم بر حجم یک مول گاز در شرایط ستندرد را به نام کثافت مولی گاز

$$D_{mol} = \frac{m(\text{mol})}{V_{STP}}$$

یاد می‌نمایند:

مثال:

5g گاز هایدروجن به حرارت 22°C و فشار یک اتموسفیر (101,3KPa) 61,5 لیتر حجم دارد. کثافت مولی آن را در یافت نمایید.

حل:

چون $n = \frac{m}{M}$ است، اگر قیمت n را در معادله $PV = nRT$ معامله نماییم، داریم که:

$$PV = nRT \quad \text{یا} \quad PV = \frac{m}{M}RT \quad \text{یا} \quad PM = \frac{m}{V}RT$$

$$d = \frac{101.3 \text{ KPa} \cdot 2.016 \text{ g/mol}}{8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 295 \text{ K}} = 0.09 \text{ g/L} \quad \text{یا} \quad d = \frac{PM}{RT}$$

$$d = \frac{1 \text{ at} \cdot 2.016 \text{ g/mol}}{0.082 \text{ L} \cdot \text{at} / \text{mol} \cdot \text{K} \cdot 295} = 0.09 \text{ g/L}$$

مثال

کثافت گاز آکسیجن را به حرارت 350K و فشار 2.5atm دریافت نمایید ، کتله مالیکولی گاز آکسیجن 32amu است .

$$\text{حل: } D = \frac{PM}{RT}$$

$$D = \frac{2.5 \text{ atm} \cdot 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 350 \text{ K}} = 2.79 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

مشق و تمرین کنید



فشار یک نمونه گاز نایتروجن را که کثافت آن به حرارت 300K مساوی به 2.0g / L باشد، دریافت نمایید ، کتله یک مول نایتروجن مساوی به 28g / mol است .

۶-۳-۶ : محاسبه حجم مولی یک گاز آیدیال در شرایط STP

محاسبات نشان داده است که حجم یک مول گاز آیدیال در شرایط STP مساوی به 22.4L است.

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0.082 \text{ atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 22.4 \text{ L}$$

$$V = 22.4 \text{ L}$$

به این اساس در شرایط STP یک مول هر گاز 22.4L حجم را اشغال می نماید.

۶-۳-۷ : دریافت کتله مالیکولی گازات به اساس معادله عمومی گازات و کثافت گازات

معادله عمومی گازات را در نظر گرفته، به اساس آن می توان کتله مالیکولی گازات را دریافت

$$PV = nRT \text{ -----1 کرد:}$$

$$n = \frac{m}{M} \text{ -----2}$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

مثال: کثافت گاز فاسفین به حرارت $50^{\circ}C$ و فشار 732 mm Hg مساوی به 1.26 g/L است، گاز مذکور آیدیال بوده کتله مالیکولی آن را محاسبه نمایید.

حل:

$$P = 732\text{ mmHg}$$

$$d = 1,26\text{ g}$$

$$V = 1\text{L} = 10^{-3}\text{ m}^3$$

$$T = 50^{\circ}C = 323\text{ K}$$

$$R = 62,36\text{ mmHg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$M = ?$$

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

$$M = \frac{1.26\text{ g} \cdot 62.36\text{ mmHg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 323\text{ K}}{732\text{ mmHg} \cdot 10^{-3}\text{ m}^3}$$

$$M = 34\text{ g/mol}$$

مشق و تمرین کنید

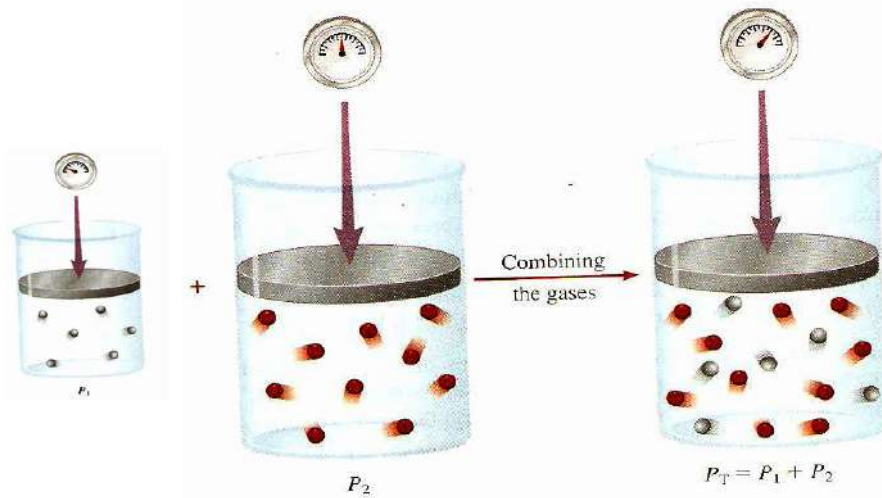


به حرارت صفر درجه سانتی گراد و فشار $0,1\mu Pa$ یک لیتر گاز هایدرو کاربن مشوع 1.96 g کتله دارد، کتله مالیکولی و فورمول آن را دریافت نمایید.

۶-۳-۸: مخلوط گازات (فشار قسمی یا جزیی دالتن)

جان دالتن در سال 1801 به اساس یک سلسله تجارب عملی نتیجه گرفت که فشار وارده بالای جدار ظرف پر از مخلوط گازات عبارت از مجموعه فشارهای وارده هر یک از گازات اجزای متشکله مخلوط گازی است، بنابراین فشار اندازه شده یک مخلوط گازی باید مساوی به حاصل جمع فشار گازهای باشد که اگر هر یکی از اجزای مخلوط ظرف را به تنهایی اشغال کند و فشار را بالای دیوار ظرف وارد نموده باشد؛ پس مطابق به فشارهای جزیی دالتن می توان گفت: فشار مجموعی وارد شده توسط یک مخلوط گازی مساوی به حاصل جمع فشارهای هر یک از اجزای مخلوط گازات است، فشار جزیی یا قسمی را طوری تعریف می نمایند که: اگر یک گاز به تنهایی ظرف را اشغال نماید، فشار معادل، فشار جزیی خود را بر دیوار ظرف وارد کند. اشکال ذیل فشار جزیی دالتن و فشار مجموعی گازات مخلوط را نشان می دهند؛ به طور مثال: اگر فشار جزیی هیلیم 100 mm Hg و فشار جزیی هایدروجن 300 mm Hg باشد؛ بنابراین فشار مجموعی یا فشار کلی 400 mm Hg است. تقریباً اکثر مخلوطهای گازات، از قانون فشارهای جزیی دالتن پیروی می نمایند و شرط اساسی این است

که گازات مخلوط شده با هم دیگر تعامل نمیکنند.



شکل (6-21): قانون فشارهای قسمی دالتن در حرارت ثابت

به اساس رابطه عمومی حالت گازات ($PV = nRT$) میتوان فشار کلی و فشارهای

جزیی هر گاز را بدست آورد.

$$P_{Total} = \frac{n_{Total}RT}{V} \text{-----} 1$$

$$P_i = \frac{n_iRT}{V} \text{-----} 2$$

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = \frac{\frac{n_iRT}{V}}{\frac{n_{Total}RT}{V}} = \frac{n_iRT}{n_{Total}RT} \text{-----} 3$$

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = \frac{n_i}{n_{Total}} \text{-----} 4$$

چون نسبت مولی یک جز مواد تقسیم بر مجموعه مولهای اجزای متشکل مخلوط مواد مساوی به کسر مولی است، اگر کسر مولی یک جز را به X_i افاده نماییم، در این صورت داریم که:

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = X_i \text{-----} 5$$

$$P_i = P_{Total} \cdot X_i \text{-----} 6$$

مثال: یک گرم هریک از گازهای O_2 ، N_2 و H_2 را داخل یک بالون 10 لیتره نموده، گازهای مذکور نوع از گازهای اید یال بوده، در صورتیکه حرارت مخلوط گازها $125^{\circ}C$ باشد، فشار کلی یا مجموعی (Total) را دریافت نمایید. (به واحد atm دریافت نمایید).

حل:

$$n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M} = \frac{1g}{2g/mol} = 0.5mol$$

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M} = \frac{1g}{16g/mol} = 0,0625mol$$

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M} = \frac{1g}{14g/mol} = 0,0714mol$$

$$P_{H_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot 398K}{10L \cdot mol \cdot K} = 1.63atm$$

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,0625mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 398K}{10L} = 0,203atm$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2}RT}{V} = \frac{0,0714mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 398K}{10L} = 0,233atm$$

$$P_{Total} = P_{H_2} + P_{O_2} + P_{N_2} = 1.63atm + 0,203atm + 0,233atm = 2,66atm$$

به صورت عموم فشار کل سیستم مخلوط گازات را می توان توسط فورمول ذیل نیز

$$P_{Total} = \frac{n_{Total}RT}{V} \quad \text{محاسبه نمود:}$$

۶-۳-۹: قوانین گراهام در مورد انتشار و نفوذ مالیکول های گازات

توماس گراهام (Tomas Graham) عالم انگلیسی در سال 1829 تحقیقات لازمه را در مورد سرعت انتشار (Diffusion) و نفوذ (Effusion) گازات مختلف انجام داد. انتشار

اصطلاحی است که در مورد حرکت توده‌های مواد از یک محیط به محیط دیگر استعمال می‌گردد. به طور مثال: زمانی که غذا در حال پختن باشد، گازات از ظرف پختن غذا خارج و به محیط ماحول پخش و منتشر گردیده و ما توسط حس شامه خود بوی غذا را حس می‌نماییم. گراهام در یافت نموده که: سرعت نفوذ گازات در محیط گازی دیگر معکوساً متناسب به جذر مربع کثافت گازات است:

$$V = \frac{K}{\sqrt{D}} \text{-----} 1$$

نسبت نفوذ دو گاز A و B را میتوان چنین در یافت کرد:

$$V = \frac{K}{\sqrt{D_A}} \text{-----} 2$$

$$V = \frac{K}{\sqrt{D_B}} \text{-----} 3$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \text{-----} 4$$

معادله 1 و 4 به نام معادله قانون پخش گراهام یاد می‌گردد.

به حرارت و فشار معین، کثافت مالیکولی گازات و کتله مالیکول گازات با همدیگر رابطه

$$D = \frac{m}{V} \text{-----} 5$$

مستقیم را دارا می‌باشند.

$$V = \frac{nRT}{P} \text{-----} 6$$

قیمت V را از معادله 6 در معادله 5 معامله نموده، حاصل می‌گردد که

$$D = \frac{m}{nRT} = \frac{mP}{nRT} \text{-----} 7$$

$$n = \frac{m}{M} \text{-----} 8$$

$$D = \frac{mP}{mRT} = \frac{mP}{1} \cdot \frac{M}{mRT}$$

$$D = \frac{PM}{RT} \text{-----} 9$$

حاصل ضرب و حاصل تقسیم دو ثابت مساوی به ثابت سومی بوده؛ یعنی:

$$\frac{P}{RT} = K$$

$$D = MK \text{ -----10}$$

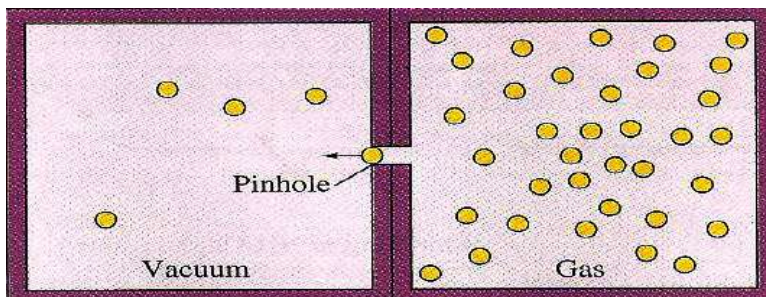
$$D \approx M \text{ -----11}$$

چون کتله مالیکولی گازات و کثافت مالیکولی گازات با هم رابط مستقیم دارند؛ پس قانون پخش مالیکولی گراهام را میتوان برای دو گاز قرار ذیل تحریر کرد:

$$\frac{V_A(\text{Diffusion})}{V_B(\text{Diffusion})} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$

گراهام در سال 1826 م مقاله دیگر را منتشر ساخت که در آن در مورد نفوذ گازات از دیوارهای منفذ دار کوچک (سوراخهای کوچک) مطالب علمی ارائه گردیده است، نفوذ مالیکولی یک گاز عبارت از حرکت مالیکولی آن از میان خالیگاههای دیوار است. قانون نفوذ مالیکول مشابه قانون پخش مالیکولی بوده، سرعت نفوذ گازات از دیوار و غشاهای نیمه قابل نفوذ با جذر مربع کثافت مالیکولی و جذر مربع کتله مالیکول آنها تناسب معکوس را دارا است؛ یعنی:

$$\frac{V_A(\text{Effusion})}{V_B(\text{effusion})} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \text{ یا } \frac{V_A(\text{Effusion})}{V_B(\text{Effusion})} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$



شکل (6 - 22): سرعت نفوذ گازات .

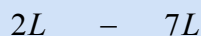
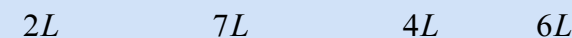
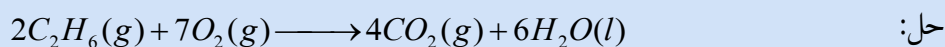
مثال: سرعت نفوذ یک گاز مجهول X از سوراخهای دیوار تخلخل دار 0.279 برابر سرعت نفوذ گاز هایدروجن از دیوار مذکور است (در صورتیکه شرایط STP باشد). کتله مالیکول گاز مجهول را دریافت نمایید. کتله مالیکول هایدروجن 2.016 است.

حل:

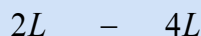
$$\frac{V_x(\text{Effusion})}{V_{H_2}(\text{effusion})} = \frac{\sqrt{M_{H_2}}}{\sqrt{M_x}} \quad 0,279 = \frac{\sqrt{2,016}}{\sqrt{M_x}}$$

$$M_x = \left(\frac{\sqrt{2.02}}{0.279} \right)^2 \quad \text{یا} \quad \sqrt{M_x} = \frac{\sqrt{2.016}}{0.279} \quad \text{جواب } M_x = 26$$

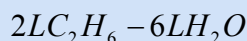
مثال: از احتراق ایتان در موجودیت آکسیجن H_2O و CO_2 حاصل می گردد. اگر 1.26L ایتان با 4.50L آکسیجن سوختانده شود. چند لیتر CO_2 و چند لیتر بخارات آب تولید خواهد شد؟ در صورتیکه حرارت $400^\circ C$ و فشار 4.00atm باشد.



$$1.26L \quad - \quad X_1 \quad \quad X_1 = \frac{1.26L \cdot 7L}{2L} = 4.41L$$



$$1.26L \quad - \quad X_2 \quad \quad X_2 = \frac{1.26L \cdot 4L}{2L} = 2.52L \text{ } CO_2$$



$$1.26LC_2H_6 - X_3 \quad \quad X_3 = \frac{1.26L \cdot 6L}{2L} = 3.78L$$

مقدار اکسیجن موجود 4.50L بوده، آکسیجن معادل 1.26L C_2H_6 مساوی به 4.41 لیتر است که به مقدار 0.094L آکسیجن بدون تعامل باقی مانده، پس مقدار CO_2 و H_2O را میتوان قرار فوق از مقدار حجمی ایتان بدست آورد.

مشق و تمرین کنید



پروپان C_3H_8 با آکسیجن احتراق نموده، کاربن دای اکساید و به آب مبدل شده است. یک لیتر پروپان به حرارت $12^{\circ}C$ و فشار 8.44atm با مقدار اضافی اکسیجن سوختانده شده است، حجم CO_2 تولید شده را به حرارت $925^{\circ}C$ و فشار یک اتموسفیر به لیتر محاسبه نمایید.

۶-۳-۱۰: نظریه جنبشی (حرکی) گازات

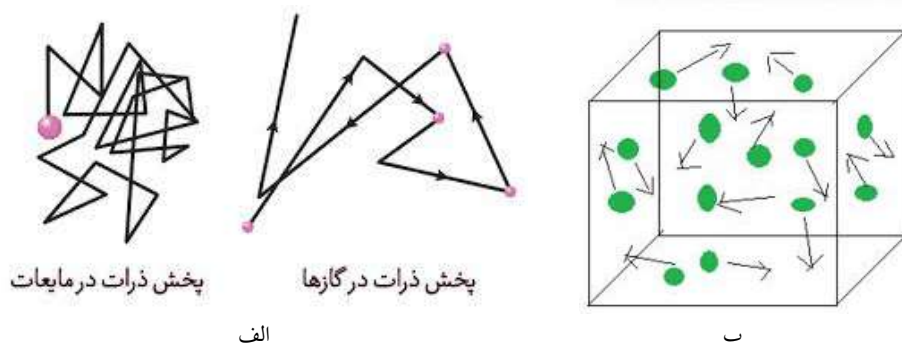
تا حال خواص مهم گازات ایديال را تحت عناوین قوانین گازات؛ از قبیل قانون بایل، قانون دالتن، قوانین گراهام... مطالعه نمودیم، از این مطالعات سؤال خلق می شود که چرا خواص ذکر شده را گازها از خود نشان می دهند؟ گذشته نشان می دهد که علوم با مشاهدات و تجارب آغاز یافته است، نظریات یا مودلها بر پایه همین مشاهدات و تجارب استوار می باشد، از این جا گفته می توانیم که نظریه بر پایه مودل استوار است و به اساس مودل میتوان فورمول و خواص مشاهده شده را در یک سیستم توضیح کرد.

نظریه جنبشی و حرکی گازها که آن را نظریه حرکی نیز می نامند، مودل فزیکي برای توصیف طبیعت و چگونگی رفتار گازها است، این نظریه بر پایه فرضیه های ذیل استوار است:

- 1 - گازها از تعداد کثیر ذرات بسیار کوچک (اتومها، مالیکولها) تشکیل گردیده اند و این ذرات به اندازه کوچک اند که اندازه حجم آنها در مقایسه با فواصل بین آنها به طور اوسط و حجم ظرف که گازها در آنها قرار دارند، بسیار کم بوده و حد اعظمی گازهای داخل ظرف را فضای خالی بین ذرات احتوا می نماید.
- 2 - مالیکولها و اتومهای تشکیل دهنده گازها به صورت دوامدار در حال حرکت بوده و حرکت آنها بی نظم، سریع و مستقیم الخط می باشد. در نتیجه این حرکت ذرات گازات با یک دیگر تصادم نموده و هم با جدار ظرف برخورد می نمایند، این برخوردها الاستیکی بوده، طوری که در هر تصادم انرژی حرکی در مالیکول بر خورد کننده کم و زیاد نمی شود، یا به عباره دیگر امکان آن موجود است که مالیکولها در نتیجه برخورد بین هم انرژی سینتیک (حرکی) خود را از دست دهند؛ اما مجموعی انرژی سینتیک دو مالیکول تصادم کننده ثابت باقی می ماند.

3- در گازها مالیکول‌ها و یا اتم‌ها مجزا از یک دیگر قرار داشته ، هیچ قوه دافعه و جاذبه بین اتم‌ها و مالیکول‌ها در گازها موجود نمی‌باشد. (به استثنای زمان برخورد).

4- حرکت ذرات (مالیکول‌ها و یا اتم‌ها) در گازها در لحظات مختلف زمانی میتواند سریع و یا بطی بوده باشد. بعضی از ذرات حرکت سریع داشته و بعضی از آنها حرکت بطی را انجام می‌دهند؛ بنابر این انرژی حرکی مالیکول‌های گازات نیز در محدوده وسیع در حالت نوسان است؛ اما انرژی حرکی متوسط مالیکول‌ها و اتم‌های گازها به حرارت مطلقه رابطه مستقیم دارد و در حرارت ثابت و معین ثابت باقی میماند. در شکل (6- 23) مودل تصویری گازها ارائه گردیده است، در مودل مذکور ملاحظه می‌شود که مقدار معین گاز در حقیقت دارای خالیگاه‌های زیاد فضایی بوده و این خالیگاه‌ها به سرعت توسط ذرات گازها پر می‌شوند.



شکل (6- 23) : الف - مودل حرکی گازات و حرکت برونی

ب- مقدار معین گاز خالیگاه ظرف را توسط ذرات پر نموده

۶-۳-۱۱ : گازهای حقیقی

خواص ایدیال را گازاتی از خود نشان می‌دهند که عمل متقابل بین مالیکول‌های آنها به ملاحظه نه رسد (در صورتی که برخورد الاستیکی بین مالیکول‌ها موجود نباشد) و حجم اشغال شده توسط مالیکول‌ها در مقایسه با حجم ظرف حاوی گازات مطلوب قابل نظر باشد؛ لاکن باید دانست که در گازهای حقیقی شرایط فوق الذکر را نمی‌توان صد فیصد ملاحظه کرد؛ پس گفته می‌توانیم که گازهای حقیقی از طبیعت و شیوه آید یال انحراف نشان میدهد.

۶-۳-۱۱-۱: معادله حالت برای گازات حقیقی

اگر برای یک مقدار معین گاز سه متحول P, V و T را با هم ارتباط دهیم، درین صورت با معین بودن دو متحول مذکور، متحول سوم را به آسانی در یافت کرده می‌توانیم؛ به طور مثال: 0.1 mol گاز اکسیجن به فشار 0.5 atm و حرارت یک 39°C حجم مشخص را اشغال می‌نماید. به صورت عموم آن معادله ریاضیکی که فشار، حجم، حرارت و تعداد مول‌های یک گاز را با هم رابطه میدهد، به نام معادله حالت گازها یاد شده که عبارت از $PV = nRT$ بوده و معادله حالت گاز اید یال یا کامل را افاده می‌کند؛ اما معادله عمومی حالت گازات هیچ نوعی از گازهای حقیقی را توصیف کرده نمی‌تواند.

در سال 1873 واندر-والس (Vanderwaals) معادله حالت گازهای حقیقی را به صورت $(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = RT$ برای یک مول گاز حقیقی با در نظر داشت معادله حالت گازهای کامل و تاثیر فشار بالای گازهای حقیقی مشخص ساخت، در معادله فوق a و b ثابت‌های مثبت بوده که از مشخصات اختصاصی هر گاز می‌باشد، زمانی که کثافت گاز خیلی کم باشد، حجم گاز (v) زیاد بوده و ارزش b در مقایسه با حجم (v) فوق العاده کوچک است که میتوان از آن صرف نظر کرده، در این صورت $\frac{a}{V^2}$ به صفر تقرب می‌نمایند و معادله واندر-والس به طرف معادله حالت گازات اید یال تقرب حاصل میکند؛ طوری که:

$$\begin{aligned} (P + \frac{an^2}{V^2}) &= P & , & & \frac{PV}{RT} &= Z \\ V - nb &= V & , & & PV &= nRT \end{aligned}$$

مقدار a, b را می‌توان توسط تجربه برای هر گاز در یافت کرد. در جدول (6-2) مقدار ثابت‌های a, b واندر-والس را افاده میکند.

جدول (6-3): ثابت‌های a , b گازات حقیقی

b (liter / mol)	a (litler.atm / mol ²)	گازات
0266 .0	0.244	H_2
0.0237	0.3412	He
0.03913	1.390	N_2
0.03183	1.360	O_2
0.0427	3.59	CO_2
0.03985	1.485	CO
0.0428	2.25	CH_4
0.0371	4.17	NH_3
0.03049	5.464	H_2O
0.02789	1.340	NO

مثال: گاز میتان به مقدار 10g به حرارت $25^{\circ}C$ در یک ظرف یک لیتر نگهداری شده است، فشار وارده را بالای گاز مذکور قرار قانون گاز اید یال و معادله واندر- والس محاسبه نمایند. قیمت‌های a, b را از جدول (6-2) بدست آورید.

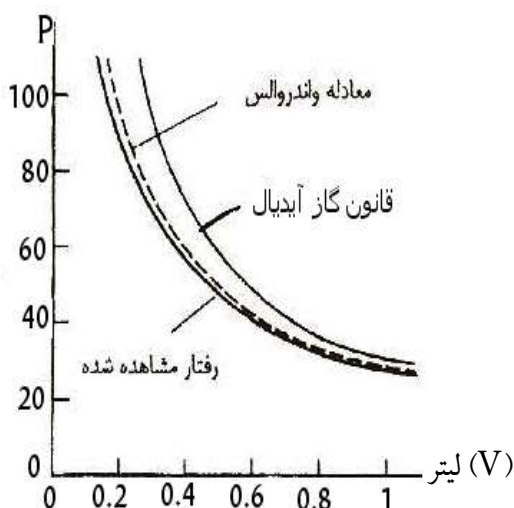
حل: الف:

$$\begin{aligned}
 m &= 10g \\
 V &= 1L \\
 P &=? \\
 M &= 16
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} m \\ V \\ P \\ M \end{aligned}} \right\}
 \begin{aligned}
 P &= \frac{mRT}{MV} \\
 P &= \frac{10g \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} K^{-1} \cdot 298K}{16g \cdot 1L} \\
 P &= 15.3atm
 \end{aligned}$$

$$\left(P = \frac{nRT}{V - nb} \right) - \left(\frac{n^2 a}{V^2} \right) = \frac{0.625 \text{ mol} \cdot 0.082 \text{ atm} \cdot L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{1 \text{ L} - 0.625 \text{ mol} \cdot 0.0428} - \frac{(0.625 \text{ mol})^2 \cdot 2.25 \text{ L}^2 \text{ atm}}{1^2 \cdot \text{mol}^2}$$

$P = 14.8 \text{ atm}$

معادله واندروالس در مقایسه با معادله عمومی حالت گازات به خوبی می‌تواند تا گازات حقیقی را توصیف نماید. گراف شکل (6 - 24) چگونگی حالت‌ها و وضعیت PV یک مول گاز CO_2 را در حرارت 350k به طور تجربی نشان داده؛ همچنان چگونگی حالت و خواص تجربی آن‌ها را با پیش‌بینی‌های معادله حالت گاز ایدئال و معادله واندروالس مقایسه میکند. معادلات دیگری نیز به خاطر محاسبه حالت گازات ارائه شده اند که نسبت به معادله واندروالس خوبتر بوده؛ اما تعداد ثابت‌های آن‌ها بیشتر از پنج است:



شکل (6 - 24): گراف حالات برای یک مول گاز در حرارت مطلقه.

مشق و تمرین کنید



مقدار a و b را برای هر جوړه گازهای زیر مقایسه نماید.

الف - $H_2(g)$ و $NH_3(g)$ - ب - $N_2(g)$ و $I_2(g)$

جدول (6-3): بعضی از مشخصات گازات، مایعات و جامدات :

گازات	مایعات	جامدات
<p>1 - شکل معین نداشته (حجم تمام ظرف را که در آن قرار دارند مکمل اشغال می نمایند)</p> <p>2 - تراکم پذیر اند .</p> <p>3 - کثافت کمتر دارند و کتله های شان کوچک است .</p> <p>4 - شکل سیال دارند</p> <p>5 - حرکت سریع داشته و پراکنده می باشند .</p> <p>6 - حرکت برونی داشته و سریع السیر می باشند و بهر طرف به شکل سه بعدی حرکت می نمایند</p>	<p>1 - شکل معین نداشته و در ظرف های مختلف اشکال مختلف را اختیار می نمایند</p> <p>2 - دارای حجم معین بوده و تراکم پذیر نمی باشند .</p> <p>3 - کثافت شان نسبتاً بزرگ است .</p> <p>4 - حالت سیال را دارا اند.</p> <p>5 - ذرات آنها در مایعات دیگر قابلیت انتشار را دارا اند.</p> <p>6 - خالیگاه بین ذرات آنها کم بوده و حرکت سریع و بی نظم سه بعدی دارند .</p>	<p>1 - شکل معین دارند (مقاومت تغییر شکل)</p> <p>2 - به طور تقریبی غیر تراکم پذیر اند</p> <p>3 - کتله های شان نسبت به مایعات بزرگ است .</p> <p>4 - شکل سیال را ندارند .</p> <p>5 - انتشار ذرات شان کمتر بوده و حرکت مالیکول های شان بسیار بطی است.</p> <p>6 - مالیکول های شان کاملاً با هم چسبیده بوده، تنها حرکت اهتزازی دارند.</p>



خلاصه فصل ششم

- * هر ماده میتواند نظر به شرایط محیطی سه حالت « جامد، مایع و گاز » را داشته باشد.
- * گازات موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آن بالای یک دیگر تأثیر کمتر داشته، قوه جذب ذرات آنها باهم کم تر است و حرکت نامنظم را دارا اند. به حرارت بلند و فشار کم حرکت ذرات گازات سریع است.
- * خواص جامدات از خواص گازات فرق داشته، گازات دارای کثافت کم تر بوده، در حالی که جامدات کثافت زیاد را دارا اند. گازات در نتیجه فشار متراکم شده؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شدن را دارا اند. جامدات سخت و شکننده بوده در حالی که گازات این خواص را دارا نیستند.
- * مایعات خاصیت خاصی را نسبت به جامدات و گازات دارا بوده؛ به طور مثال: قوه جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشتر بوده؛ اما نسبت به جامدات ضعیف می باشد.
- * به حرارت ثابت ($T = \text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین آن به شکل معکوس متناسب به فشار است.
- * به فشار ثابت ($P = \text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین به شکل مستقیم متناسب به حرارت است. قضیه فوق مربوط به چارلس بوده و به قانون کیلو سک ارتباط دارد.
- * حجم های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی مالیکولها را دارا است (قانون اول او گدرو). تعداد مساوی ذرات (مالیکولها، اتمها و یا یونها) گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم های مساوی را اشغال می نماید. (قانون دوم او گدرو).
- * فشار مجموعی وارد شده توسط یک مخلوط گازی مساوی به حاصل جمع فشارهای جزیی هر یک از اجزای مخلوط گازات است.
- * گراهام در یافت نموده که: سرعت نفوذ گازات در محیط گازی دیگر به شکل معکوس متناسب به جذر مربع کثافت گازها است.
- * معادله حالت گازات برای گازی به مقدار یک مول عبارت از $PV = RT$ است که درین معادله V عبارت از حجم گاز است.

سؤالهای فصل ششم

سؤالات چهار جوابه

- 1 - گازها موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آنها بالای یک دیگر ---- را دارا اند
الف - تأثیر کمتر، ب - قوه جذب ذرات آنها باهم کمتر، ج - حرکت نامنظم، د - تمامی
- 2 - جامدات موادی اند که ---- را دارا است،
الف - حجم معین، ب - شکل معین، ج - الف و ب هر دو، د - هیچ کدام
- 3 - انتشار مایعات نسبت به گازات ---- بوده و برخورد مالیکولها در مایعات ----
است،
الف - بطی، کم ب - سریع، زیاد تر ج - نورمال، بسیار زیاد د - زیاد و نورمال
- 4 - به حرارت ثابت ($T = \text{constant}$) حجم گازات به مقدار معین، به فشار کدام وابستگی
دارد؟
الف - تناسب مستقیم، ب - تناسب معکوس، ج - تناسب ندارد، د - جز الف درست
است.
- 5 - به فشار ثابت و ازدیاد یک درجه سانتی گراد حرارت، حجم گاز به نسبت ---- از 0°C
انبساط حاصل می نماید.
- الف - 1: 273 ب - 1: 1 ج - 3: 2 د - 1: 100
- 6 - حجم های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی --- را
دارا است.
الف - آیونها ب - مالیکولها ج - ائومها د - تماما"
- 7 - در شرایط STP یک مول هر گاز ---- حجم را اشغال می نماید.
الف - 22.4L ب - 22mL ج - 22.4mL د - $22.4m^3$
- 8 - کتله مولی گاز تقسیم بر حجم یک مول گاز در شرایط ستندرد را به نام --- گاز یاد
می نمایند
- الف - کتله نسبتی ب - کثافت ترکیبی ج - کثافت مولی د - وزن مخصوص
- 9 - واندرو-الس معادله حالت گازها حقیقی را به صورت ---- افاده کرد:

الف - $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT - Z$ ج - $\frac{P\bar{V}}{RT}$ - الف وب د - هیچکدام
 10 - گازها از تعداد کثیر ذرات بسیار کوچک تشکیل گردیده اند:

الف - اتومها، ب - مالیکولها، ج - ایونها، د - تمامی جوابها درست است.

11 - حداعظمی گازهای داخل ظرف رافضای ----- بین ذرات احتوامی نماید.

الف - پر ب - خالی ج - اتومها د - مالیکولها

سوالات تشریحی

(در حل تمام تمرینها باید فرض شود که گازها اید یال هستند)

1 - چرا بعضی مواد در شرایط عادی به حالت مایع و بعضی دیگر به حالت جامد و یا گاز یافت می شوند؟

2 - یک مقدار گاز N_2 به حجم 58mL تحت فشار محیطی قرار دارد. افزایش فشار بالای آن 125mm Hg بوده که حجم آن به 49.6mL تنزیل حاصل نموده است، فشار محیطی اولی بالای گاز مذکور (به حرارت ثابت) چقدر خواهد بود؟

3 - ظرف A به حجم 48.2L دارای گاز N_2 است، حرارت وارده بالای آن $25^{\circ}C$ و فشار 8.35atm می باشد، ظرف B با حجم نامعلوم دارای He بوده که فشار وارده بالای آن 9.5atm و حرارت $25^{\circ}C$ است، ظروف A و B را با هم متصل ساخته، فشار مخلوط گازات در هر دو ظرف به 8,71atm بالغ می گردد. حجم B را در یافت نماید.

4 - در یک دستگاه آزمایشی در حدود $1.10^{-15} mmHg$ فشار موجود است، یک ظرف یک لیتر را در دستگاه آزمایشی در نظر بگیرید. در صورتی که حرارت $0^{\circ}C$ باشد، مقدار مالیکولها در آن ظرف که از هوا پر است، چقدر خواهد بود؟

5 - کثافت گاز هایدروجن در یک سیاره $10g / Cm^3$ است و حرارت آن 100K می باشد. فشار هایدروجن درین سیاره چقدر خواهد بود؟

6 - یک حباب کروی بالای سطح آب به قطر $2 cm^2$ در حرارت $25^{\circ}C$ و فشار محیط 1atm دارای چند مالیکول بخار آب خواهد بود؟

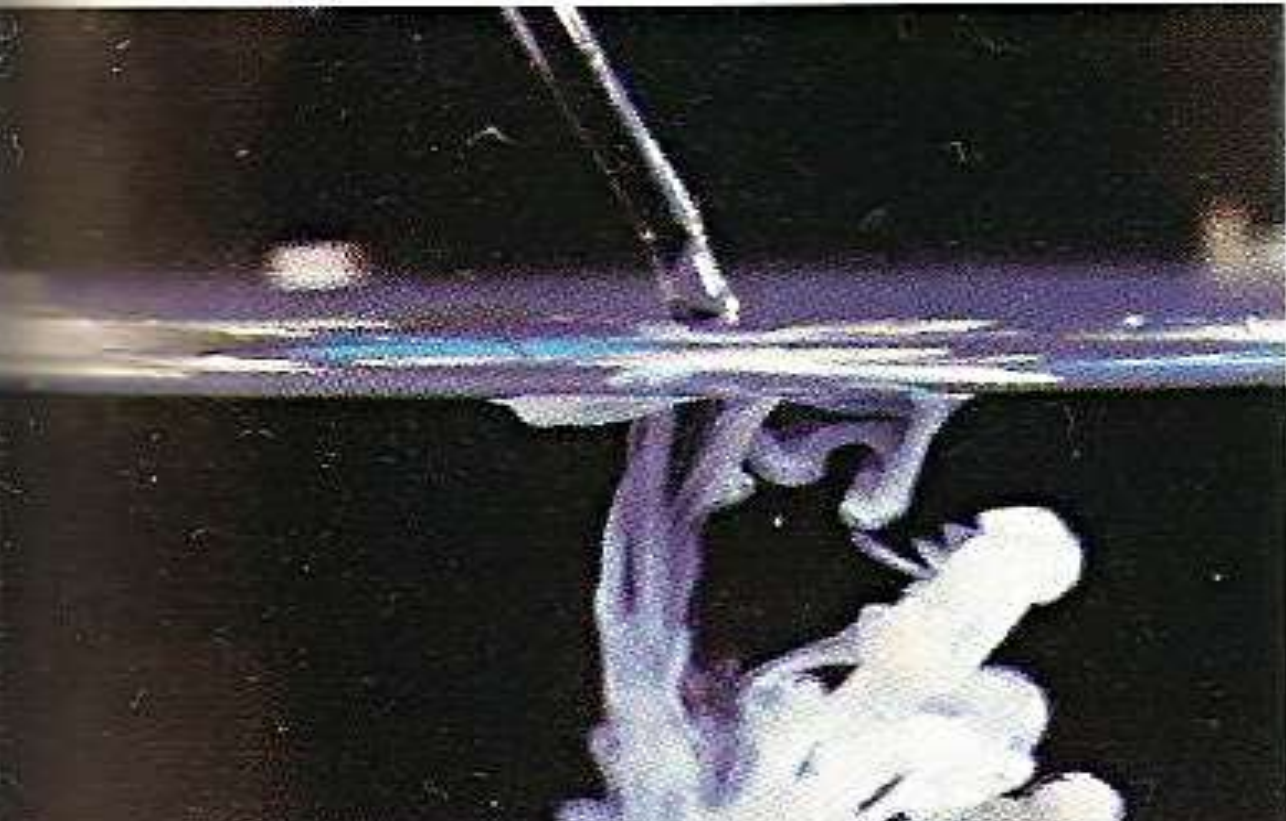
7 - به حرارت $177^{\circ}C$ و فشار 2atm کثافت گاز نایتروجن $1,52g / L$ است، چه تعداد مالیکولها درین شرایط در ظرفی به حجم 5L آن موجود است؟

8 - یک سلندر گاز N_2 دارای 1.5kg گاز در فشار 31.8atm است، چقدر N_2 به این

سلندر علاوه گردد، تا در حرارت ثابت فشار سلندر 75atm کرد؟

9- فرض کنید که دو نمونه گاز مختلف A, B را به شما داده اند. کتله مالیکول گاز A دو چند کتله مالیکول گاز B است سرعت متوسط گاز A دو چند سرعت متوسط گاز B است (البته سرعت مالیکولهای گازات مذکور است) اگر کثافت مالیکولی هر دو نمونه یکسان باشد و فشار گاز B 3atm بوده باشد، فشار گاز A را دریافت کنید.

10- به حرارت ثابت و فشار 700mmHg یک گاز 30 لیتر حجم دارد. حجم گاز مذکور را به فشار STP دریافت نمایید.



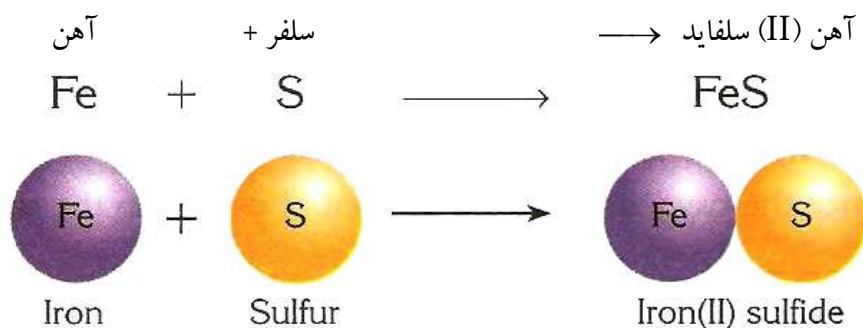
تعاملات کیمیاوی

تغییرات و تبدلات زیادی در طبیعت رونما می‌گردد که مثال آن رامیتوان تبدیل آب به بخار و سرد شدن دوباره بخارات آب به شکل باران و یا برف و ژاله، پارچه شدن سنگ‌ها و تبدیل آن‌ها به خاک و ریگ و غیره ارائه کرد، چنین نوع تغییرات فیزیکی است. زنگ زدن فلزات، سوختن مواد سوختی، استحصال ادویه‌ها و ساختن انواع وسایل و مواد زینتی و غیره نوع تغییرات کیمیاوی است که این نوع تغییرات را به نام تعاملات کیمیاوی نیز یاد می‌نمایند. در این فصل انواع طرز تحریر درست معادلات تعاملات کیمیاوی را به شیوه درست مطالعه خواهید کرد و خواهید آموخت که تعاملات کیمیاوی چند نوع است، چگونه می‌توان مواد را باهم تعامل داد؟ تعاملات اندوترمیک و اکزوترمیک کدام نوع تعاملات است؟ شیوه درست تحریر معادلات چگونه است؟

۷-۱: مفهوم معادلهٔ کیمیای

معادلهٔ کیمیای نشان دهندهٔ تعاملات کیمیای بوده که به وسیله سمبول‌ها و فورمول‌های مرکبات نمایش داده می‌شود. موادی که در تعامل سهم می‌گیرند به نام مواد تعامل کننده یا مواد اولیه یاد شده و موادی که در نتیجهٔ تعامل مواد اولیه حاصل می‌گردد، به نام محصول تعامل یاد می‌شوند.

در معادلات کیمیای مواد تعامل کننده را به طرف چپ و محصول تعامل را به طرف راست معادله تحریر می‌نمایند و به عوض علامه (=) در معادله از وکتور (\longrightarrow) استفاده می‌گردد. وکتور معنی «می‌دهد» را افاده می‌کند؛ به طور مثال:



شکل (7-1): تعامل آهن و سلفر و تشکیل فیریم سلفاید

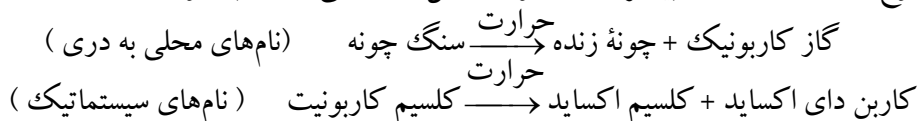
قبل از اینکه معادلهٔ کیمیای را بنویسیم، باید نوع تعامل و فورمول مواد را بدانیم. معادلهٔ کیمیای بیانگر نتایج تجارب عملی بوده و مواد آن قابل لمس و دید میباشند. یکی از اهداف کیمیا کشف و تکوین اصول و قوانین است که محصولات تعاملات را پیش بینی کرده میتوانند، گرچه نوشته‌های صفحه کاغذ به طور سمبولیک ارائه کنندهٔ خصوصیات مواد تعامل کننده و محصول در معادله نبوده، با آن هم کیمیادان‌ها کوشش می‌نمایند تا معادلات کیمیای را به طور درست و دقیق نمایش دهند. برای تحریر یک معادلهٔ کیمیای شیوه‌های مختلف به کار رفته است که در زیر به معرفی هر کدام آن می‌پردازیم؛ اما قبل از ارائهٔ شیوه‌های تحریر معادلات باید گفت که در معادله‌های کیمیای حالت‌های مواد تعامل کننده و محصول تعامل را نیز مشخص می‌سازند، در جدول زیر حالت مواد تعامل کننده و محصول تعامل ارائه شده است.

جدول (7 - 1): حالت مواد تعامل کننده و محصول تعامل

مفاهیم	سمبول‌ها
ماده به حالت گاز است	(Gas=g)
ماده به حالت مایع است	(Liquid=l)
ماده به حالت جامد است	(Solid = s)
محلول آبی	(Aqueouse=aq)
محلول‌های مختلف	(Solved=sol)
می دهد	→
تعامل دوطرفه بوده ، مواد محصول دوباره به مواد اولیه تبدیل می شود	↔
تعامل در موجودیت حرارت صورت می گیرد .	→ ^Δ
موجودیت کتلست در تعامل ضروری است	→ ^{Ni}
تعامل در موجودیت فشار و حرارت	→ ^{120⁰ C, 5atm}

۷-۱-۱: معادله‌های تحریری حروفی

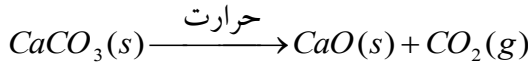
در این نوع معادله‌ها تنها نام مواد تعامل کننده و محصولات تعامل به حروف تحریر می‌گردد که نام تجارته و یا سیستماتیک مواد تعامل کننده و محصولات تعامل میباشند، در این معادلات مواد تعامل کننده به طرف چپ و محصول تعامل به طرف راست و کتور تحریر می‌گردند، این نوع معادلات اطلاعات بیشتری را در مورد تعامل ارائه نمی‌کنند؛ به طور مثال:



۷-۱-۲: معادله‌های سمبولیک

در این نوع معادله‌ها از سمبول‌ها و فورمول‌های کیمیاوی مواد بادر نظر داشت حالت‌های فیزیکی هریک از مواد تعامل کننده و محصول تعامل استفاده می‌شود. چون از معادلات

سمبولیک معلومات واطلاعات بیشتر نسبت به معادلات تحریری حروفی حاصل می گردد ، از این سبب آن را زیاد تر به کار می برند . معادله تحریری حروفی فوق را قرار ذیل میتوان به شکل سمبولیک تحریر کرد:



فعالیت



- برای افاده‌های زیر معادله‌های تحریری حروفی و سمبولیک را بنویسد
- 1- از تعامل سوختن گاز میتان ، گاز کاربن دای اکساید و آب تولید می گردد .
 - 2- بورون (III) اکساید جامد و کاربن (گرافیت) به حرارت زیاد ، بورون کارباید جامد (B_2C_2) و گاز کاربن مونواکساید را تشکیل می دهد،
 - 3- از تعامل گاز نایتروجن دای اکساید با آب گاز نایتریک اسید و گاز نایتروجن (II) اکساید تولید می گردد،
 - 4- از تعامل گاز امونیا با گاز فلورین ، دای نایتروجن تترا فلوراید به دست می آید
 - 5- از تعامل امونیم دای کرومیت در اثر حرارت ، گاز نایتروجن ، بخارات آب و کرومیم (III) اکساید جامد حاصل می گردد.

۷- ۱- ۳: معادله توصیفی

دراین روش از نام مرکبات و عناصر تعامل کننده و محصول تعامل در چوکات یک جمله توصیفی استفاده می گردد؛ به طور مثال : کلسیم کاربونیت در اثر حرارت به کلسیم اکساید و گاز کاربن دای اکساید تجزیه می گردد.

فعالیت

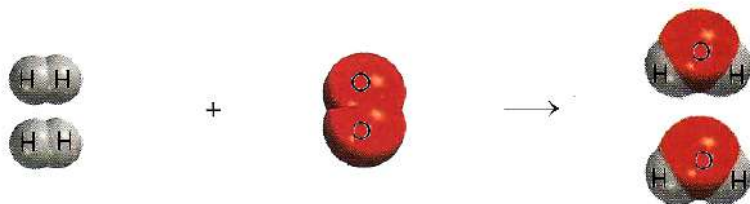


- 1- امونیم نایترایت تجزیه گردیده ، گاز امونیا و آب حاصل می گردد ، معادله تحریری و سمبولیک آن را بنویسد .
- 2- تیزاب نمک و سودیم هایدروکساید با هم تعامل نموده، نمک و آب را تشکیل می دهند، معادله تحریری و سمبولیک آن را بنویسد .

۷- ۱- ۴: معادله شکلی

دراین طریقه تحریر معادلات از اشکال برای نمایش اتومها و مالیکولها غرض تحریر معادلات استفاده می گردد؛ به طور مثال : هایدروجن با آکسیجن تعامل نموده آب را تشکیل می نمایند که

معادله شکلی آن قرار ذیل است:



شکل (7 - 2): معادله شکلی تعامل هیدروجن و آکسیجن و تشکیل آب

فعالیت

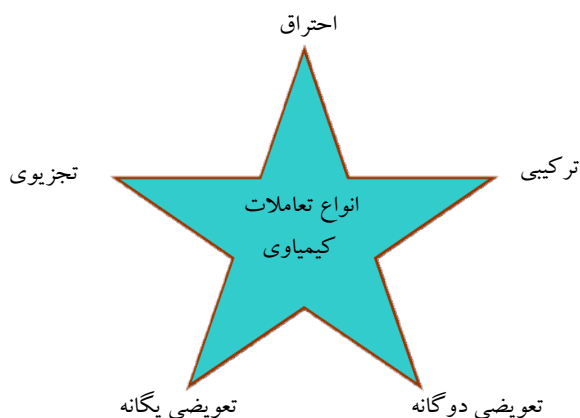


معادلات شکلی تعاملات ذیل را تحریر نمایید .

- 1- تعامل هیدروجن و نایتروجن و تشکیل امونیا
- 2- تعامل کاربن و آکسیجن و تشکیل کاربن دای اکساید .
- 3- تعامل هیدروجن و کاربن و تشکیل میتان

۷-۲: انواع تعاملات کیمیای

در محیط ما همه روزه تعاملاتی صورت می گیرد که بالای حیات ما تأثیر مستقیم و یا غیر مستقیم دارند، پس لازم است تا در مورد تعاملات کیمیای معلومات حاصل گردد؛ اما تعاملات کیمیای تا اندازه زیاد است لازم است تا مطالعات بیشتر و زمان بیشتر برای شناخت آن‌ها داشته باشیم.



قابل یاد آوری است این که تعاملات کیمیای قسمت اعظم مطالعات کیمیای را تشکیل می دهند؛ از این سبب کیمیادان‌ها تعاملات کیمیای را به انواع مختلف تقسیم نموده اند و این شیوه تقسیم بندی هارا بادر نظر داشت میخانیکیت آن‌ها در جدول ذیل خلاصه می نمایم:

جدول (7-2): انواع تعاملات کیمیای

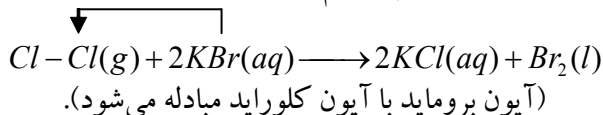
ردیف	طبقه بندی	انواع	تعريفات	مثالها
1	انتقال الكترون	اكسيديشن وريدكشن	نمبر اكسيديشن بعضى ائومها تغيير مى كند	$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow C^{+4}O_2 + 2H_2O^{-2}$
		غير اكسيديشن وريدكشن	نمبر اكسيديشن تغيير نمى كند	$Ca^{2+}O + H_2O \longrightarrow Ca^{2+}(OH)_2$
2	انتقال انرژى	اگزوترميک (حرارت زا)	مقدار معين انرژى آزاد مى گردد .	$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + E$
		اندوترميک (جذب کننده انرژى)	انرژى را از محيط جذب مى نمايد	$2HgO + E \longrightarrow 2Hg + O_2$
3	برگشت پذيرى	رجعى	محصول تعامل دوباره به مواد اوليه تبديل مى گردد	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
		غير رجعى	محصول تعامل دوباره به مواد اوليه تبديل نمى گردد .	$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + E$
4	نوعيت مواد	سوختن	تعامل مواد با اکسيجن که حرارت و روشنى توليد مى گردد	$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
		هايډروليز	پارچه شدن يک ماده به چندين ماده توسط آب و عمل متقابل آيونهاى آب و آيونهاى ماليکول مرکب	$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4OH + H^+ + Cl^-$
		خنى شدن	تعاملات بين تيزاب والقلی	$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

$Cl_2 \xrightarrow{\text{نور}} 2Cl\cdot$	تعاملاتی که به اساس رادیکالها صورت میگیرد	رادیکال	5
$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$	یک ماده به ماده دیگر علاوه می گردد	اضافه شدن	
$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4 + H_2O$	یک جزء از مالیکول تجزید می گردد	حذفی	
$HNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow HSO_4^- + H_2O + \overset{+}{N}O_2$ $\overset{+}{N}O_2 + C_6H_6 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + \overset{+}{H}$	با تولید یک ذره الکترون دوست تعامل آغاز می گردد.	الکترون دوستی	6
$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$	از یک ماده چندین ماده حاصل می گردد.	تجزیه	
$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$	از چندین ماده یک ماده حاصل می گردد.	ترکیب	
$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$	یک و یا چند اتم جای یک یا چند اتم را در مالیکول اشغال می نماید	تعویض ساده	7
$HNO_3 + NaOH \longrightarrow NaNO_3 + H_2O$	تعویض آيونهای مرکبات با یکدیگر	تعویض دوگانه	

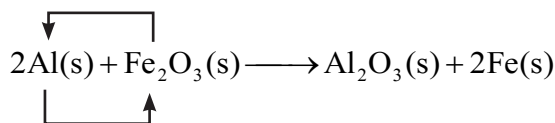
۷-۲-۱: تعاملات تعویضی

۷-۲-۱-۱: تعاملات تعویضی یگانه یا ساده: در این نوع تعاملات اتمهای یک

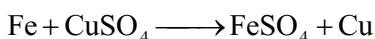
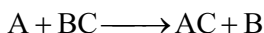
عنصر خالص، اتمهای عنصر دیگر را در یک مرکب تعویض می نماید، یا به عبارتی دیگر اتمهای یک عنصر خالص اتمهای عنصر دیگر را از کدام مرکب بی جا ساخته و خودش جای آن را در مرکب اشغال می نماید؛ بطور مثال: کلورین با پتاشیم بروماید تعامل نموده در نتیجه برومین مرکب پتاشیم بروماید توسط کلورین قرار معادله زیر تعویض می گردد:



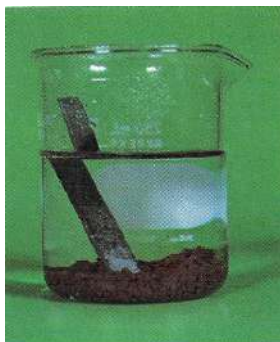
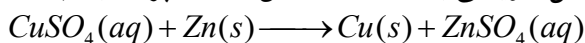
المونیم با آهن موجود در اکساید آهن مبادله می‌شود:



در بعضی از تعاملات تعویضی ساده میتوان از روابط زیر به حیث نمونه استفاده کرد:
اگر A فلز فعال باشد میتواند در مرکب BC (CuSO₄) عنصر مس (B) را جدا ساخته و AC را می‌سازد.

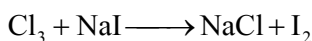
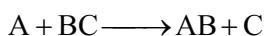


شکل زیر تعامل تعویضی یگانه جست و مس را در کاپر سلفیت با معادله آن نشان می‌دهد:



شکل (7-3): تعامل جست با کاپر سلفیت

اگر A یک غیر فلز فعال باشد جای یک غیر فلز دیگر را در مرکب می‌گیرد، مثلا:

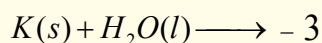
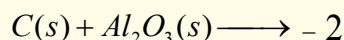


فعالیت

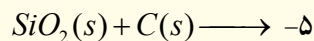


الف- تعاملات زیر را به شکل تعویضی ساده تکمیل نمایید.

1- المونیم با تیزاب نمک تعامل نموده المونیم کلوراید و هایدروجن را تشکیل می‌دهد.



۴- مس با محلول نایتريت نقره تعامل نموده است.



ب- بیجا شدن هایدروجن از تیزاب نمک توسط فلز جست.

سامان و مواد مورد ضرورت: فلاسک، سر پوش، نل زانو خم، نل رابری به طول 50cm تشت آب، آب عادی، تست تیوب‌ها چهار عدد، پایه، گیرا، تست تیوب دانی، توته‌های جست 5 یا 6 دانه، 10mL تیزاب نمک و یا گوگرد.

طرز العمل: توته‌های جست را در فلاسک انداخته، بالای آن تیزاب نمک علاوه نمایید، مطابق به شکل ذیل هایدروجن بیجا شده را امتحان نمایید.



شکل (7-4): تعامل جست با تیزاب نمک (HCl)

1 - معادله تعامل را بنویسید.

2 - کدام فلزات دیگر هایدروجن را بیجا می‌سازند؟ لست نمایید.

خود را امتحان کنید

به معادلات حروفی و تحریری تعاملات تعویضی ساده زیر دقت کنید

الف - گاز هایدروجن + القلی \rightarrow آب + فلزات فعال

ب - گاز هایدروجن + نمک \rightarrow یکعده تیزابها + عده از فلزات

ج - غیر فلز ضعیف + نمک جدید \rightarrow نمک + غیر فلز فعال تر

د - فلز ضعیف تر + نمک جدید \rightarrow نمک + فلز فعال تر

معادلات زیر به کدام یکی از معادلات حروفی فوق مطابقت دارد؟ نمبر آنها را در مقابل معادلات فوق قرار دهید:

- 1- $Br_2 + 2NaI \longrightarrow 2NaBr + I_2$
- 2- $Mg + CuSO_4 \longrightarrow MgSO_4 + Cu$
- 3- $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$
- 4- $Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

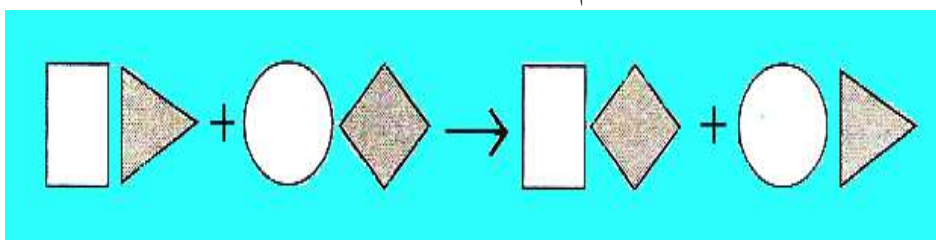
بیشتر بدانید



تعامل نمی کند $Cu + HCl \longrightarrow$

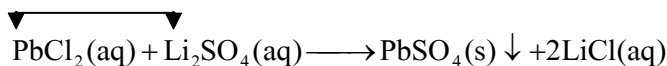
۷- ۲- ۱- ۲: تعاملات تعویضی دوگانه

در این نوع تعاملات آیون‌ها و یا اتوم‌های یکی از مرکبات توسط آیون‌ها یا اتوم‌های مرکب دیگر تعویض می‌گردد و یا به عبارتی دیگر آیون‌های دو مرکب جاهای یکدیگر را در مالیکول اشغال می‌نمایند. تعامل دو نمک منحل که به تشکیل یک نمک غیر منحل منجر می‌گردد، از جمله تعاملات تعویضی دوگانه مهم محسوب می‌شوند:

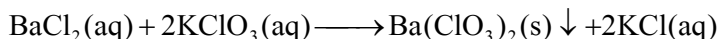
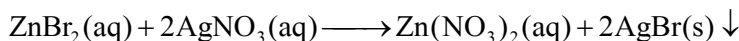


شکل (7-5): تعامل تعویضی و معادله شکی آن

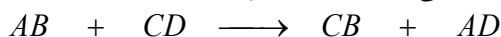
تعویض کاتیون



تعویض آنیون



شکل عمومی تعاملات تعویضی دوگانه طور زیر است:



مرکب اول + مرکب دوم \longrightarrow مرکب سوم + مرکب چهارم

به خاطر داشته باشید که در تعاملات تعویضی دو گانه حد اقل یکی از محصولات تعامل، ماده غیر منحل، آب یا گاز باشد.

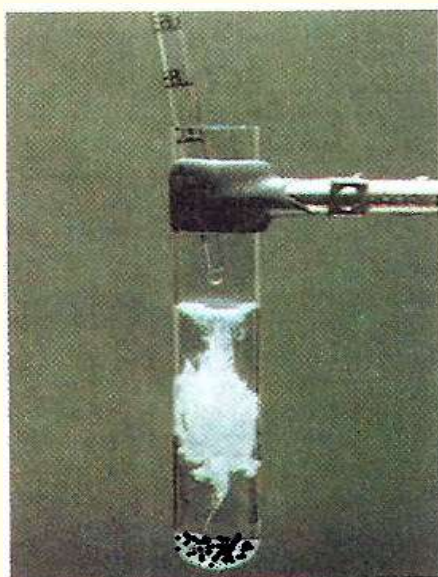
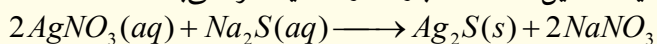
فعالیت



تعامل نایتريت نقره با سوديم سلفايد

سامان و مواد مورد ضرورت: تست تيوب، ميله شيشه يی، منبع حرارت، گيرا، نایتريت نقره و سوديم سلفايد.

طرز العمل: سوديم سلفايد را در تست تيوب انداخته، بالای آن نایتريت نقره علاوه نماييد، تست تيوب را توسط گيرا گرفته، برای يك دقيقه آن را گرم نماييد، در اين صورت رسوب سياه تشكيل شده که عبارت از سلفايد نقره می باشد:



شکل (7-6): تعامل نایتريت نقره با سلفايد سوديم

علاوه از رسوب کدام ماده ديگر را می بينيد که سبب تغيير در محيط تعامل گرديده است؟

۷-۲-۲: انحلاليت و تشكيل محلول ها

مواد کيمياوی به اساس عمل متقابل کيمياوی و یا به اساس عمل متقابل فزيکی در يك ديگر حل می گردند؛ بنا بر اين انحلاليت مواد نیز ميتواند يك نوع تعامل قسمی محسوب گردد. در زیر انحلاليت مواد را در آب مطالعه می نماييم:

مواد منحل و غیر منحل در آب

نمک‌ها، القلی‌ها و تیزاب‌های که بیشتر از $0.1 \text{ mol} / L$ آب حل شوند، به نام مواد منحل و اگر بین $0.001 \text{ mol} / L$ – 0.1 در آب حل شوند، کمتر منحل و اگر کمتر از $0.001 \text{ mol} / L$ در آب حل باشند، به نام مواد غیر منحل یاد می‌شوند.

نمک‌های که آيون‌های نایتریت (NO_3^-) را دارا اند، در آب منحل اند.

تمام استیت‌ها (CH_3COO^-) در آب منحل اند.

تمام نمک‌های کلوریت (ClO_3^-)ها به استثنای پتاشیم کلوریت در آب منحل اند، پتاشیم

کلوریت کمتر منحل است.

اکثر کلوراید‌ها (Cl^-) در آب منحل اند؛ به جز $\text{PbCl}_2, \text{CuCl}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{AgCl}$

که در آب غیر منحل اند (سرب (II) کلوراید PbCl_2 در آب جوش حل می‌شود).

اکثر بروماید‌ها (Br^-) در آب منحل اند؛ به جز $\text{HgBr}_2, \text{PbBr}_2, \text{CuBr}, \text{Hg}_2\text{Br}_2, \text{AgBr}$

که در آب غیر منحل بوده و HgBr_2 کمتر منحل اند.

اکثر آیوداید‌ها (I^-) در آب منحل اند؛ به استثنای $\text{AgI}, \text{Hg}_2\text{I}_2, \text{CuI}, \text{PbI}_2$ و HgI_2

که در آب غیر منحل می‌باشند.

تمام سلفیت‌ها (SO_4^{2-}) به استثنای $\text{Ag}_2\text{SO}_4, \text{CaSO}_4, \text{SrSO}_4, \text{BaSO}_4, \text{Hg}_2\text{SO}_4$ در

آب حل می‌شوند. بیشترین سلفیت‌های غیر منحل مربوط به فلزات گروپ اصلی جدول دوره

یی عناصر اند.

سلفاید‌ها (S^{2-}) در آب غیر منحل اند، به استثنای سلفاید‌های گروپ اول (I) و دوم (II)

اصلی جدول دوره یی عناصر و امونیم سلفاید $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ که در آب منحل اند.

کاربونیت‌ها (CO_3^{2-}) در آب غیر منحل اند، به جز از کاربونیت‌های گروپ اول جدول

دوره یی عناصر (فلزات القلی) و امونیم کاربونیت $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ در آب حل می‌شوند.

فاسفیت‌ها در آب غیر منحل اند؛ اما $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ در آب حل می‌شود

هایدروکساید‌ها (OH^-) در آب غیر منحل اند، به جز از هایدروکساید‌های گروپ اول

(فلزات القلی)، $\text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Sr}(\text{OH})_2$ و کلسیم هایدروکساید کمتر منحل اند.

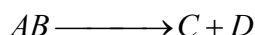


محصولات تعاملات زیر را بنویسید:

- 1- $NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \longrightarrow$
- 2- $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow$
- 3- $AgNO_3(aq) + Cu(s) \longrightarrow$
- 4- $Ca(NO_3)_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow$
- 5- $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow$
- 6- $Ca(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{\Delta}$

۷-۲-۲: تعاملات تجزیوی

اکثر مرکبات به واسطه جذب انرژی به شکل حرارت، برق، نور و تصادمات میخانیکی تجزیه شده و به مواد ساده تبدیل می‌گردد. شکل عمومی این نوع تعاملات قرار زیر است:



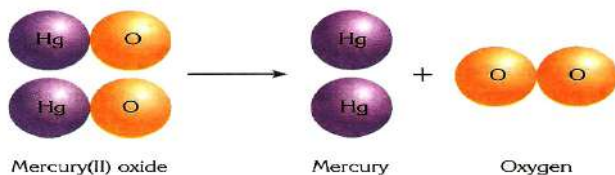
در نتیجه تجزیه مرکبات، ممکن محصولات نیز مرکبات باشند، در این صورت C و D مرکبات اند. اگر محصولات تعامل عناصر باشند، در این صورت C و D نیز عناصر بوده (A+B) و در صورتی که مواد محصول از تعامل هم عنصر و هم مرکب باشند، در این صورت C و D عنصر و مرکب می‌باشد؛ به این اساس میتوان معادلات ذیل را به نوع تعاملات ذکر شده فوق تحریر کرد:

1- مرکب + مرکب $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ مرکب

2- عنصر + مرکب $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ مرکب

3- (عناصر) عنصر + عنصر $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ مرکب

اگر به اکساید سیماب حرارت داده شود، سیماب فلزی و گاز آکسیجن تشکیل می‌گردد:



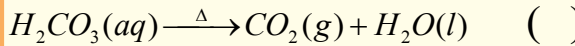
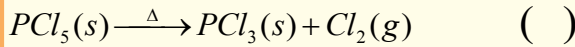
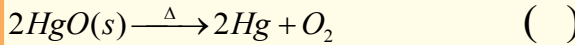
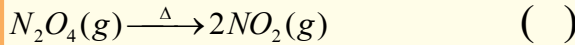
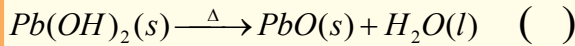
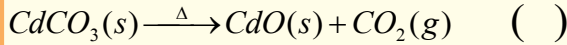
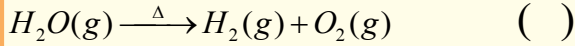
شکل (7-7): معادله شکی تجزیه مرکبوری اکساید

فعالیت



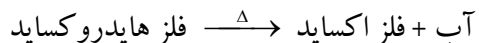
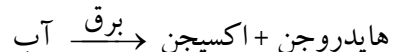
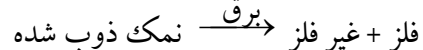
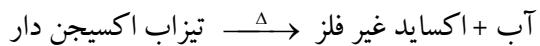
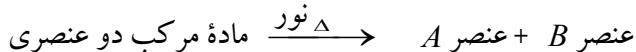
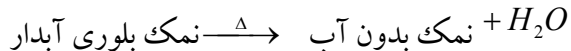
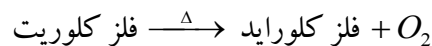
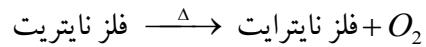
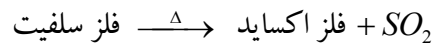
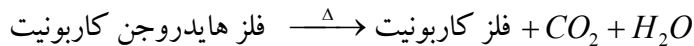
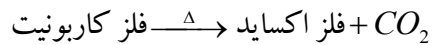
مثال‌های زیر را به دقت مشاهده نموده، با در نظر داشت نوع تعاملات فوق در مقابل هر تعامل

عدد 1 یا 2 و یا 3 از صفحه ۱۹۲ را که نمبر تعاملات مذکور در متن درس است، بنویسید:



خصوصیت مشترک این نوع تعاملات عبارت از تشکیل مواد ساده از مرکبات مغلق می‌باشد .

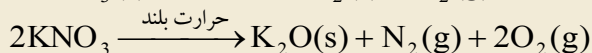
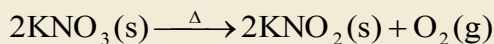
قواعد عمومی برای تعاملات تجزیوی را می‌توان طور زیر نوشت:



بیشتر بدانید



مرکب فلز نایتریت توسط حرارت به فلز نایترایت و گاز آکسیجن و در حرارت بلند به فلز اکساید و گازات نایتروجن و آکسیجن تبدیل می گردد ک



جستجو کنید

آیا برای تعاملات تجزیوی میتوانید مثال‌های دیگری به علاوه از مثال‌های ذکر شده این درس تحریر بدارید؟

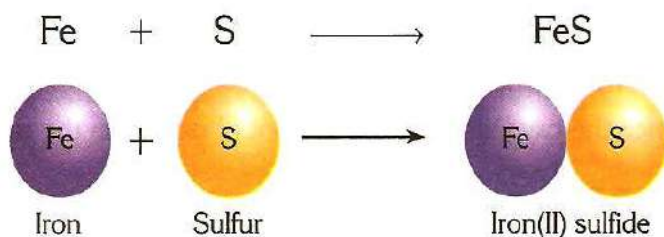
۷-۲-۳: تعاملات ترکیبی

تعاملات که در نتیجه آن دو یا چند ماده ساده با هم ترکیب شد یک ماده مغلق یا مرکب را می‌سازد که از تعداد و انواع بیشتری از اتم‌ها تشکیل شده باشد، به نام تعاملات ترکیبی یاد می‌شوند.

شکل عمومی آن قرار زیر است: $A + B \longrightarrow CD$

CD مرکب است، A و B ممکن عناصر یا مرکبات باشند و یا A مرکب و B عنصر باشد.

بصورت عموم تعاملات ترکیبی به طور زیر نمایش داده می‌شوند:



شکل (7-8): معادله شکی تعامل تشکیل فیریم (II) سلفاید

1 - (مرکبات) مرکب \longrightarrow مرکب + مرکب

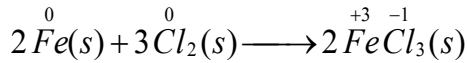
2- مرکب \longrightarrow عنصر + مرکب

3- مرکب \longrightarrow عنصر + عنصر

شکل زیر تعامل جمعی آهن و کلورین را نشان می دهد .



شکل (7-9): تعامل آهن با کلورین

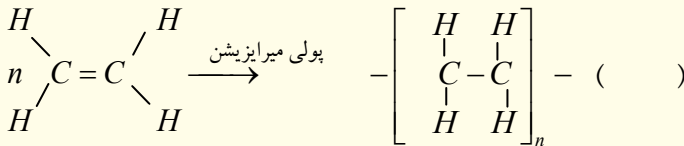
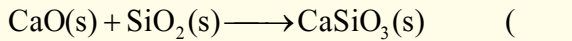
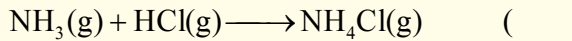
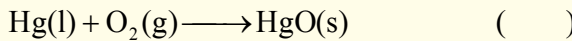
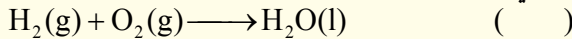


فعائیت



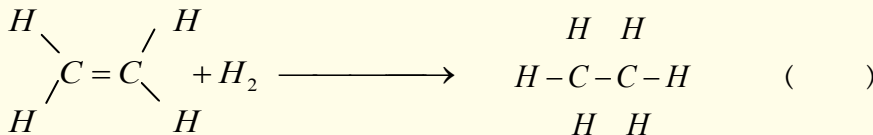
تعاملات زیر را به دقت خوانده، توسط اعداد 1, 2 و 3 از صفحه ۱۹۴ که نمبر نوع تعاملات

عمومی فوق الذکراست، به آن‌ها ارتباط دهید:



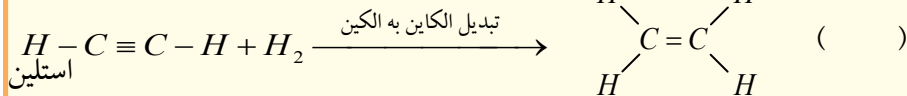
ایتلین

پولی ایتلین



ایتلین

ایتان



استلین

ایتلین



اشکال عمومی تعاملات ترکیبی را میتوان طور زیر فورمول بندی نمود که بسیاری از تعاملات آن به این اشکال مطابقت می نمایند:

فلز اکساید \rightarrow آکسیجن + فلز

غیر فلز اکساید \rightarrow آکسیجن + غیر فلز

قلوی (فلز هایدروکساید \rightarrow آب + فلز اکساید

تیزاب آکسیجن دار \rightarrow آب + غیر فلز اکساید

نمک \rightarrow اکساید غیر فلز + اکساید فلز

پولیمرازیشن \rightarrow مونومر

آب \rightarrow آکسیجن + هایدروجن

$HX + \text{امونیاک} \rightarrow NH_4X \quad x = (F, Cl, Br, I)$

مرکبات مشبوع $\xrightarrow{\text{هایدروجنیشن}} H_2 + \text{مرکبات غیر مشبوع}$

مشتقات اکسیجینی هایدروکاربن ها \rightarrow آب + مرکبات غیر مشبوع

$x = (Cl, Br, I)$, هایدروکاربن های مشبوع هلوچندار $\rightarrow X_2 + \text{مرکبات غیر مشبوع}$

$x = (Cl, Br, I)$, هایدروکاربن های مشبوع هلوچندار $\rightarrow HX + \text{مرکبات غیر مشبوع}$

فعالیت



جدا کردن نمک سماوارها و چای جوش ها: در وسایلی مانند سماوار و چای جوش که

آب را در آن ها جوش می دهند، کلسیم بای کاربونات و مگنیزیم بای کاربونات منحل در آب های عادی به اثر جوش شدن ترسب می نمایند و به نمک های غیر منحل تبدیل می شود. این کاربونات ها در چنین ظروف و وسایل رسوب کرده سبب ازدیاد کتله و بندش شیردهن ها مجرای خروجی آب این وسایل می گردد. برای تجرید نمک از وسایل، از طریقه های مختلف استفاده میکنند، یکی از این طریقه ها تهیه محلول قلوی و علاوه نمودن آن بالای نمک می باشد.

مواد و وسایل مورد ضرورت: گیلان، هاونگ با دسته، ترازو، چای جوش نمک گرفته شده، 10g نمک طعام، 9g سودیم هایدروکساید، 0.5g پوتاشیم کاربونات و 0.2g پوست بلوط.

طرز العمل: نمک طعام، K_2CO_3 و پوست بلوط را طبق کمیت های فوق به طور دقیق

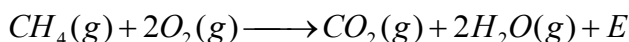
وزن کرده و باهم مخلوط نمایید و در هاونگک آن را خوب به پودر تبدیل نمایید، سپس آن را در یک گیللاس انداخته و آن را برای از بین بردن منگک استعمال نماید.

$\frac{2}{3}$ حصه حجم چای جوش را از آب پر نمایید، به طور تقریبی در مقابل هر لیتر آب 3-2 پودر القلی تهیه شده را در آن علاوه نمایید. چای جوش را بالای منبع حرارت گذاشته بعد از جوش آمدن آب، به مدت 5-3 دقیقه چای جوش را از منبع حرارت دور نمایید و حرارت دادن را ادامه دهید و بعد از آن چای جوش را از آب تخلیه نموده ، با آب عادی و مایع ظرف شویی چای جوش را بشویید ، تغییرات را در چای جوش مشاهده نموده و در کتابچه‌های تان یادداشت کنید.

۷-۲-۳: تعاملات احتراقی (سوختن)

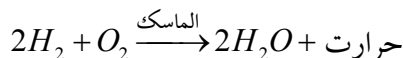
تعامل مواد با اکسیجن در صورتی که با تولید حرارت و نور همراه باشد ، به نام سوختن یاد می‌شود. از تعامل سوختن فلزات، اکسایدهای فلزی و از احتراق مرکبات عضوی با اکسیجن CO_2 ، آب و انرژی تولید می‌گردد، از احتراق عناصر غیر فلزات، اکسایدهای غیر فلز تولید می‌گردند. از سوختن هایدروکاربن‌ها و سایر مرکبات عضوی سلفر دار ، سلفر دای اکساید و از سوختن مرکبات عضوی نایتروجن دار، اکسایدهای مختلف نایتروجن، بخصوص NO_2 تولید می‌شود.

به طور مثال: معادله سوختن میتان را طور زیر نوشته کرده می‌توانیم:

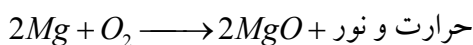


اگر مقدار اکسیجن کم باشد، همراه با CO_2 مقدار گاز CO یا دود C نیز مشاهده می‌گردد و مقدار حرارت آزاد شده کم می‌باشد.

هایدروجن در طبقات بلند اتموسفیر در موجودیت اکسیجن سوخته تولید آب و حرارت را می‌نماید:



اکثر فلزات با اکسیجن تعامل نموده ، اکساید مربوطه ، روشنی و حرارت را تولید میکند؛ به طور مثال : اگر فلز مگنیزیم بالای شعله آتش قرار داده شود، شعله ور شده، می‌سوزد.

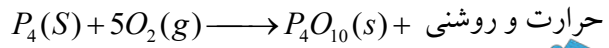


آیا سوختن مواد یکی از انواع تعاملات ترکیبی می‌باشند؟ سوختن خود بخودی فاسفورس در

هوای مرطوب، یکی از تعاملات مهم سوختن مواد است، شکل ذیل سوختن خود به خودی فاسفورس سفید را نشان می‌دهد:



شکل (7-10): سوختن فاسفور در هوا



فکر کنید

آیا تعامل سوختن مواد را میتوان نوع تعاملات ترکیبی قبول کرد؟

فعالیت

سوختن فلز مگنیزیم

مواد و لوازم مورد ضرورت: فلز مگنیزیم و گوگرد.

طرز العمل: 20cm فیتۀ فلز مگنیزیم را گرفته توسط گوگرد بسوزانید، حرارت و روشنی آن را مشاهده نمایید. تولید خاکستر سفید را که اکساید مگنیزیم بوده مشاهده کنید:



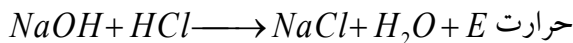
مگنیزیم با اکسیژن تعامل نموده مگنیزیم اکساید را تولید میکند

شکل (7-11): سوختن سیم مگنیزیم و تشکیل حرارت

۷-۲-۴: تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک

تعاملات کیمیاوی از لحاظ جذب و یا آزاد نمودن انرژی به دو دسته تقسیم می‌گردند،

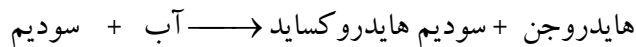
دسته اول نوع تعاملات است که در نتیجه صورت گرفتن آن‌ها علاوه بر محصولات تعامل، انرژی به شکل حرارت و نور نیز آزاد می‌گردد، این نوع تعاملات را به نام تعاملات اکزوترمیک (Exothermic) یاد می‌نمایند. اکثر تعاملات القلی‌ها با تیزاب‌ها اکزوترمیک بوده و با آزاد شدن حرارت صورت می‌گیرند؛ بطور مثال:



انرژی + آب + نمک \longrightarrow تیزاب نمک + سودیم هایدروکساید
فلزات فعال با آب تعامل نموده نور و حرارت را تولید می‌نمایند؛ بطور مثال: وقتی که توتۀ کوچک فلز سودیم در تشت پر از آب انداخته شود، تعامل بسیار سریع صورت گرفته و با تولید نور و حرارت همراه می‌باشد.

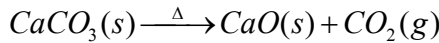


شکل (7-12): تعامل اکزوترمیک سودیم در آب و تولید حرارت و نور



تعاملات اکزوترمیک نیز گاهی برای فعال شدن مواد داخل تعامل به انرژی ضرورت داشته؛ مگر انرژی که در جریان تعامل آزاد می‌گردد، بیشتر از آن مقدار انرژی است که برای فعال ساختن مواد داخل تعامل به مصرف میرسد؛ به طور مثال: فلز مگنیزیم را باید ابتدا به شعله آتش نزدیک سازیم تا تعامل آغاز گردد، وقتی که تعامل شروع شد، مقدار بی نهایت انرژی آزاد میشود. هم‌چنان اگر بالای پتاشیم پرمنگنیت گلیسرین را علاوه نماییم، در آغاز تعامل به انرژی آفتاب ضرورت بوده که این انرژی به نام انرژی فعال سازی یا انرژی اکتیویشن (Activition) یاد می‌شود.

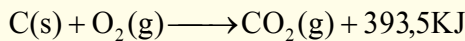
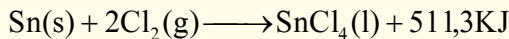
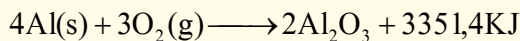
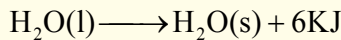
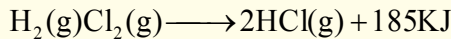
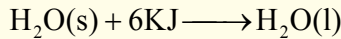
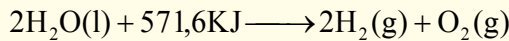
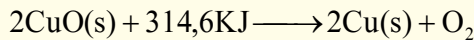
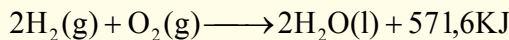
تعاملاتی که با جذب انرژی صورت می‌گیرند یا تعاملاتی که مستلزم حرارت اند، به نام تعاملات اندوترمیک (Endothermic) یاد می‌گردند. اکثر تعاملاتی که در طبیعت صورت می‌گیرند، از این جمله تعاملات اند؛ به طور مثال: استحصال چونه از سنگ چونه با مصرف زیاد انرژی امکان پذیر است:



فعالیت



معادلات تعاملات زیر را ملاحظه نموده، تعامل اکزوترمیک را به حروف (Ex) و اندوترمیک را به حروف (En) در کتابچه‌های خود نشانی کنید:

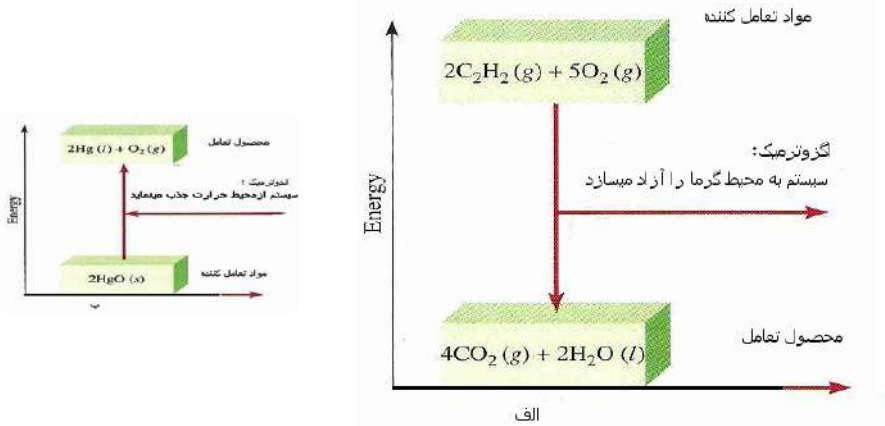


۷ - ۲ - ۵: دیاگرام انرژی برای تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک

طوری که گفته شد، تعاملات کیمیاوی از نگاه انرژی به دو دسته اکزوترمیک و اندوترمیک تقسیم می‌گردند. تعاملات اکزوترمیک در ابتدا تعامل به یک مقدار انرژی ضرورت دارد که این مقدار انرژی به نام انرژی فعال سازی (Activation) یاد می‌شود؛ ولی انرژی که آزاد می‌گردد بیشتر از مقدار انرژی فعال سازی می‌باشد.

مواد تعامل کننده در تعاملات اکزوترمیک دارای انرژی ذخیره‌ی زیاد بوده و مواد محصول تعامل آن انرژی ذخیره‌ی کم را دارا می‌باشند. محصولات اکزوترمیک با ثبات بوده و برای

تجزیه آن‌ها به همان مقدار انرژی ضرورت است که در وقت تشکیل آن‌ها آزاد گردیده است. تعاملات اندوترمیک در جریان تشکیل مواد محصول، مواد اولیه انرژی جذب می‌نمایند؛ لذا انرژی ذخیره وی مواد محصول تعامل بیشتر از مواد تعامل کننده می‌باشند. محصولات تعاملات اندوترمیک بی ثبات اند؛ زیرا مقدار انرژی که در وقت تشکیل خویش اخذ نموده اند دوباره آن را آزاد می‌سازد.



شکل (7-13) دیاگرام انرژی تعامل اکزوترمیک و اندوترمیک

- الف - سوختن استیلین در موجودیت هوا (اکزوترمیک) ،
- ب - تجزیه مرکبوری (II) اکساید (اندوترمیک) (



شکل (7-14): چراغ اکسی استیلین در موقع سوختن حرارت زیاد را تولید می‌کند که در ولدنگ کاری و قطع فلزات به کار میرود



خلاصه فصل هفتم

- تعاملات کیمیاوی توسط معادلات کیمیاوی نمایش داده می‌شوند.
 - تعاملات کیمیاوی نوع جریاناتی اند که در آن‌ها مواد اولیه به مواد جدید یا محصول تعاملات که دارای خواص جدید می‌باشند، تبدیل می‌گردند.
 - تعامل تعویضی ساده عبارت از تعاملی است که در آن یک یا چند اتوم جای یک یا چندین اتوم هارا در مالیکول متشکل آن‌ها اشغال می‌نمایند.
 - تعامل تعویضی دوگانه عبارت از تعاملی است که در آن یک یا چند اتوم از یک مرکب با یک یا چند اتوم مرکب دیگر تعویض می‌گردد.
 - تعامل تجزیوی عبارت از تعاملی است که از تجزیه یک ماده، چند ماده جدید به دست می‌آید.
 - تعامل ترکیبی عبارت از تعامل است که از یک جاشدن دو یا چند ماده، یک ماده جدید تشکیل می‌گردد.
 - تعامل احتراقی عبارت از تعامل است که در آن یک ماده در موجودیت آکسیجن سوخته، تولید اکسایدها، حرارت و روشنی می‌نماید.
 - نمک‌ها، القلی‌ها و تیزاب‌های که بیشتر از $0.1 \text{ mol} / L$ (مول در فی لیتر آب) حل شوند، به نام مواد منحل و اگر بین $0.001 - 0.1$ مول فی لیتر آب حل شوند کمتر منحل و اگر کمتر از 0.001 مول فی لیتر آب حل باشند، به نام مواد غیر منحل یاد می‌شوند.
 - در تعامل اکزوترمیک در جریان تعامل یک مقدار انرژی آزاد می‌شود.
- * محصولات تعاملات اکزوترمیک با داشتن مقدار کم انرژی با ثبات و محصولات تعاملات اندوترمیک با داشتن مقدار زیاد انرژی بی ثبات اند.

- تعاملات اکزوترمیک نیز گاهی برای فعال شدن مواد داخل تعامل به انرژی ضرورت داشته مگر انرژی که در جریان تعامل آزاد می‌گردد، بیشتر از آن مقدار انرژی است که برای فعال ساختن مواد داخل تعامل به مصرف می‌رسد.

تمرین فصل هفتم

سؤال‌های چهار جوابه

- 1 - علامه اختصاری برای حالت مواد محلول‌های آبی ----- است .
الف- l - ب- 1 ج- aq د- sol
- 2 - از سوختن گاز میتان، گاز کاربن دای اکساید و آب تولید می‌شود. این جمله چیست؟
الف- معادله سمبولیک است ب- معادله تحریری است
ج- معادله توصیفی است د- یک عبارت است.
- 3 - محصول تعامل $K(s) + H_2O(l) \longrightarrow$ عبارت است از:
الف- $K_2O + H_2O$ ب- $KOH + H_2$ ج- $K + H_2 + O_2$ د- هیچ کدام
- 4 - تعامل تیزاب با القلی از کدام نوع تعاملات ذیل می‌باشد:
الف- خنثی سازی ب- تعویضی دوگانه ج- رسوب دهنده د- الف و ب هر دو
- 5 - کدام سلفیت‌های زیر در آب غیر منحل اند:
الف- Na_2SO_4 ب- K_2SO_4 ج- $BaSO_4$ د- $FeSO_4$
- 6 - تعامل $CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$ ، کدام نوع تعامل است؟
الف- ترکیبی ب- تجزیوی ج- سوختن د- اکزوترمیک

سؤال‌های صحیح و غلط

- جمله صحیح را به حرف (ص) و غلط را به حرف (غ) نشانی کنید.
- 1 - نمک ذوب شده توسط جریان برق به فلز و بقیه تیزابی تجزیه می‌شود. ()
 - 2 - تبدیل استیلین به ایتلین تعامل ترکیبی است. ()

- 3 - تعامل مواد با اکسیجن به نام سوختن یاد می شود. ()
- 4 - تعامل فلزات القلی با آب و تیزابها اکزوترمیک اند. ()
- 5 - محصولات اندوترمیک با ثبات اند. ()
- 6 - سمبول S برای مایعات در معادلات استعمال می گردد. ()
- 7 - \rightarrow معنی (می دهد) را دارد. ()
- 8 - تعامل $C + FeO \rightarrow Fe + CO_2$ تعویضی دوگانه است. ()

سؤالهای خانه خالی

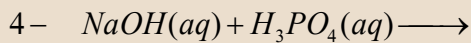
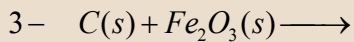
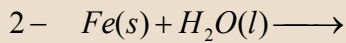
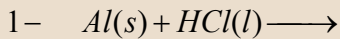
جاهای خالی را به کلمات مناسب تکمیل نمایید.

- 1 - مگنیزیم با مس (II) سلفیت تعامل نموده و را تشکیل می دهد.
- 2 - $PbCl_2$ در آب اند.
- 3 - محصولات تعامل تجزیوی $Pb(OH)_2$ عبارت از و می باشند.
- 4 - شکل عمومی تعاملات ترکیبی می باشد.
- 5 - محصول، فلز + اکسیجن عبارت از می باشد.
- 6 - سدیم هایدروکساید با تیزاب نمک تعامل می نماید و را می سازد.
- 7 - تعاملاتی که از محیط ماحول خود انرژی را جذب می نماید نامیده می شود.
- 8 - تعاملاتی که به محیط انرژی می دهد نامیده می شوند.

سؤالهای تشریحی

- 1 - تعامل کیمیاوی توسط کدام مفاهیم نشان داده می شود؟
- 2 - انواع عمده تعاملات کیمیاوی را توضیح کنید.
- 3 - معادله توصیفی را با یک مثال توضیح نمایید.

- 4 - معادلهٔ سمبولیک را توسط یک مثال توضیح دهید.
- 5 - تعامل اکزوترمیک را با یک مثال توضیح نمایید.
- 6 - تعامل ترکیبی را تعریف و شکل عمومی آنرا بنویسید.
- 7 - تعامل تعویضی ساده را با یک مثال توضیح کنید .
- 8 - آیا تعامل القلی با تیزاب تعامل تعویضی است؟ چرا؟
- 9 - دیاگرام تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک را ترسیم نمایید.
- 10 - محصول تعاملات زیر را بنویسید و هم آن را به یکی از انواع تعاملات ارتباط دهید.



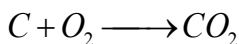
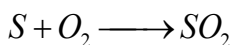
تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن

تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن یکی از پروسس‌های بسیار مهم طبیعت می‌باشد. سوختاندن مواد سوختی در سوخت گاه، دیگ‌های بخار، رسوب الکترولیتیکی فلزات، پروسه‌های که در عناصر گلوآنیکی و بتری‌ها صورت می‌گیرد، همه به اساس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن عملی می‌گردند. دریافت مواد اولی و ابتدایی (آهن، کروم، منگنیز، طلا، نقره، کلور، آیودین، و غیره) هم‌چنان محصولات مشخص کی‌می‌اوی (امونیا، تیزاب شوره، تیزاب گوگرد و دیگر تیزاب‌ها) به اساس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن حاصل شده است. در اورگانیزم موجودات حیه اعم از نباتات و حیوانات تعاملات و تبدلات اکسیدیشن - ریدکشن بسیار مهمی صورت می‌گیرد که در جریان آن انرژی تولید و مجزا می‌گردد، این انرژی تولید شده برای بقای حیات موجودات حیه حتمی و ضروری می‌باشد.

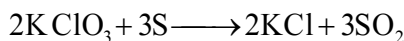
در این فصل راجع به اکسیدیشن و ریدکشن معلومات حاصل می‌نمایید، نمبر اکسیدیشن اتوم‌ها را در مالیکول مرکب و توزین معادلات تعاملات اکسیدیشن و ریدکشن را می‌آموزید، میتودهای اساسی توزین تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را نیز یاد خواهید گرفت.

۸-۱: تعریف اکسیدیشن و ریدکشن

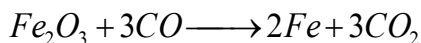
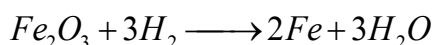
در زمان‌های قدیم اصطلاح اکسیدیشن و ریدکشن به مفهوم دیگری به کار می‌رفت؛ طوری که نصب آکسیجن رابالای مالیکول مرکب به نام عملیه اکسیدیشن یاد می‌نمودند؛ به طور مثال:



عملیه اکسیدیشن ممکن بدون موجودیت آکسیجن آزاد، بلکه به واسطه یک ماده اکسیجن دهنده ترکیبی صورت بگیرد، تعامل ذیل را ملاحظه نمایید:

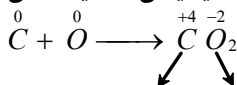


در تعامل فوق $KClO_3$ به حیث اکسیدی کننده عمل نموده و سلفر را تحمص نموده است. عملیه ارجاع کشیدن آکسیجن و نصب هایدروجن را در تعاملات کیمیاوی به نام ارجاع یا ریدکشن یاد می‌کنند؛ به طور مثال:



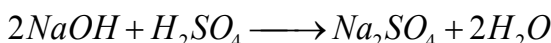
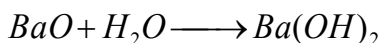
اکسیدیشن عبارت از عملیه یی است که در آن نمبر اکسیدیشن (مقدار چارج مثبت قسمی) اتوم‌های بعضی از عناصر بلند می‌رود، عملیه یی پایین آمدن نمبر اکسیدیشن (مقدار چارج مثبت قسمی) اتوم‌های عناصر را در یک تعامل کیمیاوی به نام ریدکشن یاد می‌کنند. اکثر تعاملات کیمیاوی نوع تعاملات اکسیدیشن و ریدکشن می‌باشند؛ به طور مثال: تعامل

سوختن کاربن نوعی از تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن است:



ارجاع شده اکسیدی شده

اما تعاملات ذیل نوع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن نمی‌باشد؛ زیرا نمبرهای اکسیدیشن اتوم‌های مواد تعامل کننده بعد از تشکیل محصولات نیز به حالت اولی باقی مانده است:



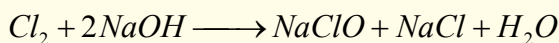
معمولاً عملیه اکسیدیشن ورید کشن در تعاملات کیمیاوی هم زمان صورت میگیرد و تعداد الکترونهای گرفته شده مساوی به تعداد الکترونهای باخته شده است، در صورتی که الکترونهای باخته شده منفی و گرفته شده مثبت قبول گردد، مجموعهء الجبری آنها مساوی به صفر است.

چون ارجاع یک مادهء کیمیاوی با اکسیدیشن مادهء دیگر هم زمان صورت میگیرد، به هر اندازه که الکترونیگاتیویتی اتومهای عناصر زیاد باشد، به همان اندازه خاصیت اکسیدی کننده گی (اکسیدانی) آنها قوی می باشد. (این خاصیت در عناصر غیر فلزی زیاد است) و بر عکس هر قدر که عناصر دارای خاصیت الکترونیگاتیویتی پایین باشد به همان اندازه خاصیت اکسیدانی آنها ضعیف بوده و خاصیت ارجاع کننده گی آنها قوی می باشد.

فعالیت



در تعامل ذیل اکسیدی کننده ها و ارجاع کننده هارا مشخص سازید .



فکر کنید



الف - جریان برق نتیجه انتقال الکترونها است، آیا از تعاملات اکسیدیشن ورید کشن میتوان جریان برق را بدست آورد؟
ب - چرا عملیه اکسیدیشن ورید کشن لازم و ملزوم یک دیگر اند؟

۸ - ۲: نمبر اکسیدیشن عناصر

توسط ولانس های عناصر کیمیاوی میتوان قابلیت عنصر را در تشکیل رابطه های کیمیاوی دانست (و یا این که به معنی فوق العاده بلند مقیاس قابلیت آنها در تشکیل رابطه کیمیاوی پی برد). کمیت ولانس، ارقام روابط کیمیاوی را تعیین می نماید که توسط اتومها تشکیل گردیده است. ولانسها به حیث کمیت الکترونیگاتیویتی اتومها که با اتوم مشخص رابطه داشته باشد، به شمار نرفته و علامات (+) و یا (-) را ندارند؛ زیرا ولانس ارقام روابط را در مالیکولها مشخص می سازد؛ لاکن در مرکبات الکترونهای که روابط کیمیاوی را تشکیل می نمایند، بالای اتومهای الکترونیگاتیف بلند، اخذ موقعیت می نمایند و در نتیجه اتوم

ها چارج معین را کسب میکنند. توسط درجه اکسیدیشن اتوم‌ها در مالیکول‌ها چارج برقی قسمی یا شرطی اتوم‌های مشخص به اساس استقرار الکترون‌های ولانسی بالای عنصر الکترونیگاتیف، دریافت می‌گردد. ذریعه‌ی این نوع شرایط پیش‌بینی می‌شود که الکترون‌های هریک از رابطه‌ها در مالیکول و یا آيون با اتوم فوق‌العاده الکترونیگاتیف تعلق دارد. درجه اکسیدیشن اتوم توسط علامت (+) و یا (-) نشان داده می‌شود. علامت مثبت درجه اکسیدیشن عنصر به ارقام الکترون‌های اتوم مطابقت دارد که از آن جدا گردیده است و کمیت درجه اکسیدیشن منفی پیوستن الکترون را نشان می‌دهد که با اتوم عنصر یک‌جا گردیده است.

۸-۲-۱: قوانین تعیین نمبر اکسیدیشن

برای تعیین درجات اکسیدیشن اتوم‌ها در حالت آزاد (عنصری) و در مرکبات کیمیای با در نظر داشت مشخصات الکترونیگاتیویتی آن‌ها قرار مواد ذیل عملی می‌گردد.

1- اتوم‌های آکسیجن در مرکبات می‌توانند درجات اکسیدیشن تام و یا کسری را از خود نشان بدهد؛ به طور مثال: درجه اکسیدیشن آکسیجن در H_2O مساوی (2-) بوده، در H_2O_2 ، 1- و در مرکبات KO_2 و KO_3 به ترتیب $\frac{-1}{2}$ و $\frac{-1}{3}$ می‌باشد، در مرکب اکسی‌فلوراید OF_2 درجه اکسیدیشن آکسیجن 2+ است. به صورت مشخص درجه اکسیدیشن هایدروجن در مرکبات کیمیای 1+ بوده؛ اما در مرکبات هایدرایدهای فلزات فعال (Hydride Metals) نمبر اکسیدیشن آن 1- می‌باشد.

2- درجه اکسیدیشن اتوم‌ها در آيون‌های مالیکول مرکبات ساده به اساس کمیت و علامه آن مساوی به چارج برقی آيونهای آن می‌باشد؛ به طور مثال: در مرکب KCl درجه اکسیدیشن پوتاشیم 1(K) و از کلورین 1-(Cl) است که چارج آن‌ها بترتیب 1+ و 1- می‌باشد.

3- در صورتی که مالیکول به اساس رابطه کولانت و یا روابط آيونی-کولانسی تشکیل گردیده باشد؛ به طور مثال: ($HNO_3, NH_4NO_3, NH_4NO_2, NH_3$) درجه اکسیدیشن اتوم الکترونیگاتیف قوی علامه (-) و اتوم دارای خاصیت الکترونیگاتیف ضعیف به علامه (+) نشان داده می‌شود.

برای دانستن درجه اکسیدیشن معین عناصر سلسله از مرکبات به شکل معقول لازم است تا فورمول گرافیکی مرکب مطلوب تحریر گردد، در مرکبات نایتروجن دار (N_2H_4 و $HNO_3, HNO_2, NH_4OH, NH_3$)، بترتیب درجه اکسیدیشن

3-، -3، +3، +5 و -2 را دارا بوده که این درجات اکسیدیشن به طور آشکار در فورمول ساختمانی آن‌ها به ملاحظه می‌رسد.

4- مالیکول‌های که از اتم‌ها عین عنصر تشکیل شده باشند (مانند: N_2, Br_2, Cl_2, H_2 و غیره) درجه اکسیدیشن اتم‌های این عناصر در مالیکول‌های آن‌ها مساوی به صفر می‌باشد؛ زیرا قوه جذب الکترونی بین هم‌چو اتم‌ها در مالیکول‌شان موجود نمی‌باشد و الکترون‌های مشترک بین هسته‌های هر دو اتم قرار دارد؛ به طور مثال: در مالیکول هایدروجن ($H:H$) و کلورین ($Cl:Cl$) درجه اکسیدیشن هر اتم مساوی به صفر بوده، لیکن Covalence (ولانسی) آن‌ها با در نظر داشت کمیت جوره الکترون‌های ولانسی به یک مطابقت دارد.

5- در اکثر مرکبات عضوی، روابط کیمیایی خاصیت ضعیف قطبی را در اثر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین اتم‌های رابطه اشتراکی دارا بوده. درجه اکسیدیشن اتم‌ها در آن‌ها مانند مرکبات کو ولانسی قطبی است.

6- فلزات در حالت عنصری دارای توزیع منظم کثافت الکترونی به اطراف هسته می‌باشد از این سبب درجه اکسیدیشن آن‌ها مساوی به صفر قبول شده است.

7- در آیون مجموعه الجبری درجه اکسیدیشن تمام اتم‌ها مساوی به چارج آیون است و مجموعه الجبری درجات اکسیدیشن اتم‌ها که در ترکیب مرکب خنثی برقی شامل است، مساوی به صفر می‌باشد.

8- در مرکبات کامپلکس به طور معمول درجه اکسیدیشن اتم مرکزی آن‌ها را مشخص می‌سازند؛ به طور مثال: در مرکب $[Ni(NH_3)_5]SO_4 \cdot K_2[Fe(SCN)_5]$ به ترتیب درجه اکسیدیشن آهن مساوی به $(3+)$ بوده و درجه اکسیدیشن نکل مساوی به $(2+)$ است. لازم به یاد آوری است که دانستن درجه اکسیدیشن به شکل ظاهری پدیدار شده و به طور معمول حالت واقعی اتم مطلوب را در مرکب مشخص نمی‌سازد. در بسیاری حالات درجه اکسیدیشن مساوی به ولانس عنصر مشخص نمی‌باشد؛ به طور مثال: در میتان (CH_4)، فارمیک اسید ($HCOOH$)،

میتانول ($\text{CH}_3 - \text{OH}$)، فارم الدیهاید (CH_2O) و کاربن دای اکساید (CO_2) درجه اکسیدیشن کاربن به ترتیب مساوی به -4 ، $+2$ ، -2 ، $+0$ ، $+4$ بوده و هم زمان با آن ولانس اتم کاربن در تمام مرکبات فوق الذکر مساوی به $+4$ است. دانستن درجه اکسیدیشن به صورت خاص در مطالعه تعاملات اکسیدیشن ریدکشن زیاد مورد استفاده قرار می گیرد.

خود را امتحان نمایید

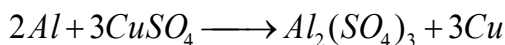
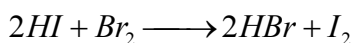
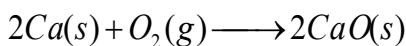
نمبر اکسیدیشن یکی از اتم های عناصر در مرکبات ذیل را که مجهول (X) است، دریافت نمایید.

الف - SO_4 - ب $\left[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5 \right]$ - ج $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - د NaClO - ه H_3PO_3
 نمبر اکسیدیشن سلفر $+6$ ، هایدروجن $+1$ ، نایتروجن -3 ، سودیم $+1$ و آکسیجن -2 است.

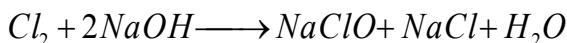
۸-۳: انواع تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن

تمام تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را میتوان به انواع ذیل تقسیم نمود:

1 - تعاملات بین اتم ها و مالیکولهای اکسیدیشن - ریدکشن: عبارت از تبادل الکترون هابین اتم های مختلف مالیکول های مختلف و یا آیون های مختلف بوده که بین آنها صورت می گیرد؛
 مثال: تعاملات بسیط ترکیبی و تعویضی

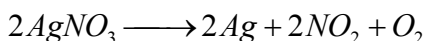
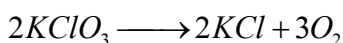
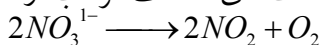


2 - تعامل اکسیدیشن - ریدکشن خودی Disproportionation (تعاملات غیر متوازن)
 این نوع تعامل مشخصه مرکبات و یا مواد ساده بوده که بعضی از اتم های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده و هم زمان عدده از اتم های همین عنصر ارجاع می گردد؛ به طور مثال:



3 - تعاملات اکسیدیشن ریدکشن داخلی مالیکولها :

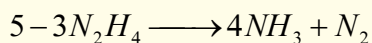
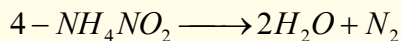
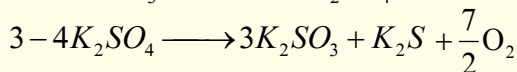
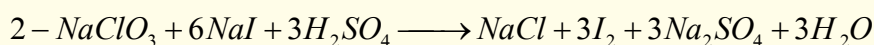
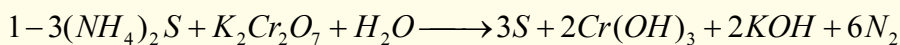
در این نوع تعاملات یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفه ارجاع کننده را اجرا می نماید، مثال ساده این نوع تعامل را می توان، پروسس ترکیبی پارچه شدن ماده مغلق به قسمت های مختلف مرکب ارائه کرد؛ به طور مثال:



فعالیت



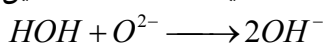
تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن ذیل از جمله کدام نوع تعاملات بوده ، نوع آن را مشخص ساخته و هم اکسیدی کننده ها را معلوم کنید .



۸ - ۴ : میتود ترتیب بیلانس تعاملات Oxidation - Reduction

برای ترتیب و بیلانس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن لازم است تا خواص اکسیدی کننده ها و ارجاع کننده ها که برای تشکیل مرکبات فعالیت می نمایند ، دانسته شود . اکسیدی کننده ها و ارجاع کننده ها به صورت معمول به طور مجموعی به اساس خواص معلوم عناصر فعال می گردد. باید مد نظر گرفته شود که در تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن به شکل آشکار تنها تبادل معادل «متوازن» الکترون ها بین اکسیدی کننده و ارجاع کننده به وقوع می پیوندد، یعنی در مجموع الکترون ها که توسط ارجاع کننده داده شده و الکترون های مجموعی که از اکسیدی کننده گرفته شده است ، باهم مساوی می باشد.

در تمام تعاملات کیمیاوی کمیت‌های مجموعی اتوم‌های یک عنصر به طرف چپ معادله مساوی به کمیت مجموعی اتوم‌های همان عنصر به طرف راست معادله تعامل می‌باشد. اگر تعاملات Redox در محلول‌ها انجام گردد، در این صورت لازم است تا تأثیر محیط در تمرکز آیون‌های آزاد شده O^{2-} ، H^+ مد نظر گرفته شود که در محیط تیزابی با تشکیل شدن مالیکول‌های کم تفکیک شده آب منجر شده و در محلول‌های القلی و یا خنثی آب با آیون‌های منفی تعامل نموده و آیون‌های هایدروکساید (OH^-) را تشکیل می‌دهند.



به اساس دو میتود می‌توان معادلات تعاملات Red ox را ترتیب و بیلانس نمود:

۸-۴-۱: میتود بیلانس الکترونی

به اساس این میتود می‌توان الکترون‌های مجموعی را تعیین نمود که از ارجاع‌کننده‌ها به اکسیدی‌کننده‌ها انتقال می‌نمایند. تعداد الکترون‌های ارجاع‌کننده حتماً مساوی به مجموعه الکترون‌هایی است که به ماده اکسیدی‌کننده پیوسته است.

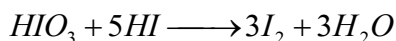
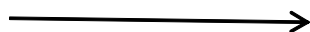
۸-۴-۲: میتود نیمه تعاملات (میتود آیون الکترونی)

در این میتود قسمت‌های جداگانه معادله (معادله نیمه تعامل آیونی) برای پروسس اکسیدیشن-ریدکشن با جمع کردن بعدی آن‌ها در مجموع معادله آیونی در نظر گرفته می‌شود، این میتود را به نام میتود نیمه تعاملات آیونی نیز یاد می‌نمایند. در این میتود آیون‌های حقیقی که در محلول آبی موجود است، یادداشت گردیده که بعد از یادداشت نمودن تعداد آیون‌ها به هر دو طرف معادله تعامل Oxidation - Reduction مساوی ساخته می‌شود. در این میتود لازم است تا نه تنها ضریب اکسیدی‌کننده‌ها و یا ارجاع‌کننده‌ها دریافت گردد بلکه ضریب مالیکول‌های محیط تعامل (آب، تیزاب، القلی) نیز دریافت می‌گردد. وابسته به مشخصات محیط ارقام الکترون‌ها که توسط اکسیدی‌کننده گرفته شده و یا اینکه از ارجاع‌کننده جدا گردیده است، ممکن تغییر نمایند. در همین حالت محیط موجب تغییرات پروسس‌های کیمیاوی نیز می‌گردد:

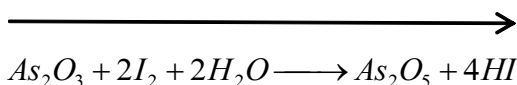
در محیط القلی ($pH > 7$):



در محیط تیزابی ($pH < 7$)

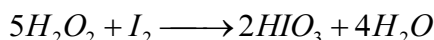


در محیط خنثی و یا القلی ضعیف $pH \geq 7$



در محیط تیزابی ($pH < 7$)

در صورتی که $pH \leq 1$ باشد، هایدروجن پراکساید بالای آیودین عنصری تاثیر نموده آن را اکسیدی و به آیودین ترکیبی تبدیل نموده و به حیث اکسیدی کننده تبارز می نماید:



به خاطر معلومات بیشتر شما



محیط تعامل ممکن تعامل را وادار سازد تا به سمتی میلان داشته باشد که تعامل به همان سمت جاری باشد، این تغییرات نیز وابسته به غلظت مواد تعامل کننده است. معادله تعامل اکسیدیشن - ریدکشن به سه مرحله متناوب ادامه پیدا می کند:

1 - مرحله که محصولات ابتدایی به دست می آید.

2 - مرحله محصولات ابتدایی و تمرکز آنها.

3 - مرحله محصولات نهایی.

برای مرحله ظاهری دوم تعامل، لازم است تا قاعده تمرکز محصولات را بدانیم:

1 - اتومهای دریافت شده با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت 7، +6، +5، +4 که در تعاملات اکسیدیشن- ریدکشن سهیم گردیده اند، با آیونهای آکسیجن تعامل نموده و رسوبهای به شکل $[RO_4]^{n-}$ و $[RO_3]^{m-}$ را تشکیل می دهند؛ که مثال آنها: SO_4^{2-} ، MnO_4^{1-} ، SO_3^{2-} ، CO_3^{2-} ، ClO_4^{1-} وغیره می باشد.

بعضی اوقات C، S، Mn در محیط خنثی و یا تیزابی، دای اکسایدها (dioxides) را تشکیل

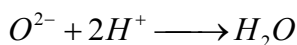
می دهند که نمبر اکسید یکن این عناصر +4 بوده و آن عبارت اند از SO_2, MnO_2, CO_2 می باشد .

عناصر امفوتیر (Amphotric Elementes) با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت (2 +، 3 +، 4 +) در محیط القلی مرکبات کامپکلس هایدروکساید را قرار شکل ذیل تشکیل می دهند:

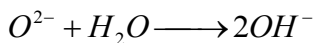


عناصری با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت (1 +، 2 +، 3 +) در محیط تیزابی نمک ها را تشکیل می دهند.

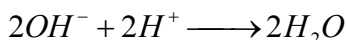
2- موجودیت آیون اضافی و بیش از حد آکسیجن (O^{2-}) در محیط تیزابی با آیون هایدروجن تعامل نموده ، مالیکول کم تفکیک شده آب را تشکیل می دهند:



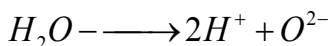
3- موجودیت آیون آکسیجن بیش از حد در محیط خنثی و یا القلی ها با مالیکول های آب تعامل نموده آیون OH^- را تشکیل می دهند:



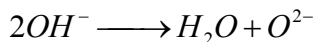
4- آیون اضافی H^+ در محیط القلی با آیون OH^- تعامل نموده و مالیکول آب را قرار ذیل تشکیل می دهد:



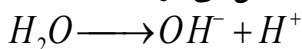
5- کمی آیون آکسیجن (O^{2-}) در محیط تیزابی و یا خنثی از مالیکول های آب (H_2O) آیون آکسیجن جدا شده و در نتیجه H^+ تولید می گردد:



6- قلت آیون آکسیجن در محیط القلی، از گروپ های (OH^-) آیون آکسیجن کشیده شده و در نتیجه مالیکول آب تولید می گردد:



7- در صورت قلت و کمی آیون H^+ در محیط القلی تعاملات Redox از مالیکول آب (H^+) کشیده شده و آیون OH^- تشکیل می گردد.

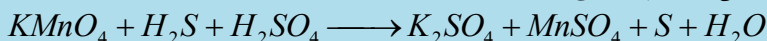


۸-۵ : تعاملات Redox در محیط‌های مختلف

۸-۵-۱ : تعاملات ریدوکس در محیط تیزابی

مثال اول: اکسید یشن هایدروجن سلفاید (H_2S) با محلول آبی $KMnO_4$ در محیط تیزابی .

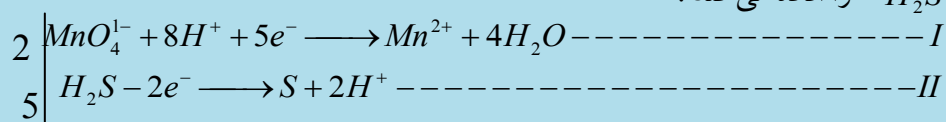
تعامل طبق معادله ذیل ادامه پیدا می‌نماید:



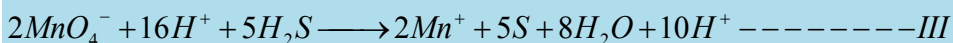
در پروسه تعامل ، درجه اکسیدیشن Mn که در MnO_4^{1-} شامل است و درجه اکسیدیشن سلفر که در مرکب H_2S شامل است ، تغییر می‌نماید.

معادله آيون - الکترونی را تحریر می‌نماییم که جریان ارجاع MnO_4^{1-} و اکسید یشن

H_2S را افاده می‌کند :



در قسمت راست و چپ هریک از معادلات باید عین ارقام اتوم‌های عناصر و مجموعه ذرات موجود باشد، تعامل ریدوکس فوق در محیط تیزابی جریان دارد ، ازین سبب غرض تساوی ارقام اتوم‌های آکسیجن به طرف چپ معادله (1) هشت آيون هایدروجن را علاوه می‌نماییم و به طرف راست معادله چهار مالیکول آب را تحریر می‌داریم . کمیت اتوم هایدروجن و آکسیجن به دوطرف معادله (1) باید مساوی باشد . به همین ترتیب مساوی شدن کمیت اتوم‌ها و مجموعه الجبری آيون - الکترون‌های حاصل شده معادله توسط پروسس اکسید یشن H_2S قرار معادله (II) مشخص می‌گردد . بعد از مساوی ساختن کمیت الکترون‌های باخته شده و گرفته شده معادله مجسموعی آيون - الکترونی را تحریر نموده (معادله III) و ضریب‌ها را در معادله تعامل که به شکل مالیکولی بوده ، قرار می‌دهند ، یعنی :

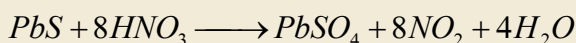
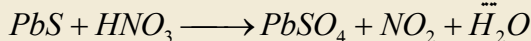


خود را آزمایش کنید

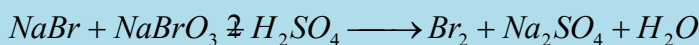


اکسیدیشن سلفاید سرب (PbS) توسط HNO_3 را که شکل معادله تعامل آن

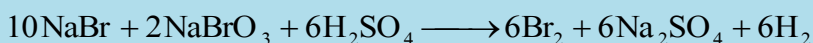
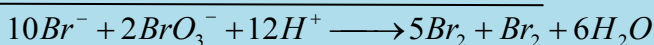
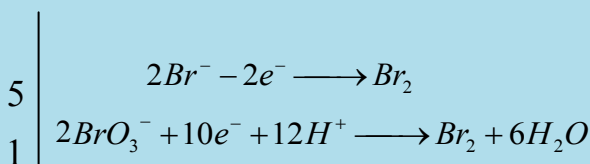
قرار ذیل است، توضیح نمایید:



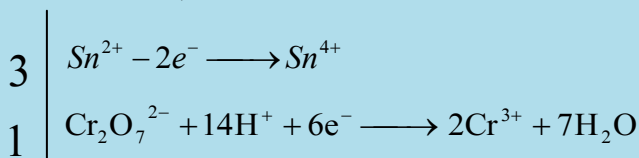
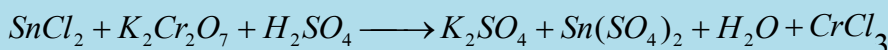
مثال دوم: معادله ذیل را بیلانس نمایید:



حل:



مثال سوم: معادله ذیل را توزین نمایید.

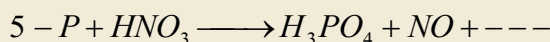
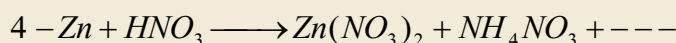
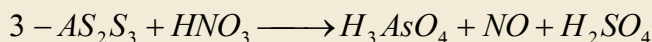
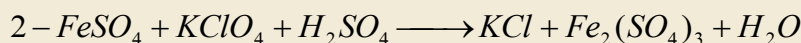
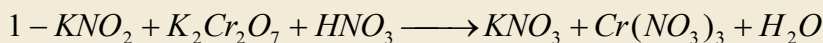


شکل مالیکولی توزین شده معادله قرار فوق تحریر می گردد.

خود را آزمایش کنید



معادلات آیون- الکترون و آیون- مالیکولی تعامل Oxidation - Reduction ذیل را ترتیب و توزین نمایید:



۸ - ۵ - ۲: تعاملات Oxidation - Reduction در محیط القلی

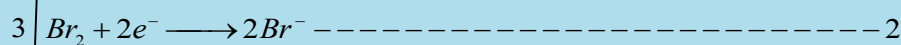
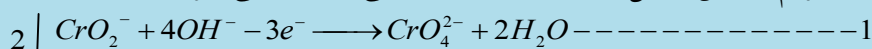
مثال اول: در این مورد مثال تعامل $NaCrO_2$ (Sodium Chromite) را با

برومین ملاحظه می‌نماییم که تعامل آن‌ها در محیط القلی قرار ذیل صورت می‌گیرد:



در پروسس تعامل، درجه اکسیدیشن کروم (Cr) که در ترکیب CrO_2^- شامل است و تغییر می‌نماید. معادلات نیمه تعامل آیون- الکترونی را تحریر مینماییم که اکسیدیشن CrO_2^- (معادله 1) و پروسس ارجاعی برومین (معادله 2) را مشخص می‌سازد.

در نظر میگیریم که این تعامل Redox در محیط القلی صورت می‌گیرد.



غرض مساوی ساختن اتم‌های آکسیجن به طرف چپ معادله (1) چهار آیون OH^- تحریر گردیده است، به طرف راست معادله نیز لازم است تا دو مالیکول آب تحریر گردد. حاصل جمع طرف به طرف معادله‌های مذکور قرار ذیل تحریر می‌گردد:



ضریب‌های لازمه برای هریک از مالیکول‌های تعامل کننده و محصولات تعامل به شکل ذیل در معادله فوق الذکر بر قرار می‌گردد:



مثال دوم: معادلهٔ تعامل سودیم سلفایت Na_2SO_3 را به $KMnO_4$ در محیط القلی قوی

در اثر مقدار کم ارجاع کننده با سلسلهٔ مراعات شدهٔ ذیل توضیح می‌نماییم:

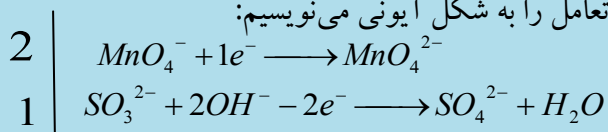
1 - معادلهٔ تعامل را تحریر نموده، اکسیدی کننده و ارجاع کننده هارا مشخص می‌سازیم.



در مالیکول Na_2SO_3 آيون SO_3^{2-} به شکل ارجاع کننده پدیدار شده، این آيون دو الکترون را از دست داده و به آيون SO_4^{2-} تبدیل می‌شود. در مالیکول $KMnO_4$ آيون MnO_4^- به حیث اکسیدی کننده نمایان می‌شود. در محیط القلی غلیظ و در اثر کمی ارجاع کننده این مالیکول یک الکترون را اخذ نموده، به MnO_4^{2-} ارجاع می‌گردد.

2 - معادله نیمه تعامل را که پروسس اکسیدیشن - ریدکشن را مشخص می‌سازد، تحریر می‌نماییم، در نظر گرفته می‌شود که این تعامل در محیط القلی جاری می‌باشد، کمبود آکسیجن آيون‌های ارجاع کننده از آيون‌های OH^- تکمیل شده که به این ترتیب مالیکول آب تشکیل می‌گردد. ضریب‌ها را در تعاملات نیمه بررسی نموده و مجموعهٔ معادلهٔ نیمه

تعامل را به شکل آيونی می‌نویسیم:



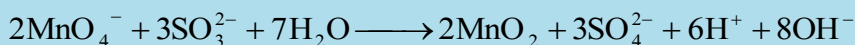
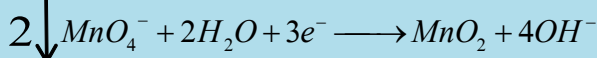
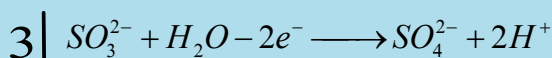
اگر معادلهٔ فوق به شکل مالیکولی آن تحریر گردد، خواهیم داشت که:



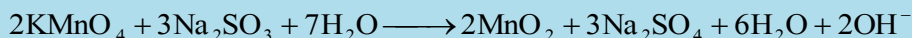
۸-۵-۳: تعامل Red ox در محیط خنثی

مثال اول: تعاملات Red ox را در محیط خنثی بررسی می‌نماییم و معادلهٔ ذیل را غرض

بررسی تحریر میداریم:

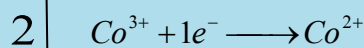
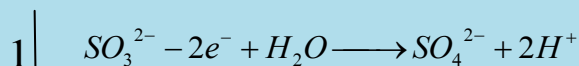


آیون‌های H^+ و آیون‌های OH^- باهم تعامل نموده و مالیکول‌های آب را تشکیل داده‌اند که به اندازه کم تفکیک می‌شوند:



مثال دوم

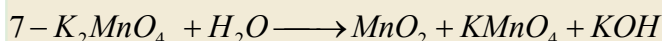
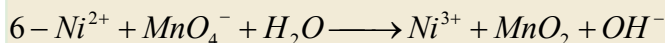
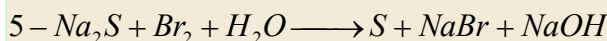
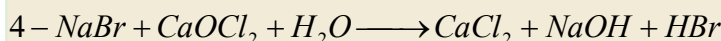
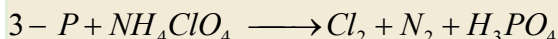
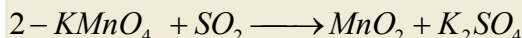
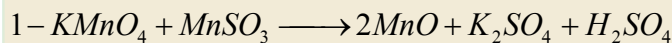
معادلهٔ تعامل اکسیدیشن بین آیون SO_3^{2-} را با Co به شکل آیونی آن در محیط خنثی ترتیب می‌کنیم. معادلهٔ نیمه تعامل آن‌ها را تحریر می‌نماییم و ضریب‌های لازمه را به اساس آن دریافت می‌کنیم. کمی آیون‌های آکسیجن را از مالیکول آب پوره نموده که در نتیجه تعامل محیط تیزابی را حاصل می‌نماید. ضریب‌های حاصل شده را در مجموعهٔ معادله تحریر میداریم:



خود را آزمایش کنید



ضریب‌های لازمه را برای توازن معادلات ذیل دریافت نمایید:



۶-۸: ترتیب بیلانی تعاملات کیمیاوی اکسیدیشن-ریدکشن به اشتراک

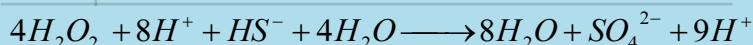
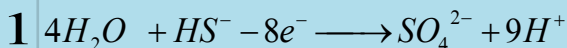
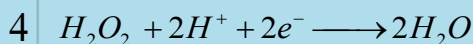
پراکسیدها H_2O_2 , CaO_2 , H_2S_2 , FeO_2 و غیره

تمام این نوع مرکبات پراکسیدها حاوی آیون دو ولانسه (S-S) و (O-O) می‌باشد؛ از این سبب نمبر اکسیدیشن هریک از اتوم‌های آکسیجن و سلفر که زنجیر مشخص را تشکیل داده اند، مساوی به (1-) است، در اثر پارچه شدن H_2O_2 مالیکول آب و مالیکول آکسیجن باثبات بیشتر تشکیل می‌گردند که درجه اکسیدیشن آکسیجن در مالیکول آب و مالیکول آکسیجن بترتیب (2-) و (0) می‌باشد. در تعاملات اکسیدیشن-ریدکشن هایدروجن پراکسید وابسته با اشتراک کننده گان تعامل و شرایط تعامل می‌تواند به حیث اکسیدی کننده و یا ارجاع کننده نقش ایفا نماید؛ به طور مثال: تعامل هایدروجن پراکسید را به نماینده گی دیگر مرکبات پراکسیدها ملاحظه می‌نماییم:

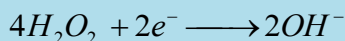
هایدروجن پراکسید به حیث اکسیدی کننده

مثال اول

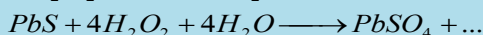
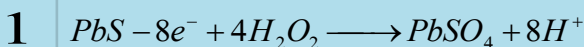
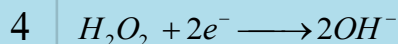
الف - در محیط تیزابی، مالیکول هایدروجن پراکسید دو الکترون را گرفته و به دو مالیکول آب قرار معادله ذیل مبدل می‌شود:



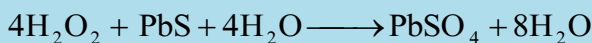
ب - در محیط خنثی



مثال دوم:

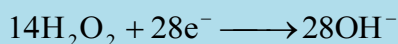
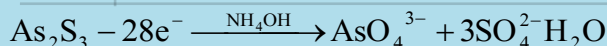
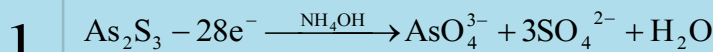
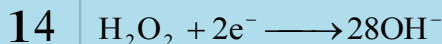
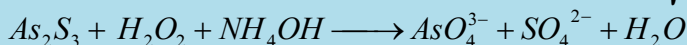


در معادله فوق آيون های H^+ و OH^- با هم تعامل نموده ، آب را تشکیل می دهد .



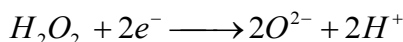
ج - تعامل Redox با شرکت H_2O_2 در محیط القلی: $H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 2OH^-$

مثال سوم:

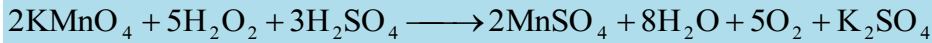
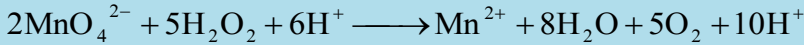
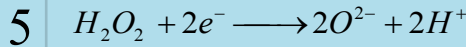
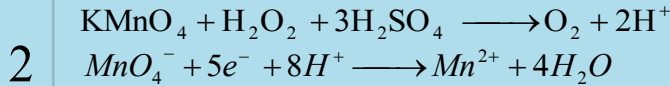


د - هایدروجن پراکساید به حیث ارجاع کننده

در محیط تیزابی هایدروجن پراکساید به حیث ارجاع کننده عمل می نماید



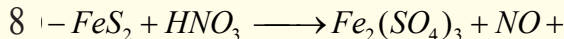
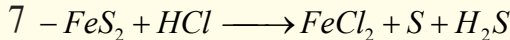
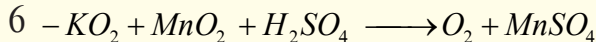
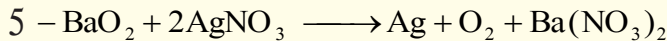
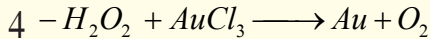
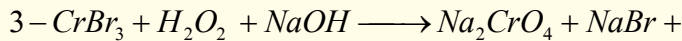
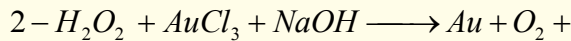
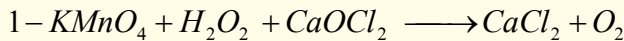
مثال چهارم



فعالیت



معادله نیمه تعامل (آیون - الکترونی) تعاملات Redox را برای تعاملات ذیل تحریر و توازن آنرا برقرار نمایید.



۷-۸: حالت‌های خاص ترتیب و توازن تعاملات ریدوکس

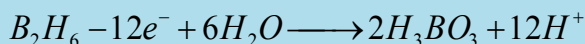
اگر در تعاملات کیمیاوی موادی سهم داشته باشد که برای آن‌ها محاسبه درجه اکسیدیشن مشکل بوده باشد، (به طور مثال: B_5H_{11} ، FeAsS و مرکبات عضوی) می‌توان میتود سمبولیک (میتود شکلی) بیلانس الکترونی را به کار برد که ماهیت آن قرار ذیل است:

مجموعهٔ الجبری چارج‌های طرف چپ معادلهٔ تعامل Redox باید مساوی به چارج مجموعی سمت راست همین معادله ساخته شود.

مثال اول:



اکسیدیشن کننده و ارجاع کننده را در معادلهٔ فوق مشخص ساخته و هم معادله را به اساس پروسس اکسیدیشن - ریدکشن تنظیم می‌نماییم:

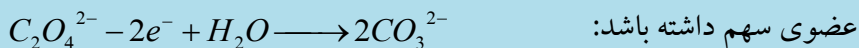


در این تعامل ارجاع کننده مرکب B_2H_6 بوده که به مرکب H_3BO_3 اکسیدی می‌گردد:

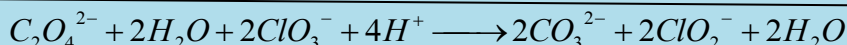
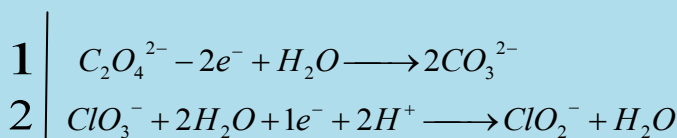


آیون‌های کمبود آکسیجن برای تشکیل H_3BO_3 را می‌توان از مالیکول‌های آب به دست آورد که در این صورت H^+ نیز تشکیل می‌گردد. طوری که دیده می‌شود به طرف چپ معادلهٔ فوق چارج‌ها صفر بوده؛ اما طرف راست آن 12 چارج مثبت موجود است؛ بنابراین غرض تساوی چارج‌ها از طرف چپ معادله باید 12 الکترون کم گردد:

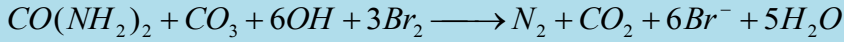
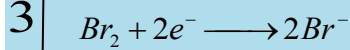
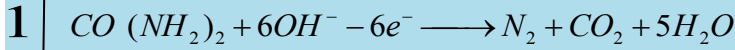
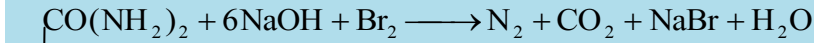
مثال دوم: تعامل ریدوکس مرکباتی را مطالعه می‌نماییم که در آن مرکبات



درجهٔ اکسیدیشن کلورین و کاربن در نتیجهٔ تعامل مرکبات آنها تغییر می‌نماید:



مثال سوم :



بیشتر بیاموزید

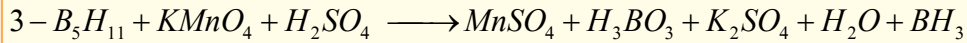
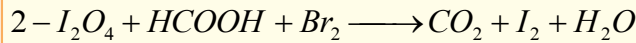
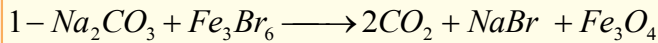


تعاملاتی که در اثر حرارت صورت میگیرد، تعامل و توازن معادلات این نوع تعاملات را میتوان توسط میتود الکترون - آیونی عملی نمود.

فعالیت



بیلانس الکترون - آیونی معادلات اکسیدیشن - ریدکشن ذیل را برقرار نمایید .





خلاصه فصل هشتم

اکسیدیشن عبارت از عملیه‌ی است که در آن نمبر اکسیدیشن اتوم‌های بعضی از عناصر بلند می‌رود. عملیه‌ی پایین آمدن نمبر اکسیدیشن اتوم‌های عناصر را در یک تعامل کیمیای به نام ریدکشن یاد می‌نمایند. درجه‌ی اکسیدیشن اتوم توسط علامت (+) و یا (-) افاده می‌گردد. علامت مثبت درجه اکسیدیشن عنصر به ارقام الکترون‌های اتوم مطابقت دارد که از آن جدا گردیده است و کمیت درجه اکسیدیشن منفی ملحق شدن الکترون را نشان می‌دهد که با اتوم عنصر ملحق گردیده است.

تمام تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن را می‌توان به انواع ذیل تقسیم نمود:

- 1- تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن بین اتوم‌ها و مالیکول‌ها عبارت از تبادل الکترون‌ها بین اتوم‌های مختلف، مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت می‌گیرد.
 - 2- تعامل اکسیدیشن - ریدکشن (Disproportionation) (تعاملات غیر متوازن): این نوع تعامل مشخصه‌ی مرکبات و یا مواد ساده بوده که بعضی از اتوم‌های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده و هم زمان عده‌ی از اتوم‌های همین عنصر ارجاع می‌گردد.
 - 3- تعاملات اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها
- در این نوع تعاملات یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه‌ی اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفه‌ی ارجاع کننده را اجرا می‌نماید.

به اساس دو میتود می‌توان تعاملات Red ox را ترتیب و بیلانس نمود:

میتود بیلانس الکترونی: به اساس این میتود می‌توان الکترون‌های مجموعی را تعیین نمود که از ارجاع کننده‌ها به اکسیدی کننده‌ها انتقال می‌نمایند. تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتماً مساوی به مجموعه‌ی الکترون‌هایی است که به ماده اکسیدی کننده ملحق می‌گردد.

میتود نیمه تعاملات (میتود آیون الکترونی): در این میتود قسمت‌های جداگانه معادله (معادله نیمه تعامل آیونی) برای پروسس اکسیدیشن-ریدکشن با جمع کردن بعدی آن‌ها در مجموع معادله آیونی در نظر گرفته می‌شود، این میتود را به نام میتود نیمه تعاملات آیونی نیز یاد می‌نمایند، در این میتود آیون‌های حقیقی که در محلول آبی موجود است، یادداشت گردیده که بعد از یادداشت نمودن تعداد آیون‌ها به هر دو طرف معادله تعامل Oxidation - Reduction مساوی ساخته می‌شود. در این میتود لازم است تا نه تنها ضریب اکسیدی کننده‌ها و یا ارجاع کننده‌ها دریافت گردد؛ بلکه ضریب مالیکول‌های محیط تعامل (آب، تیزاب، القلی) نیز دریافت می‌گردد.

سؤالهای فصل هشتم

سؤالهای چهار جوابه

- 1- تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن بین اتوم‌ها و مالیکول عبارت از تبادل -----ها بین اتوم‌های مختلف، مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت می‌گیرد.
- الف - آیون‌ها ب - اتوم‌ها ج - انرژی د - الکترون

2- تعاملاتی که در آن بعضی از اتم‌های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده و هم زمان عده‌ای از اتم‌های همین عنصر ارجاع می‌گردد، به نام ----- یاد می‌گردد. الف- اکسیدیشن خودی ب- ریدکشن خودی ، ج- اکسیدیشن- ریدکشن خودی د- تعاملات تعویضی

3- تعاملات که یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه‌ی اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفه‌ی ارجاع کننده را اجرا می‌نماید به نام ----- یاد می‌شود.

الف - تعاملات اکسیدیشن ب- اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها
ج - ریدکشن د - هیچکدام

4- در تعاملات ریدوکس تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتمی مساوی به مجموعه‌ی -----هایی است که به ماده اکسیدی کننده ملحق می‌گردد.

الف - الکترون ب - اتم‌ها ج - مالیکول‌ها د - پروتون‌ها

5- معادله‌ی تعامل اکسیدیشن - ریدکشن به ----- مرحله متناوب ادامه پیدا می‌کند.

الف - چهار مرحله ب - دو مرحله ج - پنج مرحله د - سه مرحله

6- در معادله $Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$ اکسیدی کننده عبارت است از:

الف - Cu ب- HNO_3 ج- H_2O د - NO

7- در تعامل $ClO_3^- + 6e^- + 3H_2O \longrightarrow Cl^- + 6OH^-$ کدام عنصر ارجاع گردیده است؟

الف - کلورین ب - آکسیجن ج- هایدروجن د- کلورین و هایدروجن

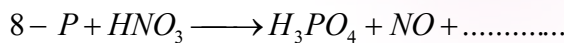
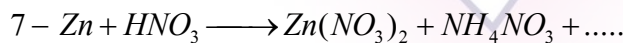
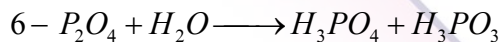
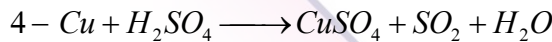
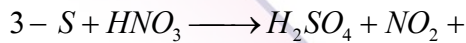
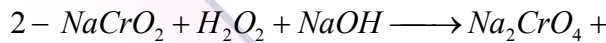
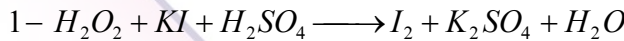
8- در معادله $B_2H_6 + H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 12H^+$ ضریب مالیکول آب ----- است

الف - 3 ب- 4 ج- 6 د- 7

9- در معادله‌ی تعامل Oxidation - Reduction تعداد آيون‌ها به هر دو طرف می‌شود.

الف - جمع ب - منفی ج - مساوی ساخته د - تغییر داده

سؤالات تشریحی : معادلات ذیل را توزین نمایید:



قوانین و محاسبات در کیمیا

گر چه هر رشته کیمیا دارای قوانین خاص مربوط به خود بوده ؛ اما در کیمیا بعضی از قوانین هم وجود دارد که در همه بخش های کیمیا از آن پیروی می گردد ، در این فصل قوانین و محاسبات توضیح شده که بامطالعه آن میتوان مطالب علمی ذیل را آموخت :

بادر نظر داشت روند تاریخی کشفیات علمی کیمیا ، وسعت نظر جدید را در علم کیمیا پیدا خواهید کرد

به اساس چگونه گی کاربرد قوانین در ارتباط مسایل علمی و کشفیات معلومات حاصل می نماید . با محاسبات در کیمیا آشنا میشوید

۹-۱: پایه‌های مسایل علمی

به صورت عموم یک مسئله علمی به چهار پایه زیر استوار است :

1 - قوانین

2 - اصول

3 - نظریه‌ها و فرضیه‌ها

4 - قرار دادها و قواعد

تلاش عالمی به نام ارشمیدس برای حل یک مسئله اجتماعی ، مثالی از غلبه انسان‌ها بر ناتوانی‌های تکنیکی وفنی است . به یک رویداد اجتماعی توجه نمایید.

پادشاه « هیرو » یک مقدار طلای خالص را به زرگر داد تا از آن تاجی برایش تهیه نماید، زرگر تاج را تهیه کرد و به پادشاه سپرد ، نزد پادشاه سؤال پیدا شد که آیا این تاج خالص طلاست و یا اینکه زرگر با طلا ، مس را مخلوط نموده و از آن تاج ساخته است ؛ اما چگونه میتوان به حقیقت پی برد؟ پادشاه به ریاضی دان و ستاره شناس مشهور زمان خود ارشمیدس روی آورد. ارشمیدس با وجودی که برای دریافت حقیقت حل مسئله آزار و روشی را نمی‌شناخت به اتکای قوه ذهن و تفکر خود دستور پادشاه را پذیرفت او مدت‌ها در این اندیشه بود تا اینکه از نظریه و فرضیه خود کار گرفته و به مسئله راه حل دریافت کرد.

فعالیت



از متون علمی ذیل ، مفهوم اصل علمی وقانون را پیدا کنید .

- 1- هرگاه یک جسم در آب شناور گردد، از وزن آن جسم کاسته می‌شود . مقدار کاهش وزن جسم مساوی به وزن مایع بی جاشده توسط همان جسم است
- 2- ریزش باران‌های اسیدی باعث انقراض نسل حیوانات به نام دایناسور هاشده است .
- 3- تمام مواد از ذرات کوچک به نام اتم‌ها ساخته شده است، خواص مختلف مواد به علت متفاوت بودن اتم‌های آنها است.

فرضیه و نظریه، تحقیق انسان‌ها است. انسان‌ها بعد از رو به روشن شدن با یک مسئله و تلاش برای حل آن، اطلاعات را جمع آوری و پس از ایجاد ارتباط بین آنها، نتیجه گیری می‌نمایند. در این مرحله فرضیه به وجود می‌آید. در صورتی که درستی فرضیه چندین بار و در زمانهای مختلف به اثبات برسد آن را فرضیه علمی میگویند. اصلاح و بهبود نظریه‌ها راهی برای حل سؤالات است.

فکر کنید



- 1 - سویه ارزش و اعتبار یک نظریه علمی به کدام عوامل ارتباط دارد؟
- 2 - تیوری یا نظریه‌های علمی با قانون علمی چه فرق دارد؟

یکی از تیوری‌های بسیار پیشرفته در کیمیای نظری، تیوری اتمی دالتن است. خواننده گان این کتاب با تیوری دالتن آشنایی خواهند داشت (در فصل اول ذکر گردیده است) این تیوری می‌تواند پدیده‌های مختلف را از قبیل تبخیر، انحلالیت مواد در یک دیگر، نسبت‌های حجمی گازات در تعاملات، ثابت بودن نسبت‌های کتلوی و حجمی مواد را در تعاملات کیمیای توضیح می‌نماید؛ اما توضیحات لازم را در مورد پدیده‌های از قبیل برق ساکن، الکترولیز محلول‌ها، رادیو اکتیویتی و تشعشعات مواد رادیواکتیف و غیره ارایه کرده نتوانست. واحداث اندازه گیری، نام‌ها فورمول‌ها، سمبول‌ها، روش‌های نام‌گذاری و غیره مثال‌های قرار داده‌ای علمی است.

قرار داد علمی

قرار داد علمی چیست؟

مجموعه توافقاتی که در مورد علوم به وجود می‌آید تا ارتباط محققان یک رشته با هم دیگر و حتی ارتباط دانشمندان رشته‌های مختلف علمی باهم آسان تر گردد، به نام قرار داد علمی یاد می‌شود.

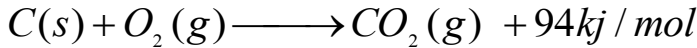
معلومات اضافی



آیوپاک (IUPAC) عبارت از سمبول اختصاری نام کمیته بین‌المللی کیمیای تجربی وخالص (International Union of Pure and Applied Chemistry) است که دانشمندان برجسته کیمیا از ممالک جهان در آن عضویت دارد و قراردادهای علمی را در مورد مسایل کیمیا عقد می‌نمایند.

۹ - ۲ : قانون بقای ماده و یا تحفظ کتله

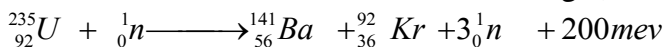
در قرن 18م عالم فرانسوی به نام لاوازیه (Antoine Loucent lavoisier 1794 – 1843) ابراز نظر نمود که در یک تعامل کیمیای مجموعه کتله‌های محصول تعامل مساوی به مجموعه کتله‌های مواد تعامل کننده است:



این قانون از نظر تیوری اتمی - مالیکولی دالتن درست بوده، در هر تعامل کیمیای تعداد مجموعی اتم‌های عناصر تشکیل دهنده مواد تعامل کننده مساوی به مجموعه اتم‌های مواد محصول تعامل است؛ اما طوری که دیده می‌شود، تعاملات کیمیای عملاً "توأم با جذب و یا آزاد شدن انرژی صورت می‌گیرد، تعاملات که در نتیجه صورت گرفتن آن‌ها انرژی آزاد می‌شود، به نام تعاملات Exothermic (حرارت دهنده) یاد شده و تعاملات که در نتیجه جذب انرژی (گرما) صورت می‌گیرند، به نام تعاملات حرارت گیرنده (Endothermic) یاد می‌شوند.

در پروسه تعامل فوق بین کاربن و آکسیجن انرژی آزاد شده و نوعی از تعامل Exothermic است که مقدار انرژی آزاد شده $94kj/mol$ است. این مقدار حرارت آزاد شده از تبدیل کتله کاربن و آکسیجن به انرژی، حاصل گردیده است؛ بنابراین باید کتله مجموعی مواد محصول تعامل کمتر از مجموعه کتله‌های مواد تعامل کننده باشد.

در آغاز قرن 20 م انشتاین (Enstein) اظهار داشت که انرژی حاصل از تعاملات، نظیر تعامل فوق مربوط به تقلیل کتله محصول تعامل است و کتله کاسته شده را به اساس فورمول $E = mc^2$ خود محاسبه کرده و قانون بقای کتله و انرژی را به میان آورد. در حقیقت کتله تبدیل شده به انرژی در تعاملات Exothermic به اندازه کوچک است که به هیچ وسیله اندازه شده نمیتواند، ازین سبب قانون بقای ماده لاوازیه پا بر جا می‌باشد؛ اما زمانی که هسته یورانیوم در راکتور هستوی انقسام حاصل می‌نماید، اختلاف کتله محصول تعامل حاصل از تعامل انقسام یورانیوم اولی فوق العاده قابل ملاحظه بوده و تقریباً 50 میلیون مرتبه بیشتر از سوختن کاربن و آکسیجن است:



در تعاملات هستوی فوق باید قانون انشتاین یعنی قانون بقای ماده و انرژی را در نظر گرفت:

یک میلیون الکترون ولت (mev) معادل $3.8 \cdot 10^{-14}$ calory است. به اساس فورمول $E = mc^2$ دریافت می‌داریم که 94 kJ/mol و 200 mev/mole با کدام کتله معادلت دارد که به این مقدار انرژی مبدل گردیده اند:

$$\Delta m_1 = \frac{E_1}{C^2}$$

$$\Delta m_1 = \frac{94 \text{ kJ/mol}}{(3 \cdot 10^8 \text{ m/sec})^2} = \frac{94 \text{ kJ/mol}}{9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{sec}^2}$$

$$\Delta m_1 = 10.44 \cdot 10^{-10} \text{ g/mol}$$

کتله کاسته شده در تعامل هستوی فوق الذکر قرار ذیل حاصل می‌گردد:

یک مول اتوم یورانیوم 235 g دارای $6.02 \cdot 10^{23}$ (به اندازه عدد اوگدرو) اتوم یورانیوم است، چون در هر انقسام هسته به اندازه 200 mev انرژی آزاد می‌گردد؛ بنابراین انرژی

عمومی آزاد شده به ارگ (erg) قرار ذیل محاسبه می‌گردد:

$$E_2 = 200 \cdot 3.8 \cdot 10^{-14} \text{ calory} = 200 \cdot 3.8 \cdot 10^{-14} \cdot 4.18 \cdot 10^7 \text{ erg} \cdot 6.02 \cdot 10^{23}$$

$$\Delta m_2 = \frac{E_2}{C^2} = \frac{1.91 \cdot 10^{20} \text{ erg/mol}}{(3 \cdot 10^{10} \text{ cm/sec})^2} = 0.13 \text{ g} \quad E_2 = 1.91 \cdot 10^{20} \text{ erg/mol}$$

$$\frac{\Delta m_1 / 235}{\Delta m_2 / 12} = \frac{\text{molU}}{\text{molC}} = \frac{0.13 \text{ g} / 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{4.36 \cdot 10^{-9} \text{ g} / 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.5 \cdot 10^6$$

از نسبت داده شده در می‌یابیم که انرژی آزاد شده از فی مول یورانیوم $2,5$ میلیون مرتابه نسبت به انرژی آزاد شده از فی مول کاربن زیاد است.



ب



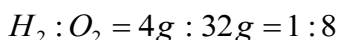
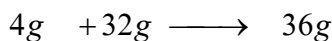
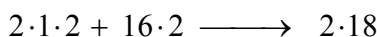
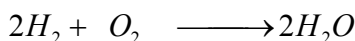
الف

شکل (9 - 1): الف - کتله چراغ‌های برقی عکاسی قبل از سوختن ، ب - کتله چراغ‌های برقی عکاسی بعد از سوختن

۳-۹: قانون نسبت‌ها ثابت (Proust-۱۸۰۷)

این قانون را اولین بار در سال 1807 عالمی به نام Proust طرح ریزی کرده و ازین سبب به نام موصوف نیز مسمی می‌باشد که قرار ذیل بیان می‌گردد:

عناصر متشکل مالیکول مرکب، در تشکیل مرکب به نسبت وزنی یا کتلوی معین و ثابت با هم تعامل می‌نمایند. طریقه‌های استحصال این اجسام ترکیبی می‌توانند به هر شیوه بوده باشد، مهم این است که دو جسم ساده همیشه به یک نسبت ثابت کتلوی با هم ترکیب شده، مرکبات را تشکیل می‌دهند؛ به طور مثال: هایدروجن با اکسیجن تعامل نمود، آب را تشکیل می‌دهند، نسبت کتلوی هایدروجن و اکسیجن در تشکیل آب 1:8 است:



چه فکر میکنید؟



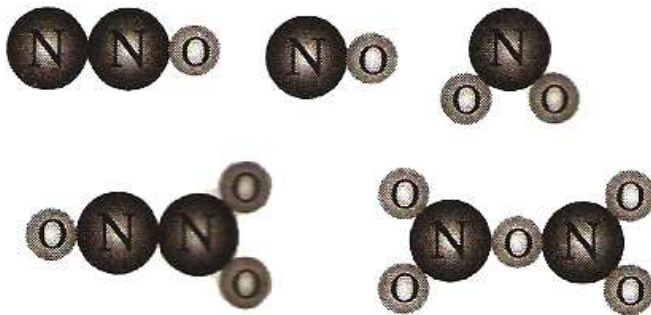
یکی از مرکبات آکسیجن با نایتروجن یک گاز بی رنگ دارای فورمول N_2O_4 است، آیا به کمک قانون نسبت‌های کتلوی میتوان به این فورمول کیمیاوی رسید؟

۴-۹: قانون نسبت‌های متعدد یا قانون دالتن (Dalton)

دو عنصر با هم تعامل نموده، نه تنها یک نوع مرکب را تشکیل می‌دهند، در صورتی که نسبت کتلوی شان تغییر داده شود، مرکبات مختلف را تشکیل می‌دهند. نسبت کتلوی یکی از این عنصر در مرکبات مختلف آن اعداد تام ثابت و کوچک است، به طور مثال: نایتروجن و آکسیجن با هم تعامل نموده پنج نوع اکساید را تولید میکنند که نسبت کتلوی اکسیجن در این پنج نوع اکساید آن بانایتروجن 1:2:3:4:5 است؛ اما کتله نایتروجن ثابت است؛ یعنی:

$N_2 : O_2$	$N_2 : O_2$		
N_2O 14·2 : 16	1 7 : 8	1	1
NO 14 : 16	1 7 : 8	1	2
N_2O_3 14·2 : 16·3	1 7 : 12	1	3
NO_2 14 : 16·2	1 7 : 16	1	4
N_2O_5 14·2 : 16·5	1 7 : 20	1	5

مالیکول‌های اکساید
های نایتروجن



شکل (9-2): مدل مالیکول‌های اکساید‌های نایتروجن

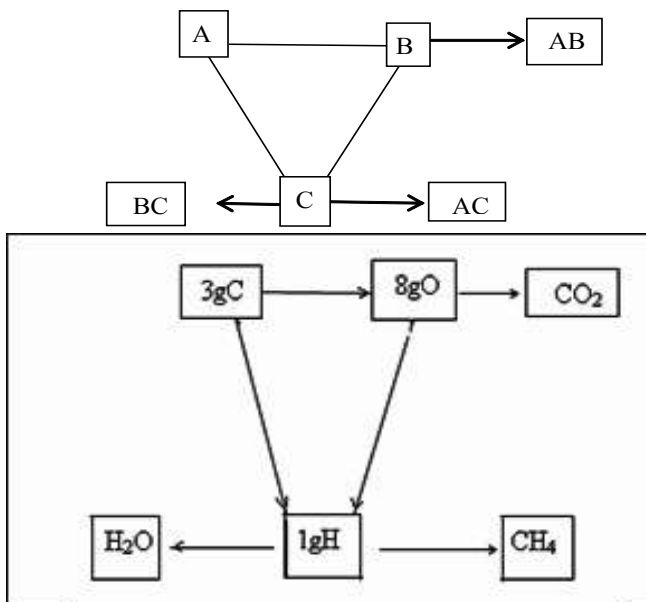
نسبت آکسیجن در پنج نوع اکساید آن با نایتروجن 1:2:3:4:5 است.

فعالیت

قانون نسبت‌های متعدد را بالای چهار نوع اکساید کلورین ($Cl_2O, Cl_2O_3, Cl_2O_5, Cl_2O_7$) تطبیق کنید.

۹-۵: قانون معادلت‌ها

دو عنصر هر یک به صورت جداگانه با عنصر سوم به یک نسبت معین کتلوی تعامل نموده، مرکبات را بدون بقیه تشکیل می‌دهند. این دو عنصر بین هم نیز به همان مقدار کتله که با عنصر سوم تعامل نموده اند، تعامل کرده، مرکب را تشکیل می‌دهند:



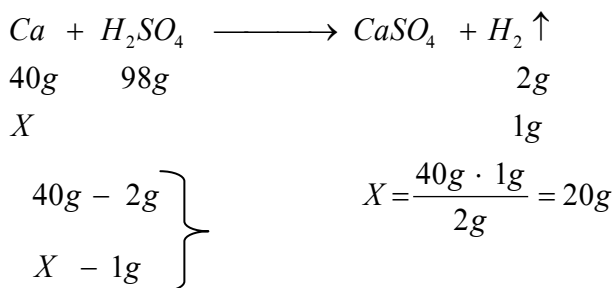
از توضیحات فوق نتیجه گیری می شود که عناصر به مقدار معین با یکدیگر تعامل می نمایند. کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله عنصر به گرم است که با 8 گرم اکسیجن تعامل نموده، بدون بقیه، اکساید مربوطه خود را تشکیل می دهند.

مثال: اکساید آهن به مقدار 1.5g موجود است که در آن 1.17g آهن شامل است، کتله معادل آهن را دریافت نمایید.

$$\left. \begin{array}{l} m_{Fe} = 1.17g \\ m_{Oxide} = 1.5g \\ m_{O_2} = 0.33g \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{حل:} \\ 1.17g_{Fe} - 0.33g_{O_2} \\ X - 8g_{O_2} \\ X = \frac{1.17g_{Fe} \cdot 8g_{O_2}}{0.33g_{O_2}} = 28g_{Fe} \end{array}$$

کتله معادل یا معادل - گرم آهن مساوی به 28g است.

کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله آن است که در یک تعامل کیمیاوی یک گرم و یا یک اتم - گرم هایدروجن را تعویض و آزاد می سازد؛ به طور مثال: در تعامل ذیل کتله معادل کلسیم 20 بوده که قرار ذیل محاسبه می گردد:



به صورت عموم کتله معادل یک عنصر عبارت از کتله اتمی عنصر تقسیم بر ولانس همان عنصر در مرکب تشکیل دهنده آن می باشد.

$$\text{کتله معادل} = \frac{\text{کتله اتمی نسبتی}}{\text{ولانس}}$$

مثال: کتله اتمی نسبی المونیم 27amu بوده و ولانس آن 3 است، کتله معادل آن را دریافت نمایید.

$$M_{Al} = 27 \text{ amu}$$

$$\text{Valence}_{Al} = 3$$

$$Eq_{-gAl} = ?$$

$$Eq_{Al} = \frac{M_{Al}}{\text{Valence}}$$

$$Eq_{Al} = \frac{27 \text{ amu}}{3} = 9 \text{ amu}$$

۹-۵-۱: دریافت کتله معادل مرکبات کیمیایی

کتله معادل مرکبات کیمیایی عبارت از کتله مالیکولی نسبی مرکبات تقسیم بر ولانس موثر در مالیکول مرکب است:

توجه نمایید

ولانس موثر در تیزابها مساوی به تعداد اتومهای هایدروجن بوده و در القلیها مساوی به تعداد گروپ هایدروکسیل است، به همین ترتیب در نمکها ولانس موثر عبارت از ولانس کتیونهای فلزی نمکها بوده؛ بنابراین به اساس فورمولهای ذیل میتوان کتله معادل مرکبات مذکور را دریافت کرد:

$$Eq_{Acide} = \frac{M_{Acides}}{\sum H^+} \quad (\sum = \text{تعداد})$$

$$Eq_{Bases} = \frac{M_{Bases}}{\sum OH^-}$$

$$Eq_{Saltes} = \frac{M_{Salts}}{\text{Cathions Valence}}$$

اگر کتله معادل اتومها و یا مالیکولها به گرام افاده گردد، این کمیت به نام معادل گرام اتومی یا مالیکولی (Equivalent-gram) یاد می گردد که به طور عموم به (Eq-g) افاده می شود.

نا گفته نباید گذاشت اینکه: عناصری دارای ولانسهای متحول، کتله معادل مختلف را دارا می باشد؛ به طور مثال: کتله معادل مس در Cu_2O مساوی به 63.4 amu بوده،

در حالی که کتله معادل مس در مرکب CuO مساوی به 31.7amu است.

مثال: کتله معادل H_3PO_4 را دریافت نمایید، کتله مالیکولی H_3PO_4 مساوی به 98 است.

$M_{H_3PO_4} = 98 \text{ amu}$ **حل:**

$$Eq_{H_3PO_4} = ? \quad Eq_{H_3PO_4} = \frac{M_{H_3PO_4}}{\sum H^+} = \frac{98 \text{ amu}}{3} = 32,6 \text{ amu}$$

$$\sum H^+ = 3$$

مثال: کتله معادل $Ca(OH)_2$ را دریافت نمائید. کتله مالیکولی نسبی $Ca(OH)_2$ مساوی به 74 است.

$$M_{Ca(OH)_2} = 74 \text{ amu}$$

$$Eq_{Ca(OH)_2} = ?$$

$$\sum OH^- = 2$$

$$Eq_{Ca(OH)_2} = \frac{M_{Ca(OH)_2}}{\sum OH^-} = \frac{74 \text{ amu}}{2} = 37 \text{ amu}$$

مثال: کتله معادل $MgSO_4$ را محاسبه نمایید، کتله مالیکولی نسبی $MgSO_4$ مساوی به 120amu است؟

حل :

$$M_{MgSO_4} = 120 \text{ amu}$$

$$Effective \ Volance = 2$$

$$Eq_{MgSO_4} = \frac{M_{MgSO_4}}{Cathion \ Volance}$$

$$Eq_{MgSO_4} = ?$$

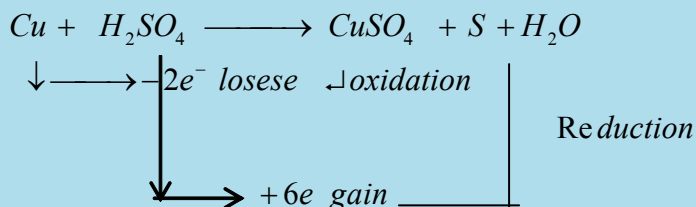
$$Eq_{MgSO_4} = \frac{120 \text{ amu}}{2} = 60 \text{ amu}$$

مرکباتی که در تعاملات Redox سهم می گیرند، در این صورت اتومها عناصر متشکل مالیکول آنها ارجاع و یا Oxidation شده، کتله معادل آنها را طوری به دست می آورند که کتله مالیکولی آنها را تقسیم الکترونهای باخته شده (Lose) و یا گرفته شده (gain electrons) می نمایند، یعنی:

$$Eq_{Compound} = \frac{M_{Compound}}{Lose \ or \ gain \ e^-}$$

مثال : کتله معادل H_2SO_4 را در تعامل Redox ذیل محاسبه نمایید .

حل :



$$Eq_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4}}{\text{gain}^-} = \frac{98 \text{amu}}{6} = 16,33 \text{amu}$$

مثال : کتله معادل مس را در تعامل فوق محاسبه کنید؟

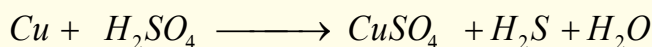
$$\text{کتله معادل مس} = \frac{\text{کتله اتوم}}{\text{الکترون باخته شده}} = \frac{63.5}{2} = 31.7 \text{amu}$$

فعالیت

1 - چطور میتوانید کتله معادل مرکبات ذیل را دریافت کنید؟



2 - کتله معادل H_2SO_4 را در تعامل ریدوکس ذیل دریافت نماید .

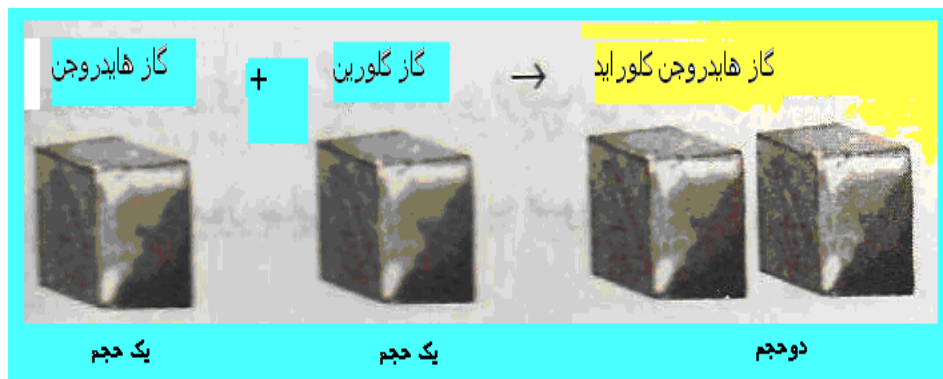


۹-۶ : قانون نسبت‌ها حجمی

قانون نسبت‌ها حجمی توسط عالمی به نام گیلوسک (Gay-Liusac) طرح ریزی گردید و قرار ذیل است:

به حرارت و فشار ثابت نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی یا بخار آن‌ها اعداد تام، کوچک و ثابت است و هم نسبت حجمی مواد تعامل کننده گازی اعداد کوچک و ثابت می‌باشد؛ به طور مثال: هایدروجن گازی با کلورین گازی تعامل نموده، گاز هایدروجن کلوراید را تشکیل می‌دهند. نسبت حجمی گاز هایدروجن

و کلورین در تشکیل هیدروجن کلوراید 1:1 است، شکل (۹-۳) و نسبت حجمی هیدروجن و هیدروجن کلوراید 1:2 و نسبت حجمی کلورین و هیدروجن کلوراید 1:2 است، یعنی:

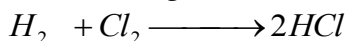


شکل (9-3): احجام بعضی گازها

۹-۷: قانون اوگدرو

عالمی به نام برزیلیوس (Berzelius) بالای نسبت‌ها حجمی تیوری اتمی را تطبیق و دریافت کرد که حجم‌های مساوی گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی اتم‌ها را داراست. قضیه برزیلیوس بالای گازاتی صدق می‌کند که در طبیعت به شکل اتمی یافت می‌شوند؛ اما در مورد گازهای مالیکولی صدق نمی‌کند؛ ازین سبب تیوری دیگری به شکل قضیه توسط اوگدرو ارائه گردید. این قضیه اوگدرو (Avogadro) در سال 1811م ارائه گردیده که قرار ذیل است:

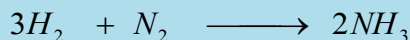
حجم‌های مساوی گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی ذرات (مالیکولها، اتم، آیون‌ها و غیره) را دارا می‌باشد. فرضیه اوگدرو اکنون شکل قانون را بخود اختیار نموده و تعداد زیاد حقایق تجربوی را توضیح نموده است. (قانون اول اوگدرو)؛ چنانچه دو حجم هایدروجن کلوراید زمانی تشکیل شده می‌تواند که یک حجم کلورین و یک حجم هایدروجن به شکل مالیکول بوده با هم تعامل نماید؛ دراین صورت مالیکول کلورین و هایدروجن دو قسمت شده و هر قسمت هر یکی از آنها با هم ترکیب شده مالیکول‌های جدید (دو مالیکول جدید) هایدروجن کلوراید را تشکیل می‌دهند.



مثال: قانون نسبت‌ها حجمی را در تعامل ذیل برای اجزای آن تطبیق نمائید:



حل:



دو حجم 1 حجم 3 حجم

$$H_2 : N_2 = 3 : 1$$

$$H_2 : NH_3 = 3 : 2$$

$$N_2 : NH_3 = 1 : 2$$

قانون او گدرو را میتوان به طور معکوس آن نیز بیان کرد:
تعداد مساوی مالیکول‌ها و اتم‌های گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت،
حجم‌های مساوی را اشغال می‌نمایند. (قانون دوم او گدرو)

بیشتر بدانید



یک مول هر ماده به اندازه عدد او گدر ($6.02 \cdot 10^{23}$) ذرات را دارا بوده، در صورتی که ماده حالت گاز را دارا باشد، یک مول هر گاز به شرایط 22.4L STP حجم را اشغال می‌نماید که به اساس معادله عمومی گازات کامل؛ یعنی $PV = nRT$ محاسبه شده میتواند.

عدد او گدرو به طریقه‌های مختلف دریافت شده است که در این جا از دو طریقه آن تذکار به عمل می‌آید:

1- اگر کتله اتمی نسبی و یا مالیکولی نسبی به گرام افاده گردد (مول اتم یا مول مالیکول) و این کمیت‌های مولی بر کتله حقیقی یک اتم عنصر و یا مالیکول مرکب تقسیم گردد، در نتیجه عدد او گدرو حاصل می‌شود:

$$\text{عدد او گدرو} = \frac{\text{کتله نسبتی عنصر به گرام}}{\text{کتله حقیقی یک اتم عنصر}}$$

یک مول مرکب

$$\text{عدد او گدرو} = \frac{\text{كتلهٔ يك ماليكول مركب}}{\text{كتلهٔ يك مول مركب}}$$

مثال: كتله ائومي نسبي كاربن 12 و كتله يك ائوم آن $1.993 \cdot 10^{-23} \text{ g}$ است عدد

او گدرو را دريافت نماييد:

$$\text{عدد او گدرو} = \frac{\text{كتلهٔ يك ائوم كاربن به گرام}}{\text{كتلهٔ يك ائوم كاربن}}$$

$$\text{عدد او گدرو} = \frac{12 \text{ g}}{1.99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

خود را آزمون كنيد

كتلهٔ ماليكول آب $2.9898 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ است و كتلهٔ ماليكولي آن 18 amu است،

عدد او گدرو را به دست آوريد.

2 - به طريقه الكتروليز نيز ميتوان عدد او گدرو را بدست آورد؛ طوري كه اگر عدد فارادي ($F=96491 \text{ C}$) تقسيم بر قيمت چارج ($e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) گردد عدد او گدرو حاصل مي شود.

$$NA = \frac{F}{e} = \frac{96491 \text{ C}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

قيمت چارج را عالم امريكائي به نام مليكان در قطرات تيل كشف كرد .

۹-۸ : كتله ائومي نسبي

كتلهٔ حقيقي ائوم هاي عناصر كيمياوي كميت هاي كوچك بوده كه بين 10^{-22} - 10^{-24} g قرار دارد . اين كميت هاي كوچك با توان هاي منفي در محاسبات كيمياوي مشكلاتي را ايجاد مي نمود ، از اين سبب علماي ساينس براي ائوم هاي عناصر كيمياوي كتله ائومي نسبي را تعيين نموده اند ، آنها كتله يك ائوم عنصر را تقسيم $\frac{1}{12}$ حصه كتلهٔ يك ائوم ايزوتوپ كاربن (^{12}C) نموده ، حاصل تقسيم را به حيث كتله ائومي نسبي همان عنصر مطلوب قبول كردند ؛ پس:

$$M_{atomic} = \frac{\text{mass - per atom Elements}}{\frac{1}{12} \text{ per - atom of Carbon - 12}}$$

جستجو نمایید

علت استفاده از واحد کاربن - 12 در چه است ؟

اگر به عوض ${}^{12}_6C$ ایزوتوپ های ${}^{13}_6C$ ، ${}^{14}_6C$ ، و یا ${}^{16}_6C$ را به کار ببرند در محاسبات کدام

تغییراتی رونما خواهد شد ؟

$\frac{1}{12}$ ام حصه کتلهٔ اتوم ایزوتوپ کاربن - 12 را به حیث واحد کتلهٔ اتمومی (Atomic . Mass . Unite) قبول نموده و به (amu) افاده

می کند ؛ یعنی:

(Amu) واحد کتله اتمومی بین المللی = $\frac{1}{12}$ ام حصه کتلهٔ یک اتوم کاربن.

چون کتلهٔ یک اتوم کاربن ${}^{12}_6C$ مساوی به $1.993 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ است ، پس قیمت

$$\text{amu عبارت است از: } \text{amu} = \frac{1}{12} \cdot 1.993 \cdot 10^{-26} \text{ kg} = 1.661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

از اینجا نوشته کرده می توانیم که :

کتله یک اتم عنصر

$$\text{کتله یک اتم نسبتی} = \frac{\quad}{1.661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

مثال: کتلهٔ یک اتوم سدیم $3.8202 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ است ، کتلهٔ اتمومی نسبتی سدیم را

دریافت نمایید.

حل:

$$M_{atom} Na = \frac{m \text{ per atom - Na}}{\text{amu}} = \frac{3.8203 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1.661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 23 \text{ amu}$$

مثال: کتلهٔ یک اتوم هایدروجن $1.674 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ است ، کتلهٔ اتمومی نسبتی آن را

دریافت نمایید.

حل:

$$M_{atomic} H = \frac{\text{mass - per atom H}}{\text{amu}} = \frac{1.674 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1.66110^{-27} \text{ kg}} = 1.008 \text{ amu}$$

معلومات اضافی



در اکثر جدول‌های دوره‌ی عناصر کتله اتمی عناصر درج است و عبارت از اوسط مجموعی کتله‌های اتمی ایزوتوپ‌های مختلف عناصر می‌باشد.

فعالیت



اوسط مجموعی کتله‌های اتمی ایزوتوپ‌های مختلف عناصر جدول زیر را محاسبه نمایید.

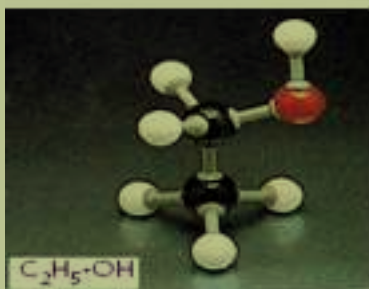
ایزوتوپ	$^{16}_8O$	$^{17}_8O$	$^{18}_8O$
فیصدی در طبیعت	99.76%	0.04%	0.2%
کتله اتمی	15.99	17.00	18.00

۹-۹: کتله مالیکولی نسبتی

کتله مالیکولی نسبتی مالیکول‌های مرکبات کیمیای عبارت از مجموعه کتله‌های اتم‌های عناصر متشکله مالیکول است.

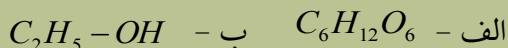
$$\text{کتله اتمی آکسیجن} + \text{کتله دو اتم هایدروجن} = \text{کتله مالیکولی آب}$$
$$MH_2O = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{amu}$$

مشق و تمرین نمایید



شکل (9-4): مودل ایتانول

کتله مالیکولی مرکبات زیر را محاسبه کنید:



معلومات ضروری



چون کتله‌های اتمی نسبتی عناصر به اساس قیمت (amu) در یافت گردیده است؛ بنابراین اگر کتله یک مالیکول مرکب را داشته باشیم و آن را تقسیم قیمت (amu) نمایم کتله مالیکولی نسبتی مرکب مطلوب حاصل می‌شود؛ یعنی:

کتله یک مالیکول مرکب

کتله مالیکولی نسبتی = -----

amu

مثال: کتله یک مالیکول آب مساوی به $2.9898 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ است، کتله مالیکولی نسبتی آب را در یافت نمایید.

حل: کتله مالیکولی آب

$$M_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{\text{amu}} = \frac{2.9898 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{1.661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 18 \text{ amu}$$

نوت: کتله حقیقی هر ذره تقسیم بر قیمت amu مساوی به کتله نسبتی آن است.

۹-۱۰ : مول (اتوم- گرام و مالیکول- گرام)

اگر کتله اتمی نسبی عناصر کیمیاوی به گرام افاده گردد، این کمیت را به نام اتوم- گرام یا مول اتمی یاد می‌کنند؛ به طور مثال: کتله اتمی نسبی Na مساوی به 23amu است؛ بنابراین یک مول سودیم مساوی به 23g است.

به همین ترتیب اگر کتله مالیکولی نسبتی مرکبات کیمیاوی به گرام افاده گردد، این کمیت کتلوی را به نام مالیکول- گرام یا مول مالیکولی یاد می‌نمایند؛ به طور مثال: کتله مالیکولی نسبتی تیزاب گوگرد (H_2SO_4) مساوی به 98amu است؛ بنابراین 98 گرام آن یک مول است. به صورت عموم اگر کتله نسبتی هر ذره کیمیاوی به گرام افاده شود همین کمیت کتلوی را به نام مول همان ذره یاد میکنند؛ به طور مثال: کتله نسبتی الکترون مساوی به $5.4 \cdot 10^{-4} \text{ amu}$ است؛ بنابراین یک مول آن مساوی به $5.4 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ می‌باشد.

چون اتوم- گرام، مالیکول- گرام، ایون- گرام تماما" به نام مول یاد شده است و

تمام همین کمیت‌ها به اندازهٔ عدد اوگدرو ذرات را دارا اند؛ بنابراین به صورت مشخص میتوان مول را چنین تعریف کرد:

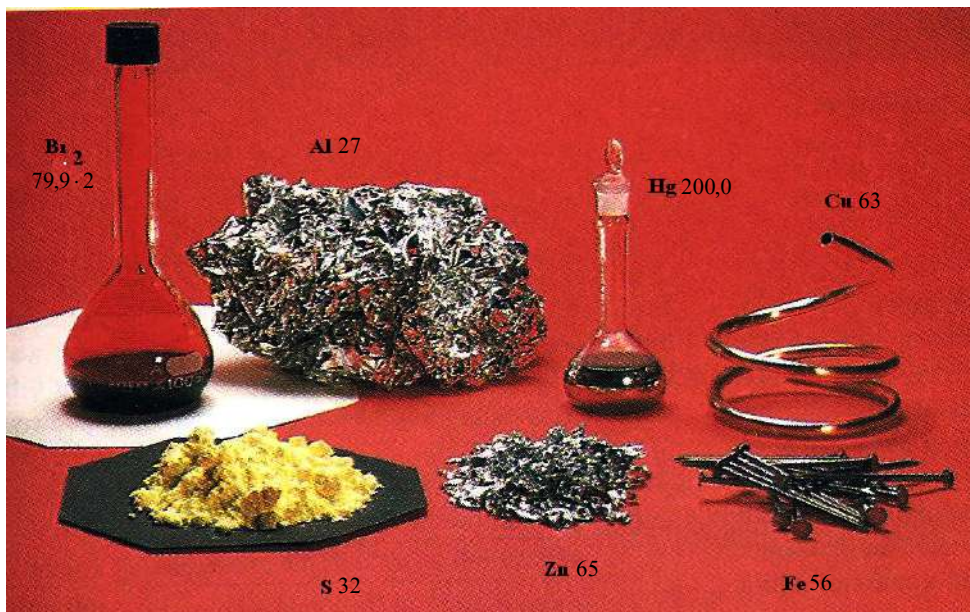
مول: عبارت از کتلهٔ ذرات به اندازهٔ عدد اوگدرو به گرام است یا به عباره دیگر اگر کتلهٔ ذرات به اندازهٔ عدد اوگدرو به گرام افاده شود، این کمیت را به نام مول (Mole) یاد می‌نمایند

مثال: 200g سودیم هایدروکساید چند مول آن است؟ کتلهٔ مالیکولی آن 40amu

است.

$$\left. \begin{array}{l} m = 200g \\ M = 40amu \\ n = ? \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} 40g - 1mol \\ 200g - n \end{array} \right\} n = \frac{200g \cdot 1mol}{40g} = 5mol$$

از مثال فوق میتوان فورمول $n = \frac{m}{M}$ را برای محاسبهٔ مول استنتاج کرد.



شکل (9-5): مقدار مول مس، سیماب، المونیم، برومین، آهن، جست و سلفر

۹- ۱۱: دریافت فیصدی عناصر متشکله مالیکول‌های مرکبات

برای این که فیصدی عناصر متشکل مالیکولی مرکبات کیمیای را بدست آورده بتوانیم، لازم است تا مقدار هر عنصر را در کمیت یک مول آن با در نظر داشت کتله مالیکولی مرکب دریافت نموده، در این صورت مقدار عنصر مطلوب را که در یک مول مرکب موجود است، ضرب در عدد 100 نموده و تقسیم بر مقدار مول آن مرکب می‌نماییم، کمیت حاصل مقدار فیصدی عنصر مطلوب را افاده می‌نماید؛ یعنی:

$$\text{فیصدی عنصر در مرکب} = \frac{\text{مقدار عنصر}}{\text{یک مول مرکب}}$$

مثال اول: فیصدی کاربن، هایدروجن و اکسیجن را در گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$) محاسبه نماید، در صورتی که کتله مالیکولی گلوکوز 180amu بوده باشد، کتله اتمی هایدروجن 1amu، کتله اتمی کاربن 12amu و کتله اتمی اکسیجن 16amu است.

$$MC_6H_{12}O_6 = 12 \cdot 6 + 1 \cdot 12 + 16 \cdot 6 = 180 \text{ amu}$$

حل:

$$MC_6H_{12}O_6 = 72 + 12 + 96 = 180 \text{ amu}$$

$$\text{mole } C_6H_{12}O_6 = 72\text{g} + 12\text{g} + 96\text{g} = 180\text{g}$$

$$180\text{g } C_6H_{12}O_6 - 72\text{gC}$$

$$100 - W\%$$

$$W\%C = \frac{72\text{gC} \cdot 100}{180\text{g}} = 40\%C$$

$$180\text{g } C_6H_{12}O_6 - 96\text{gO}$$

$$100 - W\%$$

$$W\%O = \frac{96\text{gO} \cdot 100}{180\text{g}} = 53.33\%O$$

$$180\text{g } C_6H_{12}O_6 - 12\text{gH}$$

$$100 - W\%H$$

$$W\%H = \frac{12\text{gH} \cdot 100}{180\text{g}} = 6.7\%H$$

نوت: مجموعه فیصدی‌های اجزای متشکل مالیکول مرکبات کیمیای مساوی به

100 می‌شود.

۹- ۱۲: فورمول تجربی و فورمول مالیکولی

یک مرکب کیمیاوی را معمولاً "توسط طرز ترتیب سمبول‌های عناصر تشکیل دهنده آن با ضرایب نسبتی که به نام ضرایب استیکیو متری (Stoichiometry) نیز یاد می‌شود، نشان می‌دهند؛ به طور مثال: NaCl نشان دهنده نمک طعام و H_2O نشان دهنده آب است که طرز ترتیب سمبول‌های اتم‌های عناصر تشکیل دهنده با ضرایب نسبتی آن‌ها را در مرکبات به نام فورمول مالیکولی یاد می‌نمایند. یک مالیکول آب از دو اتم هایدروجن و یک اتم اکسیجن تشکیل گردیده است، به این اساس فورمول مالیکولی آب H_2O است.

فورمول مالیکولی را میتوان به اساس تجزیه کیمیاوی تعیین نمود. نوع دیگری از فورمول‌های کیمیاوی عبارت از فورمول تجربی است، در این فورمول تعداد نسبتی اتم‌های عناصر مختلف در یک مرکب نشان داده می‌شود. (کلمه تجربی در این جا به این معنی است که فورمول ارائه شده تنها به اساس مشاهده و اندازه گیری یعنی تحلیل توصیفی و مقداری مشخص گردیده است). مالیکول گلوکوز دارای 6 اتم کاربن، 12 اتم هایدروجن و 6 اتم اکسیجن بوده و فورمول تجربی آن CH_2O است که تنها نسبت اتم‌های کاربن، اتم‌های هایدروجن و اتم‌های اکسیجن را در مالیکول گلوکوز نشان می‌دهد. چون این نسبت‌ها همواره ساده ترین شکل یک ماده را آشکار می‌سازد، ازین سبب این فورمول را به نام فورمول ساده نیز یاد میکنند.

برای این که فورمول ساده مرکبات را به درستی تحریر و دریافت نموده باشیم، لازم است تا تحلیل توصیفی و مقداری مرکب را بدانیم. با دانستن تحلیل توصیفی و مقداری مرکب میتوان فورمول تجربی آنرا قرار مواد ذیل تحریر و دریافت کرد:

1 - کمیت‌های مقداری هر عنصر را که در اثر آنالیز حاصل شده است، به مول تبدیل میکنیم.
2 - مقدار مول‌های هر عنصر تشکیل دهنده مرکب را که قرار ماده 1 حاصل نمودیم، دقیقاً "ملاحظه نموده کمیت کوچک آن‌ها را برملا میسازیم، سپس تمام کمیت مولی عناصر متشکله مالیکول مرکب مطلوب را تقسیم بر همین کمیت کوچک مولی نموده، ارقام بدون واحدهای قیاسی حاصل می‌شود.

3 - کمیت‌های رقمی که طبق ماده 2 حاصل می‌گردد، دقیقاً "مطالعه نموده، در صورتی

که اعداد تام باشد، نسبت‌های اتوم‌های عناصر متشکله مالیکول مرکب را در فورمول ساده نشان داده و اگر ارقام تام نباشند، آن‌ها را به طریقه رونداف و یا ضرب نمودن کوچکترین عدد تام، به اعداد تام تبدیل نموده، این اعداد تام نسبت اتمی عناصر را در فورمول ساده افاده می‌کند، ارقام نسبتی عناصر را با در نظر داشت طرز تحریر درست فورمول مالیکولی به سمبول‌های عناصر کیمیاوی ضمیمه ساخته، فورمول ساده حاصل می‌شود.

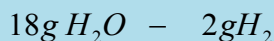
4- غرض تحریر درست فورمول مالیکولی مرکب، علاوه از داشتن تحلیل توصیفی و مقداری باید کتله مالیکولی مرکب نیز معلوم باشد، بدین اساس با در نظر داشت تحلیل توصیفی و مقداری قرار مواد فوق فورمول ساده را دریافت و کتله مالیکولی مرکب مطلوب را به کتله مالیکولی نسبتی فورمول ساده تقسیم و عدد تام حاصل خواهد شد که این عدد را به نسبت عناصر در فورمول ساده ضرب نموده و در نتیجه فورمول مالیکولی مرکب حاصل می‌گردد.

مثال: یک گرام از یک مرکب متشکل از کاربن و هایدروجن سوختانده شده که در نتیجه 3.3g کاربن دای اکساید (CO_2) و 0.899g آب (H_2O) حاصل گردیده، فورمول ساده مرکب را دریافت نمایید.

حل:

$$\left. \begin{array}{l} 1g = \text{مقدار ماده عضوی سوختانده شده} \\ 3.3g = \text{کاربن دای اکساید} \\ 0.899g = \text{آب حاصل شده} \end{array} \right\}$$

ابتدا مقدار هایدروجن و کاربن را در مرکب مطلوب به دست می‌آوریم.



$$0.899g - m_{H_2} \quad m_{H_2} = \frac{0.899g H_2O \cdot 2gH_2}{18gH_2O} = 0.1gH_2$$



$$3.3gCO_2 - mC \quad mC = \frac{12g \cdot 3.3gCO_2}{44gCO_2} = 0.9gC$$

$$nC = 0.9g \div 12g / mol = 0.075mol$$

$$nH_2 = 0.1g \div 2g / mol = 0.1mol$$

$$C = 0.075mol \div 0.075mol = 1$$

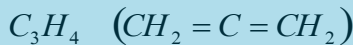
$$H_2 = 0.1mol \div 0.075mol = 1.3$$

$$C = 1.3 = 3$$

$$H_2 = 1.3 \cdot 3 = 4$$

$$C = 3$$

$$H_2 = 4$$



مشق و تمرین کنید



3.2g اکساید آهن با گاز هیدروجن حرارت داده شده است، در نتیجه 2.24g آهن فلزی حاصل گردیده است، فورمول ساده اکساید آهن را دریافت نمائید، کتله اتمی آهن 56 و از آکسیجن 16amu است.

مثال ۲: در ترکیب یک مرکب 8g کاربن، 1.33g هیدروجن و 10.667g

اکسیجن شامل است، کتله مالیکولی مرکب 180amu است فورمول ساده و ترکیبی مالیکولی مرکب مطلوب را دریافت نمائید.

$$mC = 8g$$

$$mH_2 = 1.33g$$

$$mO_2 = 10.66g$$

$$nC = 8g \div 12g / mol = 0.667mol$$

$$nH_2 = 1.33g \div 1g / mol = 1.33mol$$

$$nO_2 = 10.667g \div 16g / mol = 0.667$$

حل:

$$nC = 0.667mol \div 0.667mol = 1$$

$$nH_2 = 1.33mol \div 0.66mol = 2$$

$$nO_2 = 0.667mol \div 0.667mol = 1$$

$$C = 1$$

$$H = 2$$

$$O = 1$$

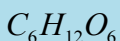


$$M(CH_2O)n = 180$$

$$(30)n = 180$$

$$n = \frac{180}{30} = 6$$

$$(CH_2O)n = (CH_2O)_6$$





خلاصه فصل نهم:

* در یک تعامل کیمیاوی مجموعه کتله‌های محصول تعامل مساوی به مجموعه کتله‌های مواد تعامل کننده است.

* عناصر متشکل مالیکول مرکب در موقع تشکیل مرکب به نسبت وزنی یا کتلوی معین و ثابت با هم تعامل می‌نمایند.

* دو عنصر با هم تعامل نموده نه تنها یک نوع مرکب را تشکیل می‌دهند، در صورتی که نسبت کتلوی شان تغییر داده شود، مرکبات مختلف را تشکیل می‌دهند. نسبت کتلوی یکی از این عناصر در مرکبات مختلف آن اعداد تام ثابت و کوچک است.

* دو عنصر هر یک به صورت جداگانه با عنصر سوم به یک نسبت معین کتلوی تعامل نموده، بدون بقیه مرکبات را تشکیل می‌دهند. این دو عنصر بین هم نیز به همان مقدار کتلوی که با عنصر سوم تعامل نموده اند، تعامل کرده، مرکب را تشکیل می‌دهند.

* کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله عنصر به گرام است که با 8 گرام اکسیجن تعامل نموده، بدون بقیه اکساید مربوطه خود را تشکیل می‌دهند.

* کتله معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله آن است که در یک تعامل کیمیاوی یک گرام و یا یک اتوم- گرام هایدروجن را تعویض و آزاد می‌سازد.

* کتله معادل مرکبات کیمیاوی عبارت از کتله مالیکولی نسبتی مرکبات تقسیم بر ولانس مؤثر در مالیکول مرکب است:

* به حرارت و فشار ثابت نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی یا بخار آن‌ها اعداد تام، کوچک و ثابت است و هم نسبت حجمی مواد تعامل کننده گازی اعداد کوچک و ثابت می‌باشد.

* یک مول هر ماده به اندازه عدد او گدر ($6,02 \cdot 10^{23}$) ذرات را دارا بوده، در صورتی که ماده حالت گاز را دارا باشد، یک مول هر گاز در شرایط 22.4L STP حجم را اشغال می‌نمایند.

* مول: عبارت از کتله ذرات به اندازه عدد او گدرو به گرام است، یا به عباره دیگر اگر کتله ذرات به اندازه عدد او گدرو به گرام افاده شود، این کمیت را به نام مول (Mole) یاد می‌نمایند

* مقدار عنصر مطلوب را که در یک مول مرکب موجود است ضرب، در 100 نموده و تقسیم بر مقدار مول آن مرکب می‌نماییم. کمیت حاصله مقدار فیصدی عنصر مطلوب را افاده می‌نماید،

تمرین فصل نهم سؤالهای چهار جوابه

- 1 - به صورت عموم یک مسأله علمی به ----- پایه استوار است :
الف - یک ب - دو ج - سه د - چهار
- 2 - کتله‌های مجموعی محصول تعامل ----- به مجموعه کتله‌های مواد تعامل کننده است.
الف - زیاد تر ب - کمتر ج - مساوی د - بعضی اوقات زیاد و بعضی اوقات کم
- 3 - عالمی به نام ----- قانون نسبت‌های ثابت را طرح ریزی کرده و ازین سبب به نام موصوف نیز مسمی می‌باشد
الف - لاوازیه ب - گیلوسک ج - Proust د - دالتن
- 4 - نسبت آکسیجن در مرکب آب و مرکب هایدروجن پراکساید ----- است
الف - 1:2 ب - 1:3 ج - 2:3 د - 1:2
- 5 - کتله معادل H_3PO_4 را کدام ارقام ذیل نشان می‌دهد ؟
الف - 16 ب - 15 ج - 32.6 د - 22.6
- 6 - به حرارت و فشار ثابت، نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی آنها ----- است
الف - اعداد تام، کوچک و ثابت ب - اعداد کسری ج - ارقام بزرگ د - هیچ کدام
- 7 - یک مول هر ماده به اندازه ----- ذرات را دارا است :
الف - عدد اوگدرو، ب - $(6.02 \cdot 10^{23})$ ، ج - 22.4 لیتر، د - الف و ب هر دو
- 8 - کتله اتمی نسبتی کاربن 12 و کتله یک اتم آن $1.993 \cdot 10^{-23}$ است، قیمت amu
الف - $(1.661 \cdot 10^{-24} \text{ g})$ ب - $(6.02 \cdot 10^{-27})$ ج - الف و ب د - هیچکدام
- 9 - فیصدی کاربن را در گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$) محاسبه نماید.

الف - 50% ب - 23% ج - 40% د - 33%

10 - مول عبارت از کتله ذرات به اندازه ----- به گرام است .
الف - کیلوگرام ب - $(6.02 \cdot 10^{23})$ ج - عدد اوگدرو د - ب و ج هر دو درست است

سؤالهای تشریحی

1 - به حرارت و فشار زیاد گاز نایتروجن و هایدروجن با هم تعامل نموده، امونیا را تشکیل می دهند، اگر $4.20 \cdot 10^{26}$ مالیکول نایتروجن با هایدروجن تعامل نماید، مقدار هایدروجن تعامل کننده و تعداد مالیکولهای هایدروجن تعامل کننده چقدر خواهد بود؟ امونیا حاصل شده چقدر و چند مالیکول خواهد بود؟

2 - امونیا با آکسیجن تعامل نموده NO و آب حاصل می گردد، به تعداد $3.6 \cdot 10^{21}$ مالیکول اکسیجن چه تعداد مالیکول NO را تولید کرده میتواند؟

3 - فیصدی B را در مرکب $HGa_3AlBSi_2O_{16}$ محاسبه نمایید.

4 - مس سلفیت ($CuSO_4$)، K_2CrO_4 و آب (H_2O) تحت شرایط خاص با هم تعامل نموده، محصول تعامل آنها مرکبی است که از OH^- ، CrO_4^{2-} ، Cu^{2+} تشکیل گردیده است. تحلیل مقداری نشان می دهد که در مرکب مطلوب ایونهای فوق الذکر بالترتیب 48.7%، 35.6% و 15.7% موجود است، فورمول تجربی مرکب مذکور را دریافت نمایید.

5 - کمیت های مشخص شده ذیل را محاسبه نمایید.

الف - تعداد مول های موجود در $9.32 \cdot 10^{25}$ اتوم Zn.

ب - کتله 3.27 مول ارگون چند گرام است؟

ج - ذرات اتومی $3,07 \cdot 10^{20}$ نقره چند ملی گرام کتله دارد؟

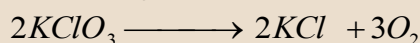
د - 46.5 cm^3 آهن چقدر اتوم را داراست ($d_{Fe} = 7.68 \text{ g/cm}^3$) است.

6 - وزن اتومی فلزی را دریافت نمایید که فورمول تجربی اکساید مربوطه آن Me_2O_3 بوده و فیصدی فلزی مطلوب در اکساید آن 68.4% بوده باشد.

7 - عنصر X با کلورین تعامل نموده، مرکب XCl_4 را تشکیل داده است، فیصدی ایون را (Cl^-) در مرکب مذکور 74% بوده باشد، X کدام عنصر است؟

8 - به مقدار 1.423g کساید اسکاندینیم با H_2 تعامل و ارجاع گردیده است که در نتیجه 0.929g فلز Sc و آب حاصل شده است، فورمول اکساید را دریافت نمایید.

9- اگر $KClO_3$ حرارت داده شود طبق معادله ذیل به KCl و اکسیجن تبدیل می گردد.



اگر 50% مرکب مذکور تجزیه گردد، چقدر از وزن $KClO_3$ کاسته می شود؟ در صورتی که مقدار آن 100g باشد.

10 - مخلوط $NaCl$ و KCl به وزن یک گرم موجود است، زمانی که مخلوط در آب حل گردد و بالای $AgNO_3$ علاوه شود تمام یون های کلوراید به $AgCl$ تبدیل شده، رسوب می نماید، مقدار $AgCl$ رسوب کننده مساوی به 2.1476g است، فیصدی $NaCl$ در مخلوط اولی چقدر خواهد بود؟

11 - به مقدار 1.28g کلسیم در مجاورت هوا به طور کامل به CaO 1.8g تبدیل گردیده است، کتله اتمی Ca را دریافت نمایید، در صورتی که کتله اتمی اکسیجن 16 باشد.

12 - زمان که 2.75g مرکب Pb_3O_4 را حرارت دهیم، تجزیه خواهد گردید و به مقدار 0.064g آکسیجن و اکساید دیگر آن تشکیل می گردد، فورمول اکساید سرب تشکیل شده را دریافت نمایید.

13 - یک مخلوط هایدروکاربن که شامل 60 فیصد کتلی C_3H_8 و 40% C_xH_y است، به مقدار 10گرم آن سوختانده شده است، در نتیجه 29g CO_2 و 18.8g آب حاصل گردیده است فورمول هایدروکاربن C_xH_y را دریافت نمائید.

14- Li_2CO_3 فورمول تجربی لیتیم کاربونات است هر واحد فورمول مرکب مذکور دارای کدام تعداد اتم های عناصر متشکله است؟

15 - نمونه از گاز نایتروجن دارای $4.6 \cdot 10^{22}$ اتم نایتروجن است، چند مول اتم نایتروجن در این کمیت اتمی موجود است؟

16 - سنگ آهک (کلسیم کاربونات) را حرارت می دهیم در نتیجه به CaO و CO_2 تبدیل می گردد اگر 40g سنگ آهک تجزیه گردد، به مقدار 22.4g CaO حاصل می شود، مقدار CO_2 را در این تجزیه محاسبه نمایید.

مآخذ

- 1- Kotz John C., paul Treichel, Jr. Chemistry and Chemical Reactivity(fourth edition). Harourt Barace and Company. U.S.A., 1999.
- 2- Raymony Chang. Chemistry(seventh edition). 2002.
- 3- Chemistry News are selected from chemistry in Britian, Nos. May, Jun, August/ 1998.
- 4- Hotl, Rinehart/Winston Physical Science, a Harcourt education chemistry Company 2005.
- 5- Hotl, Rinehart/Winston Modern chemistry 2005.
- 6- Chemistry stouten S.Zumdahl, third edition university of Illinois 1993.
- 7- Fuddamental of Chemistry, third edition, David E. Goldberg. Brookly College, 1998.
- =
- 8- Kotz John C., paul Treichel, Jr. Chemistry and Chemical Reactivity(fourth edition). Harourt Barace and Company. U.S.A., 1999.
- ۹- شیمی (۳) و آزمایشگاه. برهم کنش میان مواد، سال سوم دبیرستان، ۱۳۸۶ کود ۲۵۷،۱
- ۱۰- علوم تجربی. سال سوم دورهء راهنمایی، کود ۱۴۳ سال ۱۳۸۶.
- ۱۱- شیمی. شیمی برای زنده گی (۱)، کود ۲۰۷،۱ سال ۱۳۸۴.
- ۱۲- کیمیاى عمومی. مؤلف: پوهندوی دیپلوم انجنیر عبدالمحمد عزیز، استاد پوهنتون کابل سال: ۱۳۸۷.
- ۱۳- مفاهیم اساسی کیمیاى معاصر مؤلف E.N Ramsden: مترجم پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالمحمد عزیز کابل ۱۳۸۳.