جزوه علوم نهم اندیشه پویا

فصل دوم : رفتار اتم ها با یکدیگر

محمد احتشام دبیر علوم تجربی ناحیه ۵ مشهد

تا به حال آموختید که ویژگیهای مواد به نوع ذرات سازنده آنها بستگی دارد. همچنین گفتیم ذرات سازنده مواد ممکن است اتم باشد یا مولکول. اگر اتمها الکترون بگیرند یا از دست بدهند به یون تبدیل می شوند. پس یون هم یکی دیگر از ذرات سازنده مواد است. بر این اساس ترکیبات به دو گروه ترکیبات یونی و ترکیبات مولکولی تقسیم می شوند. نمک و شکر را در نظر بگیرید. این دو ماده از نظر شکل ظاهری بسیار به هم شبیه هستند. هر دو جامدند، هر دو در آب حل می شوند، هر دو ساختار بلوری دارند و .....

با وجود این شباهتها نمک و شکر دو ماده کاملا متفاوت هستند چون ویژگیها و خواص شیمیایی متفاوتی دارند. محلول نمک در آب رسانای جریان برق است ولی محلول شکر در آب رسانای جریان برق نیست. نقطه ذوب شکر پایین ولی نقطه ذوب نمک بسیار بالا است و ..... در ادامه این فصل دلیل این تفاوتها را توضیح می دهیم.

ترکیبات مولکولی: ذرات تشکیل دهنده این مواد مولکول ها هستند مانند شکر، الکل، آب و .... اگر یک ترکیب مولکولی مانند شکر داخل آب حل شود مولکول های شکر در آب پراکنده می شوند ولی چون مولکول ها بار الکتریکی ندارند این محلول رسانای جریان الکتریکی نیست.

نکته ۱ : اتیلن گلیکول ، اتانول، شکر و آمونیاک ترکیبات مولکولی هستند پس محلول آنها رسانای جریان برق نیست.

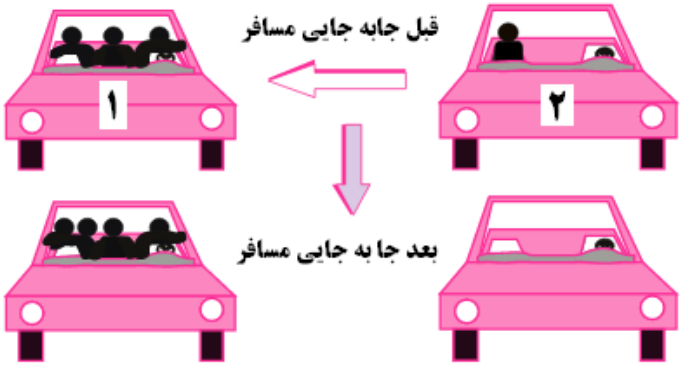
ترکیبات یونی: ذرات تشکیل دهنده این ترکیبات یونها هستند. نمک خوراکی (سدیم کلرید یا NaCl) تشکیل شده است. (Cl^-) و کلر (Na^+) یک ترکیب یونی است که از یونهای سدیم

نکته۲: ترکیباتی مانند سدیم کلرید، پتاسیم پر منگنات، کلسیم کربنات، کات کبود و سدیم هیدروکسید ترکیبات یونی هستند یعنی محلول آنها رسانای جریان برق است.

قبل از این که ترکیبات یونی و ترکیبات مولکولی و خواص آنها را بررسی کنیم بهتر است یک یادآوری از سال هشتم داشته باشیم.

یادآوری: یون چیست و چگونه درست می شود؟ اگر اتمی الکترون بگیرد یا الکترون از دست بدهد به یک ذره باردار تبدیل می شود که به این ذره باردار یون می گوییم. اگر اتمی الکترون بگیرد تعداد الکترونهای اتم نسبت به تعداد پروتون هایش افزایش می یابد در نتیجه بار اتم منفی می شود که به آن یون منفی می گوییم. در مقابل اگر اتمی الکترون از دست بدهد تعداد بار های منفی اتم از تعداد بارهای مثبت آن کمتر می شود که به آن یون مثبت می گوییم.

سوال: چرا برخی اتمها تمایل دارند الکترون بگیرند و به یون منفی تبدیل شوند و برخی اتمها تمایل دارند الکترون بدهند و به یون مثبت تبدیل شوند؟ برای این که جواب این سوال را پیدا کنید به مثال زیر دقت کنید.



فرض کنید در یک ایستگاه تاکسی دو تاکسی منتظر مسافر هستند. تاکسی اولی ۳ مسافر دارد و یک صندلی خالی (شکل مقابل). تاکسی دوم یک مسافر دارد و سه صندلی خالی. در این گونه مواقع معمولا راننده ها مسافران خود را جا به جا می کنند یعنی تاکسی دوم که فقط یک مسافر دارد همان یک مسافر را به تاکسی اول می دهد تا او زودتر حرکت کند. با این جا به جایی تاکسی اول کاملا پر می شود و تاکسی دوم کاملا خالی.

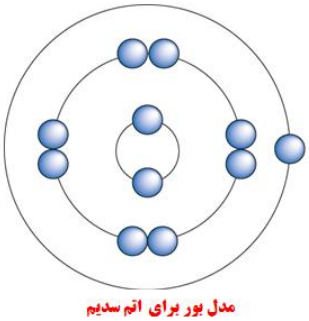
برخی از اتمها هم دقیقا همین کار را انجام می دهند یعنی همانگونه که دو تاکسی مسافران خود را جا به جا می کنند برخی اتمها هم الکترونهای خود را جا به جا می کنند.

سوال: چرا اتمها الکترونهایشان را با هم جا به جا می کنند؟ به خاطر این که وقتی لایه آخر یک اتم پر باشد آن اتم پایدار تر می شود. یعنی اتمها برای رسیدن به حالت پایدار یا الکترونهای اضافی مدار آخر خود را از دست می دهند یا با گرفتن الکترون مدار آخر خود را تکمیل می کنند. پس یادتان باشد اتمها فقط برای رسیدن به حالت پایدار الکترونهایشان را با هم جابه جا می کنند.

آیا همه اتمها الکترون هایشان را با هم جا به جا می کنند؟ جواب خیر است.

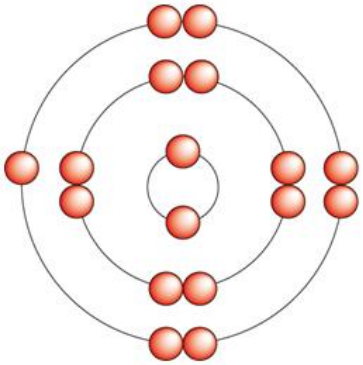
پس جا به جایی الکترونها در چه اتمهایی انجام می شود؟

به آرایش الکترونی دو عنصر زیر یعنی سدیم و کلر توجه کنید.


مدل بور برای اتم سدیم

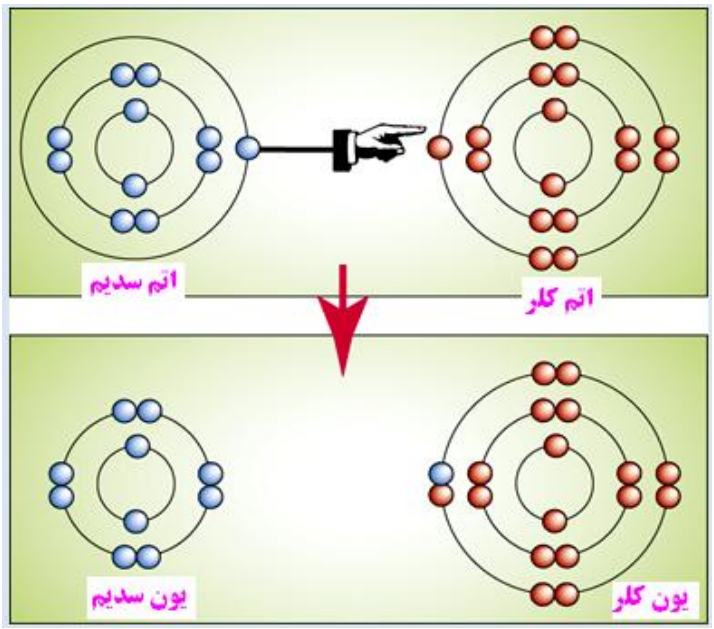
سدیم: سدیم دارای عدد اتمی ۱۱ است یعنی ۱۱ الکترون دارد. ۲ الکترون در مدار اول ۸ الکترون در مدار دوم و فقط ۱ الکترون در مدار سوم. همانطور که می بینید سدیم شبیه تاکسی دوم است چون در مدار آخر فقط یک الکترون دارد و بقیه مدار آخرش خالی است (شکل مقابل) می دانید که مدار سوم مانند مدار دوم می تواند ۸ الکترون داشته باشد.

(در سالهای آینده تعداد الکترونهای مدار سوم را دقیقتر خواهید آموخت)


مدل بور برای اتم کلر

کلر: کلر دارای عدد اتمی ۱۷ است. ۲ الکترون در مدار اول ۸ الکترون در مدار دوم و ۷ الکترون در مدار سوم. همانطور که می بینید کلر مانند تاکسی اول است چون در مدار آخر فقط یک جای خالی دارد (شکل مقابل).

حالا به نظر شما این دو اتم چه کاری انجام می دهند؟ بله درست حدس زدید سدیم و کلر مانند همان دو تاکسی الکترونهایشان را جا به جا می کنند یعنی سدیم که در مدار آخر فقط یک الکترون دارد همان یک الکترون را به کلر می دهد در نتیجه مدار سوم سدیم کاملا خالی می شود (یعنی مدار آخرش حذف می شود و مدار دوم می شود مدار آخر که کاملا پر است) و مدار آخر کلر با گرفتن یک الکترون کاملا پر می شود.



همانطور که در تصویر مقابل می بینید سدیم بعد از این که الکترون مدار سوم را به کلر می دهد مدار سومش کلا از بین می رود و حالا مدار آخر سدیم مدار دومش است که کاملا پر است و می بینید که کلر بعد از گرفتن الکترون مدار آخرش ۸ الکترونی می شود که آن هم کاملا پر می شود. حالا هر دو اتم پایدار هستند. به این عملی که اتمها با هم انجام می دهند داد و ستد الکترونی گفته می شود و به پیوندی که حاصل می شود پیوند یونی می گویند.

نکته۳: اتمها زمانی که مدار آخرشان کاملا پر باشد پایدار هستند به همین دلیل اتمها سعی می کنند با گرفتن یا از دست دادن یا اشتراک الکترون مدار آخرشان را تکمیل کنند.

چند نکته مهم در مورد گروه های جدول تناوبی:

نکته ۴: عناصر گروه اول (ستون اول جدول تناوبی) در مدار آخر فقط یک الکترون دارند به همین دلیل تمایل دارند این یک الکترون را از دست بدهند و به یون یک بار مثبت تبدیل شوند مانند Li^+ و Na^+ و K^+ و .....

نکته ۵: عناصر گروه دوم (ستون دوم جدول تناوبی) در مدار آخرشان ۲ الکترون دارند به همین دلیل تمایل دارند این دو الکترون را از دست بدهند و به یون دو بار مثبت تبدیل شوند مانند Mg^{2+} یا Ca^{2+}

نکته ۶: عناصر گروه هشتم در مدار آخر ۸ الکترون دارند (به جز هلیوم) و چون مدار آخرشان تکمیل است هیچ تمایلی به گرفتن یا از دست دادن الکترون ندارند. این گروه را گازهای بی اثر یا گازهای نجیب می نامند.

نکته ۷: عناصر گروه هفتم در مدار آخرشان ۷ الکترون و یک جای خالی دارند به همین دلیل تمایل دارند یک الکترون بگیرند و مدار آخرشان را کامل کنند به همین دلیل عناصر گروه هفتم با گرفتن یک الکترون به یون یک بار منفی تبدیل می شوند مانند F^- یا Cl^-

نکته ۸: داد و ستد الکترونی همیشه وقت بین یک عنصر فلزی و یک عنصر نافلز انجام می شود

نکته ۹: اتمهای فلزی بعد از ازدست دادن الکترون به یون مثبت تبدیل می شوند که به آنها کاتیون می گویند.

نکته ۱۰: اتمهای نافلز بعد از گرفتن الکترون به یون منفی تبدیل می شوند که به آنها آنیون می گویند.

ترکیبات یونی: ترکیبات یونی ترکیباتی هستند که از پیوند یونهای مثبت و منفی ایجاد می شوند و به پیوند آنها پیوند یونی می گویند.

نکته ۱۱: داد و ستد الکترونی منجر به تشکیل پیوند یونی می شود.

چند نکته مهم در رابطه با ترکیب های یونی

نکته ۱۲: ترکیبات یونی در اثر نیروی جاذبه بین یونهای مثبت و منفی ایجاد می شوند. نیروی جاذبه بین یونهای مثبت و منفی نیرویی بسیار قوی است. وجود این نیروی قوی به ترکیبات یونی ویژگیهای خاصی می دهد.

نکته ۱۳: ترکیبات یونی به دلیل وجود پیوند قوی که بین یونها وجود دارد حالت جامد دارند.

نکته ۱۴: نیرویی که بین یونهای مثبت و منفی ایجاد می شود یک نیروی بسیار قوی است به همین دلیل ترکیبات یونی نقطه ذوب بسیار بالایی دارند مثلا نمک در حدود ۸۰۰ درجه ذوب می شود.

نکته ۱۵: ترکیبات یونی در حالت جامد رسانای جریان برق نیستند چون یونها در بلور جامد قدرت حرکت کردن ندارند.

نکته ۱۶: ترکیبات یونی مولکول مجزا ندارند بلکه به صورت یک شبکه بلوری هستند.

نکته ۱۷: ترکیبات یونی بین یک فلز و یک نافلز تشکیل می شود.

نکته ۱۸: ترکیبات یونی در مجموع خنثی هستند چون بار منفی یونهای منفی توسط بار مثبت یونهای مثبت خنثی می شود.

نکته ۱۹: اتم فلز با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود و اتم نافلز با گرفتن الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود می رسد. به عناصر گروه آخر جدول (گروه ۸) گازهای نجیب می گویند.

نکته ۲۰: ترکیبات یونی در حالت جامد نارسانا ولی در حالت مذاب یا محلول رسانای جریان برق هستند.

نکته ۲۱: ترکیبات یونی اغلب شکننده هستند یعنی در اثر ضربه از هم جدا می شوند.

نکته ۲۲: حل شدن نمک در آب چگالی آب را افزایش می دهد.

سوال: چرا حل شدن نمک در آب چگالی آب را افزایش می دهد؟ برای درک این مطلب به مثال زیر توجه کنید.

فرض کنید که یک کیسه پر از گردو داریم که جرم آن ۵۰ کیلوگرم است. با وجود این که کیسه پر است و دیگر گردویی داخل آن جا نمی شود ولی ما می توانیم مثلا ۱۰ کیلو عدس را داخل این کیسه گردو جای دهیم چون عدسها در لابلای گردو ها قرار می گیرند بدون آن که حجم کیسه گردو افزایش یابد. حالا یک کیسه گردو و عدس داریم که جرم آن ۱۰ کیلو افزایش یافته (۵۰ کیلو گردو + ۱۰ کیلو عدس) ولی حجم آن تغییر زیادی نکرده است. می بینیدکه بلند کردن یک کیسه گردو و عدس از بلند کردن یک کیسه گردو دشوار تر است چون حالا چگالی کیسه افزایش یافته است(حجم ثابت ولی جرم زیاد شده).

زمانی که نمک را داخل آب حل می کنیم شبیه همین اتفاق می افتد یعنی یونهای نمک در لا به لای مولکول های آب قرار می گیرند و بدون آن که حجم آب تغییر چندانی داشته باشد جرم آب زیاد می شود و همین باعث می شود چگالی آب شور از چگالی آب معمولی بیشتر باشد. به همین دلیل در دریاچه ای مانند دریاچه ارومیه شنا کردن خیلی راحت است چون چگالی آب آنقدر زیاد است که شما به راحتی روی آب شناور می مانید.

نکته ۲۳: افزودن نمک به آب رسانایی الکتریکی، چگالی و نقطه جوش آب را افزایش ولی نقطه انجماد آب را کاهش می دهد.

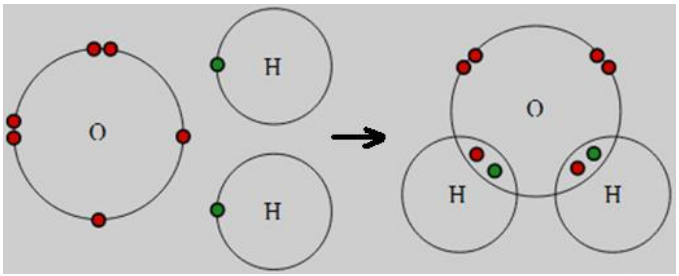
قانون پایستگی جرم: این قانون بیان می کند که در یک واکنش شیمیایی همیشه وقت مجموع جرم واکنش دهنده ها با مجموع جرم فراورده ها (یعنی موادی که تولید می شوند) با هم برابر است.

مشارکت الکترونی و پیوند اشتراکی (کووالانسی): برای این که پیوند اشتراکی (کووالانسی) را خوب درک کنید باز یک مثال ساده برای شما مطرح می کنیم. فرض کنید در روز شنبه شما ریاضی و علوم دارید. طبیعتا شما باید کتاب ریاضی و کتاب علوم را با خود همراه داشته باشد. حالا فرض کنید شما کتاب ریاضی را فراموش کرده اید یعنی فقط کتاب علوم را با خود آورده اید. به طور اتفاقی دوست کناری شما کتاب ریاضی را با خود آورده ولی کتاب علوم را فراموش کرده است با خود بیاورد. حالا شما فقط کتاب علوم دارید ودوستتان فقط کتاب ریاضی. در حالی که هر دو نفر شما هم به کتاب ریاضی و هم به کتاب علوم احتیاج دارید. شما و دوستتان چه کاری انجام می دهید؟ معلوم است به صورت مشترک از کتابهای هم استفاده می کنید یعنی ساعت اول هر دو نفر از کتاب علوم و ساعت بعد هر دو نفر از کتاب ریاضی استفاده می کنید. دقت کنید در این حالت شما کتابهایتان را به هم قرض نمی دهید بلکه به صورت اشتراکی از آنها استفاده می کنید.

بعضی وقتها اتمها هم همین کار را انجام می دهند. یعنی از الکترونهای هم به صورت اشتراکی استفاده می کنند. دقت کنید این حالت با داد و ستد الکترونی فرق دارد چون در داد و ستد الکترونی

اتمها الکترونهایشان را به هم قرض می دادند ولی در این حالت اتمها الکترونهایشان را به هم قرض نمی دهند بلکه از آنها به صورت اشتراکی استفاده می کنند.

برای درک بیشتر مطلب همان شکل کتاب درسی را برایتان توضیح می دهیم (مولکول آب)



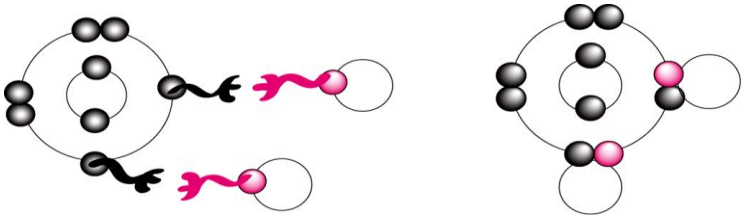
همانطور که در تصویر مقابل می بینید اتم اکسیژن در مدار آخر ۶ الکترون دارد و برای این که به حالت پایدار برسد ۲ الکترون دیگر لازم دارد (قبلا گفتیم زمانی که لایه آخر کامل باشد یعنی ۸ الکترون داشته باشد اتم پایدار است) .

از طرفی می بینید که اتم هیدروژن در مدار آخر فقط ۱ الکترون دارد و برای این که به حالت پایدار برسد به یک الکترون دیگر احتیاج دارد (دقت کنید مدار اول ظرفیت ۲ الکترون دارد یعنی وقتی مدار اول ۲ الکترونی باشد اتم پایدار است) . حالا اتم اکسیژن برای پایدار شدن ۲ الکترون لازم دارد و اتم هیدروژن ۱ الکترون لازم دارد. یک اتم اکسیژن با ۲ اتم هیدروژن الکترونهای خود را به اشتراک می گذارند و با این کار مدار آخر هیدروژن و اکسیژن کامل می شود. دقت کنید در تصویر بالا سمت راست الکترون خاکستری و الکترون صورتی به صورت مشترک استفاده می شوند یعنی این دو الکترون هم متعلق به اکسیژن است هم متعلق به هیدروژن. حالا می بینید که در مولکول آب اتمها پایدار هستند چون حالا اتم هیدروژن در مدار آخرش ۲ الکترون دارد، یکی الکترون خودش (الکترون خاکستری) و یکی الکترون اکسیژن (الکترون صورتی) و اتم اکسیژن هم پایدار است چون در مدار آخرش ۸ الکترون دارد ۶ الکترون صورتی که مال خودش بوده و ۲ الکترون خاکستری که با هیدروژنها شریک شده است.

نکته ۲۴: مشارکت الکترونی بین دو نافلز انجام می شود

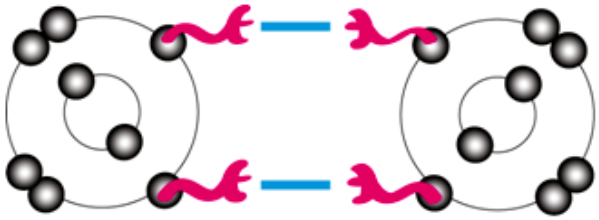
مشارکت الکترونی گسترده تر:

در فصل قبل به شما آموزش دادیم که مدل بور را به صورت جفت الکترون رسم کنید مثلا در تصویر زیر سمت چپ می بینید که اکسیژن در مدار آخر ۶ الکترون دارد. ۴ الکترون که دو تا دوتا جفت شده اند و ۲ الکترون تک. حالا شما هر کدام از الکترونهای تک در مدار آخر را مانند بازوی یک انسان فرض کنید. مثلا در شکل زیر می بینید که اکسیژن در مدار آخر دو الکترون تک دارد (شما فرض کنید که دو بازو دارد) و هیدروژن در مدار آخر یک الکترون تک دارد (شما فرض کنید که یک بازو دارد). در تصویر زیر می بینید که اکسیژن با دو دست با دو هیدروژن



که هر کدام یک دست دارند ارتباط برقرار کرده است. یعنی اکسیژن دو الکترون به اشتراک می گذارد و هر اتم هیدروژن یک الکترون به اشتراک می گذارند و مولکول آب را تولید می کنند.

مشارکت الکترونی گسترده در مولکول اکسیژن: یک مولکول اکسیژن از دو اتم مشابه اکسیژن تشکیل شده است.در تصویر مقابل دو اتم اکسیژن می بینید که هر کدام در مدار آخر دو الکترون تک دارند (هر کدام دو بازو). همانطور که در تصویر می بینید دو اتم اکسیژن با هم دو الکترون به اشتراک گذاشته و مولکول دو اتمی اکسیژن با دو پیوند اشتراکی (کووالانسی) ایجاد می کنند. قسمت پایین مدل پیوندی مولکول اکسیژن را نشان می دهد. در این مدل هر جفت الکترون اشتراکی را با یک خط نشان می دهیم. تصویر پایین را با تصویر بالا مقایسه کنید. می بینید هر دو بازویی که با هم دست داده اند شبیه یک پیوند اشتراکی هستند. پس هر پیوند اشتراکی حاصل یک جفت الکترون است.

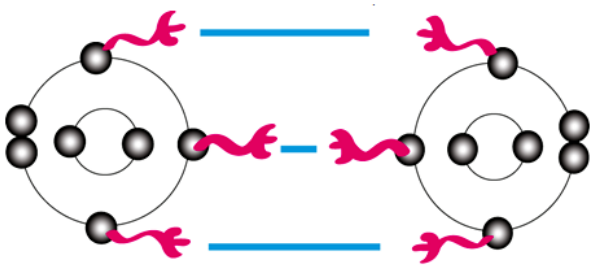


$O=O$

مولکول دو اتمی اکسیژن با دو پیوند کووالانسی

نکته ۲۵: به پیوندی که در اثر اشتراک دو الکترون تشکیل می شود پیوند اشتراکی (کووالانسی) می گویند

مشارکت الکترونی گسترده در مولکول نیتروژن: مولکول نیتروژن هم مانند مولکول اکسیژن از دو اتم مشابه تشکیل شده است. اگر مدل بور را برای اتم نیتروژن رسم کنید شکل زیر به دست می آید. یعنی نیتروژن در مدار آخر ۵ الکترون دارد که ۲ عدد آنها جفت هستند و ۳ الکترون به صورت تک قرار دارند. اگر هر الکترون تک را یک بازو در نظر بگیریم می بینید که اتم نیتروژن دارای ۳ بازو است. در تصویر مقابل می بینید که دو اتم نیتروژن با کمک سه دست خود با هم ارتباط برقرار کرده و یک مولکول دو اتمی نیتروژن را با ۳ پیوند اشتراکی (کووالانسی) ایجاد کرده اند.



$N\equiv N$

مولکول دو اتمی نیتروژن با سه پیوند کووالانسی

نکته ۲۶: داد و ستد الکترونی منجر به تشکیل ترکیبات یونی و مشارکت الکترونی منجر به تشکیل تر کیبات مولکولی می شود.

نکته ۲۷ : در پیوند اشتراکی هر پیوند را با یک خط نشان می دهیم که هر خط نماینده یک جفت الکترون است.