نمایش مولکول ها و یون ها با ساختار لوویس

ساختار لوویس مشتمل بر ساختاری دو بعدی است که نمادهای الکترون – نقطه برای هر اتم و همسایگان آن، جفت های پیوندی که اتم ها را به هم نگاه داشته است، جفت های ناپیوندی که لایه بیرونی هر اتم را پر می کند، نشان می دهد.

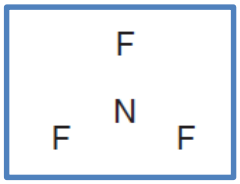
استفاده از قاعده هشتایی برای نوشتن ساختار لوویس

برای نوشتن ساختار لوویس، موقعیت نسبی اتم ها را در مولکول (یا یون چند اتمی) تعیین می کنیم. به عبارت دیگر اتم های مجاور را که به هم متصل اند مشخص می کنیم و سپس الکترون های ظرفیت را به صورت جفت های پیوندی و ناپیوندی توزیع می نماییم. از ساختارهای لوویسی شروع می کنیم که از قاعده هشتایی تبعیت می کنند، یعنی آنهایی که لایه بیرونی هر اتم آن با هشت الکترون (یا دو الکترون برای هیدروژن) پر می شود. در طرح زیر مراحل نوشتن ساختار لوویس به ترتیب آورده شده است.

مثال رسم ساختار لوویس مولکول های با پیوند یگانه NF_3

مرحله ۱ . اتم ها را نسبت به هم قرار دهید برای فرمول مولکولی **ABn** ، اتمی با شماره گروه کمتر را در مرکز قرار دهید. زیرا برای هشتایی شدن به تعداد الکترون بیشتری نیاز دارد. اتم **N** در مولکول NF_3 پنج الکترون دارد و برای هشتایی شدن به سه الکترون نیاز دارد. در حالی که هر اتم **F** با داشتن سه جفت الکترون فقط به یک الکترون نیاز دارد. بنابر این **N** در مرکز و اتم های **F** در اطراف آن قرار می گیرد

اگر اتم ها در یک گروه هستند، مانند SO_3 و ClF_3 ، اتمی با دوره تناوبی بیشتر را در مرکز قرار دهید. چون اتم هیدروژن **H** فقط یک پیوند تشکیل می دهد، هرگز نمی تواند اتم مرکزی باشد.

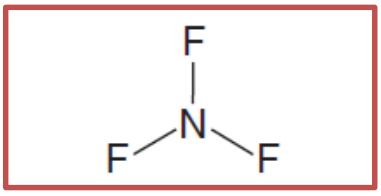


مرحله ۲ . تعیین تعداد کل الکترون های ظرفیت موجود برای یک مولکول، تعداد الکترون های ظرفیت تمام اتم های آن را جمع کنید. (به خاطر داشته باشید که تعداد الکترون های ظرفیت با رقم یکان شماره گروه اصلی برابر است.) در مولکول NF_3 ، اتم N پنج الکترون ظرفیت و هر اتم F هفت الکترون ظرفیت دارد.

$$[۱ \times N(۵e^-)] + [۳ \times F(۷e^-)] = ۵e^- + ۲۱e^- = ۲۶\ e^-\ \text{ظرفیت}$$

در یون های چند اتمی، یک e^- به ازای هر بار منفی یون اضافه، یا یک e^- به ازای هر بار مثبت کم کنید.

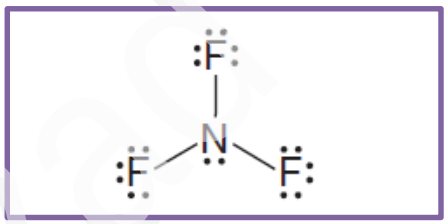
مرحله ۳ . از اتم مرکزی به هر اتم مجاور آن یک پیوند یگانه وصل کنید و به ازای هر پیوند یگانه دو الکترون ظرفیت کم کنید. حداقل باید یک پیوند یگانه بین دو اتم پیوندی وجود داشته باشد.



به ازای هر پیوند یگانه $۲e^-$ از کل تعداد الکترون های ظرفیت موجود (مرحله۲) کم کنید تا تعداد الکترون های باقی مانده به دست آید.

$$N - F\ \text{پیوند}\ ۳ \times ۲e^- = ۶e^- \quad \rightarrow \quad \text{باقی مانده}\ ۲۶e^- - ۶e^- = ۲۰e^-$$

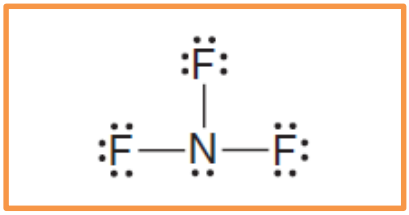
مرحله۴ . الکترون های باقی مانده را به صورت جفت بر روی اتم ها طوری توزیع کنید که هر اتم هشت الکترونی (برای H دو الکترونی) شود. ابتدا جفت های ناپیوندی را بر روی اتم های اطراف قرار دهید تا همه آن ها هشتایی شوند. اگر الکترونی باقی ماند آن را بر روی اتم مرکزی بگذارید. سپس مطمئن شوید که همه اتم ها $۸e^-$ دارند.



این ساختار لوئیس NF_3 است. همیشه کنترل کنید که تعداد کل الکترون ها (پیوندی و ناپیوندی) با جمع الکترون های ظرفیت برابر باشد:

$۶e^-$ در سه پیوند به اضافه $۲۰e^-$ در ده جفت ناپیوندی با ۲۶ الکترون ظرفیت برابر می باشد.

این نحوه قرار گرفتن اتم های F در اطراف اتم N به شکل مولکول NF_3 شباهت دارد. از آنجایی که ساختار لوویس شکل را مشخص نمی کند، ساختار لوئیس صحیح دیگر برای NF_3 از این قرار است.



می توانید با استفاده از این چهار مرحله ساختار لوویس هر مولکول با پیوندهای یگانه که اتم مرکزی آن C، N یا O باشد و همچنین بعضی از مولکول های دیگر که اتم مرکزی تناوب بیشتری دارد (هم گروه این اتم ها باشند) را رسم کنید. به خاطر داشته باشید که:

تقریباً در تمام ترکیب ها

- ✓ **اتم هیدروژن یک پیوند تشکیل می دهد.**
- ✓ **اتم کربن چهار پیوند دارد.**
- ✓ **اتم نیتروژن سه پیوند تشکیل می دهد.**
- ✓ **اتم اکسیژن دو پیوند دارد.**
- ✓ **هالوژن ها هنگامی که در اطراف هستند یک پیوند تشکیل می دهند. اتم فلوئور همیشه در اطراف قرار می گیرد.**

رسم ساختار لوویس برای مولکول هایی با پیوند چند گانه

پس از انجام مراحل ۱ تا ۴ متوجه می شوید که اتم مرکزی (یا یکی از اتم های مرکزی) برای هشتایی شدن الکترون کافی ندارند. این معمولاً به معنای آن است که یک پیوند چندگانه وجود دارد و مرحله ۵ لازم می باشد.

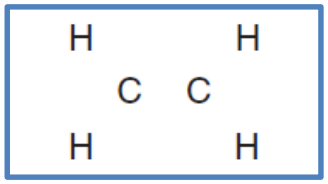
مرحله ۵ .حالتی که پیوندهای چند گانه دخالت دارند. اگر اتم مرکزی بعد از مرحله ۴ هنوز هشت الکترونی نیست، با تغییر یک جفت ناپیوندی از یکی از اتم های اطراف به جفت پیوندی با اتم مرکزی، یک پیوند چند گانه تشکیل می دهد.

ساختار لوویس اتین (C_2H_4). مراحل ۱ تا ۴ را نشان دهید.

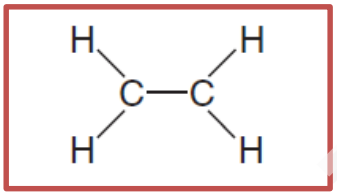
۱) شمردن الکترون های ظرفیت

$$\text{ظرفیت } ^-12e = [2 \times C(4e^-)] + [4 \times H(1e^-)] = 8e^- + 4e^- = 12e^-$$

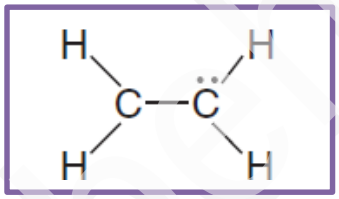
۲) قرار دادن اتم ها (چینش اتم ها)



۳) رسم کردن پیوندهای یگانه

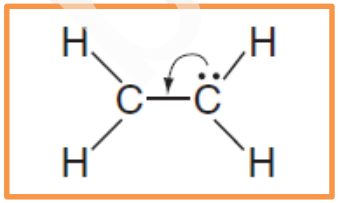


۴) توزیع الکترون های ظرفیت باقی مانده به صورت جفت برای رسیدن به هشتایی

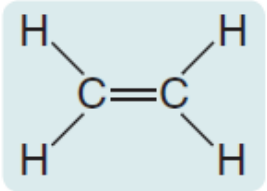


$$\text{باقی مانده } ^-2e = ^-12e - ^-10e \quad \rightarrow \quad \text{پیوند } 5 \times ^-2e = ^-10e$$

بعد از مراحل ۱ تا ۴ برای C_2H_4 چنین خواهیم داشت.



۵) کربن سمت چپ در شکل مقابل هشتایی نشده، بنابر این یک جفت الکترون ناپیوندی روی کربن سمت راست را بین دو اتم کربن برای تشکیل پیوند دوگانه انتقال می دهیم.



هر اتم کربن ۴ پیوند دارد و به هر کربن در پیوند دوگانه ^-4e می رسد، شش پیوند حاصل از ^-12e ظرفیت اتم ها در ساختار لوویس وجود دارد.

ساختارهای لوویس – استثنا از قاعده هشتایی

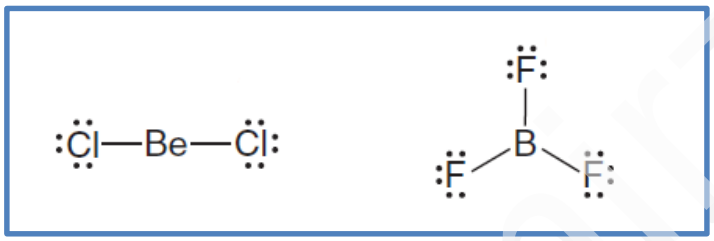
قاعده هشتایی برای بیشتر مولکول ها و یون هایی که اتم مرکزی آنها در تناوب دوم قرار دارد دیده می شود اما نه برای همه آنها، همچنین در تعدادی از مولکول ها و یون هایی که اتم مرکزی در دوره سوم و بالاتر باشد قاعده هشتایی رعایت نمی شود. سه استثنای مهم برای مولکول ها عبارتند از:

۱) اتم های دارای کمبود الکترون

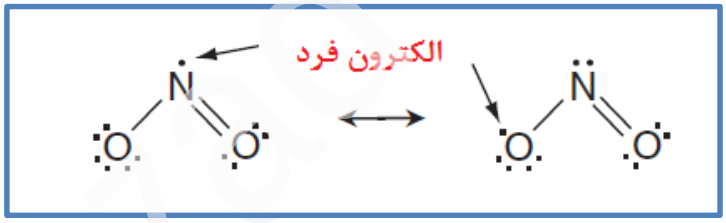
۲) اتم های دارای الکترون فرد

۳) اتم های با الکترون های ظرفیت توسعه یافته

مولکول های با کمبود الکترون مولکول های گازی که دارای هر یک از اتم های برلیم Be یا بور B به عنوان اتم مرکزی باشند کمبود الکترون دارند. اطراف این دو اتم کمتر از هشت الکترون وجود دارد.

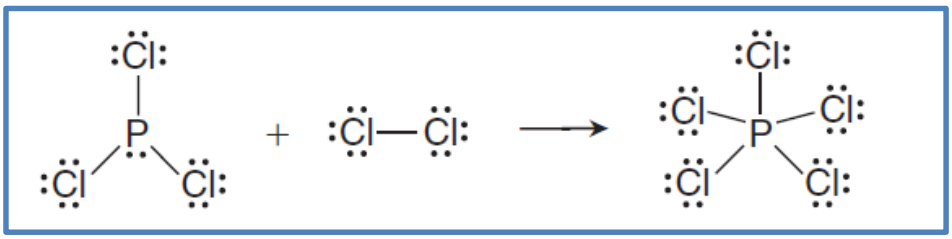


مولکول های با الکترون فرد در تعداد کمی از مولکول ها اتم مرکزی الکترون فرد دارد، همچنین آنها نمی توانند الکترون های فرد خود را جفت کنند. N در گروه (۱۵) و Cl در گروه (۱۷) از این نوع اتم ها هستند. NO و NO۲ مثال هایی از این مولکول ها هستند که در آن ها اتم مرکزی N یک الکترون فرد دارد.



لایه ظرفیت توسعه یافته برخی مولکول ها و یون ها دارای بیش از هشت الکترون در اطراف اتم مرکزی خود هستند. اتم مرکزی باید بزرگ و دارای زیر لایه های خالی برای انتقال الکترون باشد. از این رو توسعه لایه ظرفیت فقط در اتم های نافلز دوره سوم و بالاتر رخ می دهد که زیر لایه d در دسترس دارند. این اتم مرکزی می تواند با چهار یا بیشتر و یا کمتر از چهار اتم پیوند دهد.

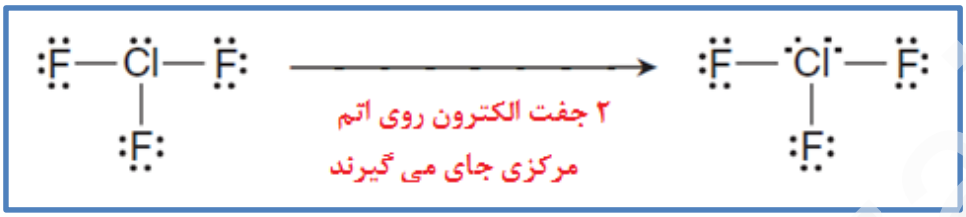
۱- اتم مرکزی با بیش از چهار اتم پیوند دهد. اتم فسفر در فسفر تری کلرید PCl۳ آرایش هشتایی دارد، وقتی PCl۳ با گاز کلر واکنش می دهد، اتم های کلر Cl دو پیوند اضافی با اتم مرکزی فسفر P تشکیل می دهند و اتم P الکترون های لایه ظرفیت خود را تا $۱۰e^-$ توسعه می دهد.



۲- اتم مرکزی چهار یا کمتر از چهار پیوند تشکیل می دهد. یک مثال در این مورد اتم کلر Cl در کلر تری فلوئورید ClF_3 است. در مولکول ClF_3 تعداد $28e^-$ ظرفیت وجود دارد.

$$[1 \times Cl(7e^-)] + [3 \times F(7e^-)] = 7e^- + 21e^- = 28 \text{ ظرفیت } e^-$$

تعداد $6e^-$ در سه پیوند یگانه Cl – F شرکت می کنند و $20e^-$ الکترون نیز برای همه اتم ها هشتایی را کامل می کند. $2e^-$ باقی مانده از آن اتم مرکزی Cl است که موجب می شود اتم Cl دارای $6e^-$ در لایه ظرفیت توسعه یافته شود.



به صورت کلی، مشابه با مولکول ClF_3 الکترون های ظرفیت باقی مانده پس از هشتایی شدن همه اتم ها ***(هیدروژن دوتایی می شود)***، روی اتم مرکزی جای می گیرند.

behzad mirzaie

بخش تمرین ها

توضیح در مورد تمرین های انتخابی: در کتاب درسی شیمی دهم ساختارهای لوویس برای مولکول هایی که اتم مرکزی آن ها از آرایش هشتایی پیروی نکند، گفته نشده است. همچنین به ساختار لوویس یون های چند اتمی و قلمروهای الکترونی اطراف اتم مرکزی اشاره نشده است. اما با توجه به این که در تست های شیمی کنکور سال ۹۹ ساختارهای لوویس فراتر از کتاب درسی داده شده بود، تمرین هایی در همین مورد در این بخش آورده شده است.

هرگاه تو را بر خدای سبحان نیازی است در آغاز بر رسول خدا (ص) درود فرست، سپس حاجت خود بخواه که خدا بزرگوارتر از آن است که بدو دو حاجت برند، یکی را برآرد و دیگری را بازدارد. حضرت علی (ع)

۱ وجه تمایز بین جفت الکترون ناپیوندی و جفت الکترون پیوندی چیست؟

۲ در هر یک از مولکول ها یا یون های زیر، اتم (اتم های) مرکزی را تعیین کنید.

آ) HCO_3^- ب) $BeBr_2$ پ) SO_3 ت) $Al(OH)_4^-$

۳ در هر یک از مولکول ها یا یون های زیر، اتم (اتم های) مرکزی را تعیین کنید.

آ) SO_4^{2-} ب) NH_3 پ) NH_4^+ ت) $AlCl_3$

ث) CH_3NH_2 ج) PCl_3

۴ فرمول لوویس را برای هر یک از ذرات زیر رسم کنید.

آ) PCl_3 ب) $SnCl_4$ پ) BrF_3 ت) SbF_6^-

۵ فرمول لوویس را برای هر یک از ذرات زیر رسم کنید.

آ) BF_3 ب) SO_2 پ) IO_3^- ت) $SiCl_4$

۶ فرمول لوویس هر یک از ذرات چند اتمی زیر را رسم کنید.

ب) $\underline{N}H_3 + H^+ \rightarrow \underline{N}H_4^+$ آ) $H_2\underline{O} + H^+ \rightarrow H_3\underline{O}^+$

۷ فرمول لوویس هر یک از یون های چند اتمی زیر را رسم کنید.

آ) H_3O^+ ب) PCl_6^- پ) PCl_4^- ت) $SbCl_4^+$

۸ فرمول لوویس ترکیب های داده شده را بنویسید.

آ) BrF_3 ب) BrF پ) BrF_5

۹ آ) فرمول لوویس ترکیب های زیر را بنویسید.

SiF_4 SF_4 XeF_4

۱۰ ساختار لوویس ترکیب های زیر را رسم کنید.

آ) BrF_5 ب) IF_3 پ) IBr_2^- ت) BrF_2^+

۱۱ فرمول لوویس ذرات زیر را بنویسید.

آ) IBr_2^- ب) $TeCl_4$ پ) $NOBr$ (N اتم مرکزی) ث) $SOCl_2$ (S اتم مرکزی)

۱۲ در هر یک از مولکول های زیر اتم فلوئور با یکی از اتم های گروه های ۱۳ تا ۱۷ پیوند تشکیل داده است. ساختار لوویس هر را رسم کنید.

آ) BF_3 ب) CF_4 پ) NF_3

ت) OF_2 ث) HF

۱۳ فرمول لوویس ترکیب های زیر را بنویسید.

آ) CS_2 ب) AlF_3 پ) H_2S ت) SnF_2

۱۴ فرمول لوویس ترکیب های زیر را بنویسید.

آ) OF_2 ب) CH_4 پ) H_2SO_4 ت) SnF_4

۱۵ در هر یک از یون های زیر، سه اتم اکسیژن به اتم مرکزی متصل شده اند. ساختار لوویس هر یک را رسم کنید.

آ) BO_3^{3-} ب) CO_3^{2-} پ) SO_3^{2-} ت) ClO_3^-

۱۶ فرمول لوویس مولکول های اکسیژن O_2 و اوزون O_3 را رسم کنید. در این دو مولکول هر اتم اکسیژن چند قلمرو الکترونی دارد؟ چند قلمرو الکترونی پیوندی و چند قلمرو الکترونی ناپیوندی است؟

۱۷ فرمول لوویس و شکل سه بُعدی مولکول های دارای چند اتم مرکزی را رسم کنید.

آ) بوتان C_4H_{10} ب) پروپن $H_2C = CHCH_3$ پ) ۱- بوتین $HC \equiv CCH_2CH_3$

ت) استالدهید CH_3CHO

۱۸ تعیین کنید هر اتم N در ساختارهای زیر چند قلمرو الکترونی دارد؟ چند قلمرو پیوندی و چند قلمرو ناپیوندی است؟

آ) NH_3 ب) NH_4^+ پ) $HN = NH$

ت) $N \equiv CH$ ث) $H_2N - NH_2$

۱۹ ساختار لوویس هر یک از ذرات زیر را رسم کنید.

آ) OCl_2 ب) BF_3 پ) BF_4^- ت) $SbCl_5$ ث) SbF_6^-

۲۰ قلمروهای الکترونی هر اتم (به جز هیدروژن) را در هر ترکیب تعیین کنید. چند قلمرو پیوندی و چند قلمرو ناپیوندی است.

آ) $H_2C = O$ ب) $HC \equiv N$ پ) $CH_3CH_2CH_3$ ت) $H_2C = C = O$

۲۱ فلوئوریدهای زنون XeF_2، XeF_4 و XeF_6 را در نظر بگیرید.

آ) ساختار لوویس هر یک را رسم کنید.

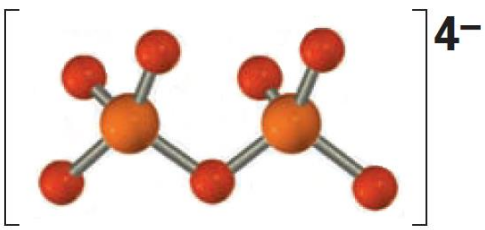
ب) اتم Xe در هر مولکول چند قلمرو الکترونی ناپیوندی دارد؟

۲۲ برای ید و فلوئور سری ترکیب های بین هالوژنی IF_3، IF_4^-، IF_5، IF_6^- و IF_7 را در نظر بگیرید.

آ) ساختار لوویس هر یک را رسم کنید.

ب) اتم ید I در هر مولکول چند قلمرو الکترونی ناپیوندی دارد؟

۲۳ در یون پیروفسفات $P_2O_7^{4-}$، یک اتم اکسیژن با دو اتم فسفر پیوند داده است.



ساختار لوویس این یون را رسم کنید. اتم اکسیژن که با دو فسفر پیوند داده، چند قلمرو الکترونی پیوندی و ناپیوندی دارد؟

۲۴ ساختار لوویس هر یک از ذرات زیر را رسم کنید. تعداد قلمروهای الکترونی اتم مرکزی (N) را مشخص کنید.

NO_2 NO_2^- NO_2^+