مفاهیم پایه شیمی

ساختار اتم

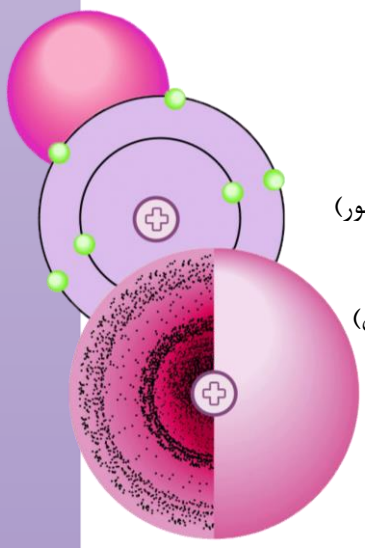
اتم: کوچکترین واحد سازنده یک عنصر شیمیایی که خواص شیمیایی آن را حفظ می کند.

اتم ها از اجزا کوچک تری به نام ذره های زیر اتمی تشکیل شده اند، در حد کتاب سه ذره زیر اتمی داریم:

۱. پروتون (p) با بار ۱+ و جرم ۱(با واحد amu) (مستقر در هسته)

۲. نوترون (n) با بار ۰ و جرم ۱(با واحد amu) (مستقر در هسته)

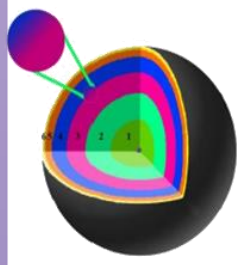
۳. الکترون (e) با بار ۱- و جرم $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ (با واحد amu) (مستقر در لایه های الکترونی اطراف هسته)



ساختاری که برای اتم ها در نظر گرفته شد به مرور و با پیشرفت علم، پیشرفته شد و تغییر کرد:

- ابتدا اتم را یک کره توپر در نظر گرفتند
- سپس برای آن هسته و مسیر های دایره ای شکل(مدار) برای حرکت الکترون ها در نظر گرفته شد.(مدل بور)
- بعد برایش هسته و مکان های سه بعدی (لایه) برای قرارگیری الکترون ها در نظر گرفته شد.(مدل لایه ای)

امروزه ما مدل لایه ای یا کوانتومی را به عنوان مدل نهایی قبول داریم که در آن پروتون ها و نوترون ها در هسته و مرکز اتم قرار دارند و الکترون ها در مکان های سه بعدی به نام لایه های الکترونی، اطراف هسته قرار دارند، نمای ساده شدهء این مدل به صورت زیر است و باید موارد زیر را درباره آن بدانیم:



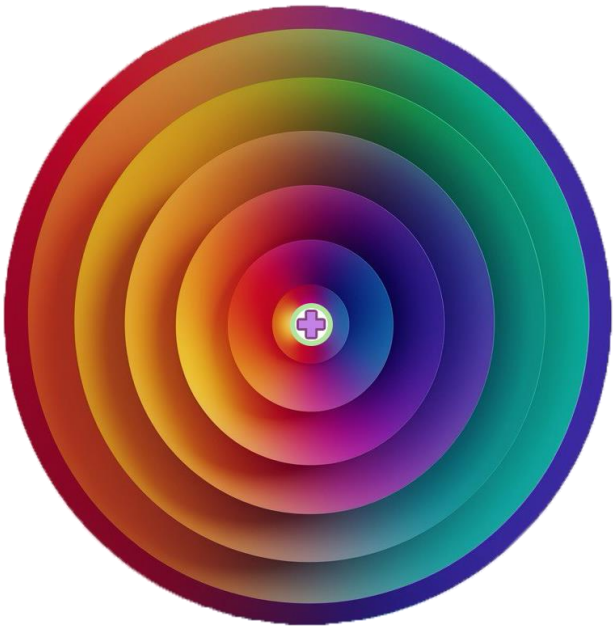
- اطراف اتم ها نهایتا ۷ لایه الکترونی اشغال می شود.
- هر یک از لایه ها خود از قسمت های کوچکتری به نام زیر لایه تشکیل شده است.
- چهار نوع زیر لایه s،p،d،f وجود دارند.
- هر یک از زیر لایه های s،p،d،f به ترتیب گنجایش ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ الکترون را دارند.
- هرچه از هسته دور شویم لایه ها بزرگتر می شوند به این صورت که:
  - لایه الکترونی شماره یک (n =۱) دارای یک زیرلایه (s) است.
  - لایه الکترونی شماره دو (n =۲) دارای دو زیرلایه (s وp) است.
  - لایه الکترونی شماره سه (n =۳) دارای سه زیرلایه (s ، p وd) است.
  - لایه الکترونی شماره چهار (n =۴) دارای چهار زیرلایه (s ، p ، d و f) است.
- روش اول مشخص کردن یک زیرلایه به صورت ۴s و ۵p و ۳d که به ترتیب یعنی:
  - زیرلایه ۴s یعنی لایه چهارم و زیرلایه نوع s
  - زیرلایه ۵p یعنی لایه پنجم و زیرلایه نوع p
  - زیرلایه ۳d یعنی لایه سوم و زیرلایه نوع d

- روش دوم مشخص کردن یک زیرلایه با استفاده از دو عدد کوانتومی است، n(عدد کوانتومی اصلی) و l (عدد کوانتومی فرعی)
- n(عدد کوانتومی اصلی) شماره لایه را مشخص می کند و l (عدد کوانتومی فرعی) شماره زیرلایه را مشخص می کند.
- برای هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی فرعی (l) در نظر می گیریم، مثلا می توان به جای زیرلایه s گفت $l=0$ یا برعکس:

نوع زیرلایه	s	p	d	f
عدد کوانتومی فرعی (l) معادل آن	۰	۱	۲	۳

نوع زیرلایه	s	p	d	f
گنجایش تعداد الکترون	۲	۶	۱۰	۱۴

- در روش دوم مشخص کردن یک زیرلایه به جای ۴s و ۵p و ۳d به ترتیب زیر عمل می کنیم:
  - در زیرلایه ۴s ، n(عدد کوانتومی اصلی) برابر ۴ و l(عدد کوانتومی فرعی) برابر صفر(۰) است.
  - در زیرلایه ۵p ، n(عدد کوانتومی اصلی) برابر ..... و l(عدد کوانتومی فرعی) برابر ..... است.
  - در زیرلایه ۳d ، n(عدد کوانتومی اصلی) برابر ..... و l(عدد کوانتومی فرعی) برابر ..... است.
- هر زیرلایه انرژی و در نتیجه پایداری متفاوتی دارد و هر چه یک زیر لایه پایدارتر باشد، زودتر از الکترون اشغال می شود.
- همواره در شیمی ، هر چه انرژی ..... ، سطح پایداری .....است.



انرژی زیرلایه ها و قاعده آفبا

انرژی هر زیرلایه به مجموع n و l بستگی دارد؛ به عبارتی:

- هر چه حاصل n+l کمتر باشد انرژی زیرلایه کمتر است.
- اگر حاصل n + l برای دو زیرلایه برابر باشد،زیرلایه ای که n کوچکتری دارد انرژی کمتری دارد.

تمرین ۱) مقایسه های زیر را انجام دهید.

انرژی: ۶s ☐ ۴f

انرژی: ۵d ☐ ۵p

انرژی: ۴d ☐ ۶s

انرژی: ۳d ☐ ۴p

هر چه انرژی یک زیر لایه کمتر باشد، پایدارتر است.

در اتم ها پر شدن زیرلایه ها از الکترون از یک قاعدهٔ کلی به نام «قاعدهٔ آفبا» پیروی می کند.

مطابق این قاعده، زیر لایه ای که پایدارتر باشد، زودتر از الکترون پر می شود.

آرایش الکترونی

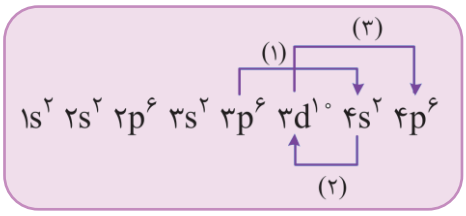
به نمایش قرار گرفتن الکترون ها در لایه ها و زیر لایه های اطراف هسته آرایش الکترونی گفته می شود.
رفتار و ویژگی های هر اتم را می توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد و در نتیجه رسم ارایش الکترونی بسیار پر اهمیت است.

۱. آرایش الکترونی (روش اصلی)
مطابق قاعده آفبا، ابتدا باید زیرلایه هایی که انرژی کمتر(پایداری بیشتری) دارند را توسط الکترون ها پر کنیم.

۱s / ۲s , ۲p / ۳s , ۳p , ۳d / ۴s , ۴p , ۴d , ۴f

برای رسم آرایش الکترونی یک اتم، الکترون های آن اتم که برابر عدد اتمی(Z) آن است را متناسب با گنجایش هر زیر لایه و مطابق با ترتیب فوق در این زیر لایه ها قرار می‌دهیم و با پر شدن هر زیرلایه، سراغ زیرلایه بعدی می رویم.
در این شیوهٔ نمایش، عدد پیش از حروف نشان دهندهٔ شماره لایه و توان ها نشان دهندهٔ تعداد الکترون های موجود در هر زیر لایه می باشند، مثلا$2p^5$ یعنی ۵ الکترون موجود در زیر لایه p مر بوط به لایه ۲

هر یک از زیر لایه های s،p،d،f به ترتیب گنجایش ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ الکترون را دارند و به شکل زیر پر می شوند:



تمرین ۲) آرایش الکترونی اتم های زیر را رسم کنید و سپس با جواب ها مقایسه کنید.

$_{11}Na$:

$_{26}Fe$:

$_{33}As$:

جواب:

$_{11}Na$:$1s^2/2s^2,2p^6/3s^1$

$_{26}Fe$:$1s^2/2s^2,2p^6/3s^2$, $3p^6$, $3d^6$ / $4s^2$

$_{33}As$:$1s^2/2s^2,2p^6/3s^2$, $3p^6$, $3d^{10}$ / $4s^2$, $4p^3$

آرایش الکترونی فشرده

باید گازهای نجیب ، عدد اتمی و آرایش الکترونی لایه آخر آن ها را حفظ کنیم:

شماره	آرایش الکترونی	نماد
اولین نجیب	$1s^2$	$_2He$
دومین نجیب	$1s^2/\underline{2s^2,2p^6}$	$_{10}Ne$
سومین نجیب	$1s^2/2s^2,2p^6/\underline{3s^2,3p^6}$	$_{18}Ar$
چهارمین نجیب	$1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^{10}/\underline{4s^2,4p^6}$	$_{36}Kr$
پنجمین نجیب	$1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^{10}/4s^2,4p^6,4d^{10}/\underline{5s^2,5p^6}$	$_{54}Xe$
ششمین نجیب	$1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^{10}/4s^2,4p^6,4d^{10},4f^{14}/5s^2,5p^6,5d^{10}/\underline{6s^2,6p^6}$	$_{86}Rn$

یک روش دیگر برای رسم آرایش الکترونی وجود دارد که فشرده تر است و به آن آرایش الکترونی فشرده می گوییم. برای نوشتن آرایش الکترونی اتم ها به روش فشرده ابتدا آرایش اتم موردنظر به صورت عادی نوشته می شود، سپس بزرگترین $s^2\ p^6$ موجود در این آرایش را پیدا کرده و تا همین بخش آرایش الکترونی را با آرایش الکترونی گاز نجیب مشابه با آن جایگزین می کنیم.

برای این کار اگر بزرگترین $s^2\ p^6$ مثلا $4s^2\ 4p^6$ باشد، به جای آن نماد ۴مین گاز نجیب را درون کروشه قرار می دهیم.

آرایش الکترونی کلسیم: $_{20}Ca: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2, 3p^6 / 4s^2$

آرایش الکترونی فشرده کلسیم: $_{20}Ca: [_{18}Ar] /4s^2$

تمرین ۳) آرایش الکترونی اتم های زیر را با روش فشرده رسم کنید.

$_{26}Fe: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^6 / 4s^2$

$_{33}As: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^{10} / 4s^2 , 4p^3$

در آرایش الکترونی مهم ترین چیز که خواص مهم یک اتم را نشان می دهد لایهٔ ظرفیت اتم است، که در آرایش الکترونی فشرده نیز این لایه نمایش داده می شود. سه مورد زیر را درباره لایه ظرفیت بدانید:

- به ..... لایه در آرایش الکترونی، لایه ظرفیت گفته می شود.
- خواص شیمیایی یک عنصر به ..... بستگی دارد.
- در یک حالت لایه ما قبل آخر را هم جزو لایه ظرفیت در نظر می گیریم، در حالتی که ..... باشد.

تمرین ۴) لایه ظرفیت را در آرایش های زیر مشخص کنید.

$_{11}Na: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^1$

$_{20}Ca: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 / 4s^2$

$_{33}As: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^{10} / 4s^2 , 4p^3$

$_{26}Fe: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^6 / 4s^2$

نکات تستی آرایش الکترونی

در این قسمت به بررسی روش های سریع تر رسم آرایش الکترونی می پردازیم که بیشتر در سوالات تستی کاربرد دارند.

نکته: بیست و خرده ای

آرایش الکترونی اعداد اتمی ۲۰ و خرده ای(۲۱ تا ۲۹) بسیار پر کاربرد است و با قاعده زیر رسم می شود:

$_{2x}E : [_{18}Ar]\ 3d^{x} / 4s^{2}$

تمرین ۴) آرایش الکترونی اتم های زیر را رسم کنید.

$_{21}Sc$:

$_{26}Fe$:

$_{28}Ni$:

نکته: ۵ تایی ها

اگر فاصله عدد اتمی با نجیب بعد از خود، تا ۵ واحد باشد، کافی است آرایش همان نجیب را رسم کرده و به اندازه اختلافشان از زیرلایه p آخر الکترون کم کنیم.

تمرین ۴) آرایش الکترونی اتم های زیر را رسم کنید.

$_{33}As$:

$_{51}Sb$:

$_{81}Tl$:

$_{16}S$:

نکته ۵تاییا، ۳ کاربرد دیگر هم دارد که یکی یکی و در ادامه حین حل سوالات متوجه اهمیتشان می شوید:

کاربرد۱ نکته ۵تاییا: هر اتمی که با این نکته آرایشش رسم شود، تمام زیر لایه های d قبلی آن، به صورت کاملا پر($3d^{10}$) می باشند.

کاربرد۲ نکته ۵تاییا: هر اتمی که با این نکته آرایشش رسم شود، جز عناصر دسته p محسوب می شود و در آخرین زیر لایه p آن، الکترون وارد شده است.

کاربرد۳ نکته ۵تاییا: از این نکته برای تعیین گروه هم استفاده می کنیم.

تمرین ۵) بیست و یکمین الکترون طبق اصل آفبا، دارای کدام مجموعه از عددهای کوانتومی است؟ (ریاضی ۹۵)

۱) $n = ۳ , l = ۲$

۲) $n = ۳ , l = ۱$

۳) $n = ۴ , l = ۳$

۴) $n = ۴ , l = ۲$

تمرین ۶) مجموع شماره الکترون‌های با $n = ۳$ در اتم $_{۱۶}S$ با شماره الکترون‌های با $l = ۲$ در کدام اتم، برابر است؟

۱) $_{۲۸}Ni$

۲) $_{۲۶}Fe$

۳) $_{۲۴}Cr$

۴) $_{۳۱}Ga$

تمرین ۷) در آرایش الکترونی فشرده اتم کدام دو عنصر، نماد شیمیایی گاز نجیب مشابه است؟ (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۳)

۱) $_{۳۰}X$ ، $_{۳}Z$

۲) $_{۹}J$ ، $_{۱۱}M$

۳) $_{۳۲}A$ ، $_{۲۳}D$

۴) $_{۳۴}E$ ، $_{۱۶}G$

استثناهای آفبا

آرایش های الکترونی زیر از قاعده آفبا پیروی نمی کنند و استثناهای قاعده آفبا هستند:

۱. عناصر $_{۲۴}Cr$ و $_{۴۲}Mo$ به جای آرایش $d^4 s^2$ دارای آرایش $d^5 s^1$ هستند.

۲. عناصر $_{۲۹}Cu$ ، $_{۴۷}Ag$ و $_{۷۹}Au$ به جای آرایش $d^9 s^2$ دارای آرایش $d^{10} s^1$ می‌باشند.

$_{۲۴}Cr : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۵} / ۴s^{۱}$ $\quad$ $_{۴۲}Mo : [_{۳۶}Kr]\ ۴d^{۵} / ۵s^{۱}$

$_{۲۹}Cu : [_{۱۸}Ar]\ ۳d^{۱۰} / ۴s^{۱}$ $\quad$ $_{۴۷}Ag : [_{۳۶}Kr]\ ۴d^{۱۰} / ۵s^{۱}$

تمرین ۸) در اتم کدام عنصر شمار الکترون های دارای عدد کوانتومی $l=۱$ برابر مجموع شمار الکترون های دارای عددهای کوانتومی $l=۰$ و $l=۲$ است و شمار الکترون های ظرفیتی این عنصر با شمار الکترون های لایه های لایه ظرفیت اتم کدام عنصر برابر است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.) (کنکور سراسری تجربی خارج ۹۹)

۱) $_{۲۴}M$ $_{۱۶}X$

۲) $_{۲۴}M$ $_{۱۴}D$

۳) $_{۲۸}A$ $_{۱۴}D$

۴) $_{۲۸}A$ $_{۱۶}X$

تمرین ۹) در لایه ظرفیت اتم $_{29}Cu$ ، به ترتیب ..... زیر لایه اشغال شده و ..... زیر لایه پر شده است.

۱) ۲ و ۱ ۲) ۲ و ۰ ۳) ۱ و ۱ ۴) ۱ و ۰

نکته: پر یا اشغال:

به تفاوت این دو عبارت دقت کنید:

عبارت ۱: «چند زیرلایه توسط الکترون اشغال شده است؟»

عبارت ۲: « چند زیرلایه توسط الکترون پر شده است؟»

۱. زیرلایه اشغال شده:

برای اشغال شدن یک زیرلایه کافی است حداقل یک الکترون وارد آن زیر لایه شده باشد، مثلا برای زیر لایه p در تمام حالات شامل p^1 ، p^2، p^3 ، p^4، p^5 و p^6 ، زیرلایه از الکترون اشغال شده است.

برای پر شدن یک زیرلایه باید بیشترین تعداد الکترون وارد آن زیر لایه شده باشد، مثلا برای زیر لایه p فقط حالت p^6 را می توان پر شدن زیرلایه p در نظر گرفت.

p^6 هم پر است و هم اشغال!

تمرین ۱۰) در صورت رسم آرایش الکترونی اتم اسکاندیم($_{21}Sc$)، برای آخرین الکترون وارد شده در زیر لایه ها به ترتیب n(عدد کوانتومی اصلی) و l(عدد کوانتومی فرعی) برابر ..... و ..... می باشند.(گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۴ و ۰ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۳ و ۲ ۴) ۴ و ۱

تمرین ۱۱) در صورت رسم آرایش الکترونی اتم اسکاندیم($_{21}Sc$)، برای آخرین زیرلایه موجود، به ترتیب n(عدد کوانتومی اصلی) و l(عدد کوانتومی فرعی) برابر ..... و ..... می باشند.(گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)

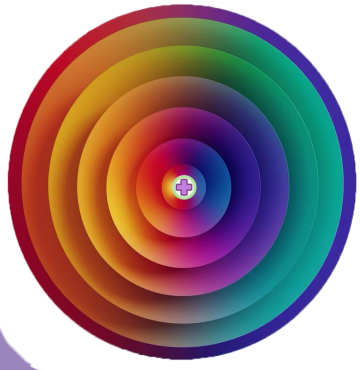
۱) ۴ و ۰ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۳ و ۲ ۴) ۴ و ۱

نکته: آخرین زیرلایه یا آخرین الکترون:

به آرایش الکترونی $_{21}Sc$ توجه کنید: $_{21}Sc:1s^2/2s^2,2p^6/3s^2$, $3p^6$, $3d^1$ / $4s^2$

آخرین الکترون(دیرترین) به زیر لایه 3d وارد شده است.(اشاره به زمان ورود)

آخرین زیرلایه (دورترین)، زیر لایه 4s است. (اشاره به مکان قرار گیری نسبت به هسته اتم)



تمرین ۱۲) کدام سه عنصر در زیر لایه p بالاترین لایه ی اشغال شده ی اتم خود، الکترون ندارند؟ (کنکور سراسری تجربی ۹۷)

۱) $_{27}A$ ، $_{30}X$ ، $_{39}G$

۲) $_{27}A$ ، $_{31}Z$ ، $_{39}G$

۳) $_{21}M$ ، $_{30}X$ ، $_{36}E$

۴) $_{21}M$ ، $_{31}Z$ ، $_{36}E$

نکته: آخرین p:

اگر در سوالی از ما درباره آخرین زیرلایه p سوالی پرسیده شود، نیازی به رسم آرایش نیست:

«هر اتمی جزو دسته ۵تایی باشد، زیر لایه p آخرش الکترون دارد(اشغال شده)!»

تمرین ۱۳) زیر لایه ی P آخرین لایه ی الکترونی در همه ی عناصر گزینه های زیر فاقد الکترون است، به جز گزینه؟

۱) $_{41}Nb$ $_{38}Sr$ $_{30}Zn$

۲) $_{23}V$ $_{37}Rb$ $_{55}Cs$

۳) $_{51}Sb$ $_{13}Al$ $_{21}Sc$

۴) $_{39}Y$ $_{19}K$ $_{56}Ba$

- گنجایش الکترون در هر زیر لایه= ۲ + ۴l

مثلا .....

- گنجایش الکترون در هر لایه= $2n^2$

مثلا .....

- در هر لایه مقادیر مجاز برای l ، از صفر تا n-1 می باشد.

مثلا .....

تمرین ۱۴) چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

- هر زیرلایهٔ با اعداد کوانتونی n و l، مشخص می‌شود.
- ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است.
- از رابطه a=۴l+۲، گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها (a) را می‌توان معین کرد.
- در اتم $_{29}Cu$، نسبت شمار الکترون‌های دارای l=۰ به l=۲، برابر ۰/۷ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آرایش الکترونی یون ها

اتم ها با گرفتن یا از دست دادن الکترون باردار شده و به «یون» تبدیل می شوند.

یون های مثبت را کاتیون و یون های منفی را آنیون نیز می نامند،یون تک اتمی با بار بیش از +۳ یا -۳ در طبیعت تشکیل نمی شود.

رسم آرایش الکترونی آنیون ها هیچ نکته خاصی ندارد و کافیست الکترون های اضافی را به عدد اتمی افزوده و آرایش ترکیب مورد نظر را رسم کنیم:

$_8O^{2-}$:

$_9F^{-}$:

$_8O^{2-} = {}_9F^{-} = {}_{10}Ne$

اما رسم آرایش الکترونی کاتیون ها نکته دارد!

۱. برای رسم آرایش الکترونی کاتیون ها ابتدا باید آرایش اتم خنثی کاتیون مورد نظر را رسم کرده.

۲. سپس الکترون های مورد نظر برای تولید یون را از دورترین زیر لایه خارج کنیم:

$_{26}Fe : 3d^6 / 4s^2 \rightarrow {}_{26}Fe^{+2} : 3d^6$

الکترون ها را از دورترین زیر لایه (بالا ترین n) جدا می کنیم نه آخرین زیر لایه ای که از الکترون اشغال شده است. مثلا در مثال فوق آخرین زیر لایه ای که از الکترون اشغال می شود، زیر لایه ۳d است و دورترین زیر لایه ۴s می باشد که الکترون ها را از ۴s جدا کردیم.

هشدار: **برای کاتیون ها اگر ابتدا تعداد الکترون ها را کاهش دهیم و سپس آرایش را رسم کنیم کاملا اشتباه است.**

- هر آرایش الکترونی مختوم به d الزاما مربوط به یک کاتیون است.(زیرا الکترون های زیرلایه s بعدی کنده شده اند.)

$_{26}Fe^{+2} : 3d^6$

- آرایش گاز نجیب می‌تواند مربوط به گاز نجیب، یک آنیون و یا یک کاتیون باشد. مثال: $_9F^{-} = {}_{10}Ne = {}_{11}Na^{+}$

جدول تناوبی عناصر

شیمی دان ها عناصر شناخته شده را طبقه بندی می کنند.

آن ها ۱۱۸ عنصر شناخته شده را بر اساس بنیادی ترین ویژگی آن ها یعنی افزایش عدد اتمی در جدولی به نام جدول دوره ای (تناوبی) با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده اند.

به ردیف های این جدول دوره (تناوب) گفته می شود و ۷ دوره دارد.

به ستون های این جدول گروه گفته می شود و ۱۸ گروه دارد.

در هر گروه عناصر با خواص شیمیایی مشابه زیر هم قرار می گیرند.

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	۱ H هیدروژن ۱.۰۰۸																	۲ He هلیم ۴.۰۰۳
۲	۳ Li لیتیم ۶.۹۴	۴ Be بریلیم ۹.۰۱											۵ B بور ۱۰.۸۰	۶ C کربن ۱۲.۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴.۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶.۰۰	۹ F فلوئور ۱۹.۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰.۱۸
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲.۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴.۳۱											۱۳ Al آلومینیم ۲۶.۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸.۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲.۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹.۹۵
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹.۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰.۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴.۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷.۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰.۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲.۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴.۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵.۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸.۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸.۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳.۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵.۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹.۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲.۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴.۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸.۹۶	۳۵ Br برم ۷۹.۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳.۸۰
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵.۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷.۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸.۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱.۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲.۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵.۹۴	۴۳ Tc تکنسیم –	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱.۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲.۹۰	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶.۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷.۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲.۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴.۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸.۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱.۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷.۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶.۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱.۳۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵.۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸.۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰.۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳.۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶.۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰.۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲.۲۰	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵.۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷.۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰.۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴.۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷.۳۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹.۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دبنیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]	۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلروویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۵۷ La لانتان ۱۳۸.۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰.۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰.۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴.۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰.۴۰	۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲.۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷.۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸.۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲.۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴.۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷.۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸.۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳.۰۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲.۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸.۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

۱. چرا به ستون های جدول تناوبی میگن گروه؟

چون افراد یک گروه ویژگی های مشابه دارند، مثل گروه ورزشکارا، گروه درسخونا و ...

۲. چرا به ردیف های جدول تناوبی میگن دوره؟ اصلا دوره ای بودن یعنی چی؟

یعنی مثل فصل های سال که هرسال دوره ای تکرار میشن،

هرسال با بهار شروع میشه ، بعد تابستون، پاییز و بهار!

توی جدول تناوبی هم همینه! هر ردیف(دوره) به فلز شروع میشه، بعد شبه فلز، نافلز و گازنجیب!

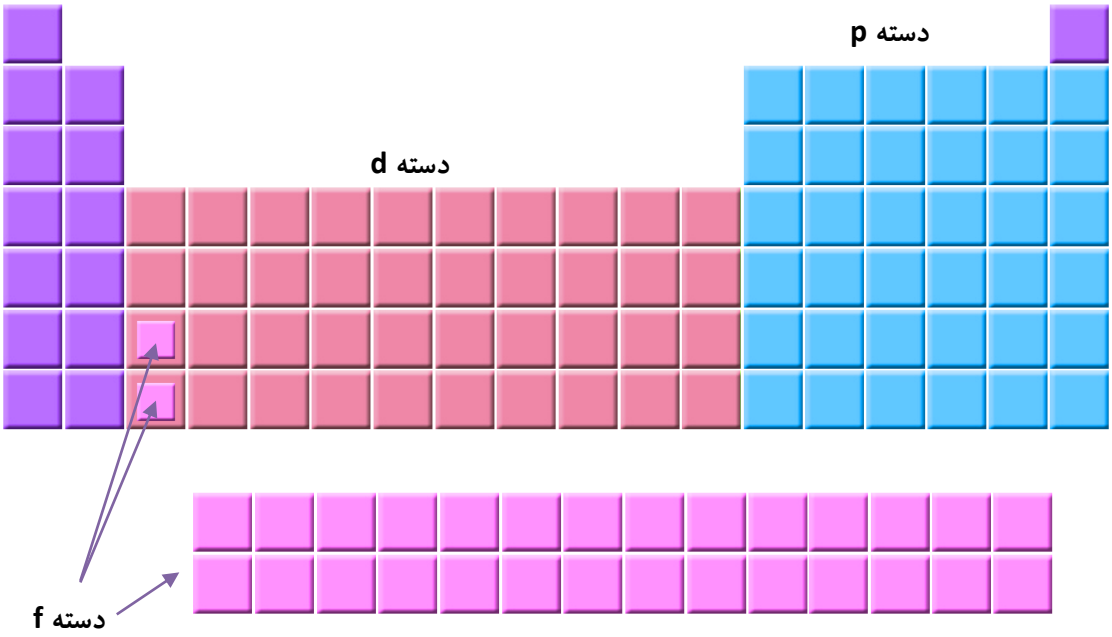
ارتباط جدول تناوبی عناصر با آرایش الکترونی

جایگاه هر عنصر در جدول، یعنی دوره و گروه آن عنصر، با آرایش الکترونی آن ارتباط دارد به طوری که:

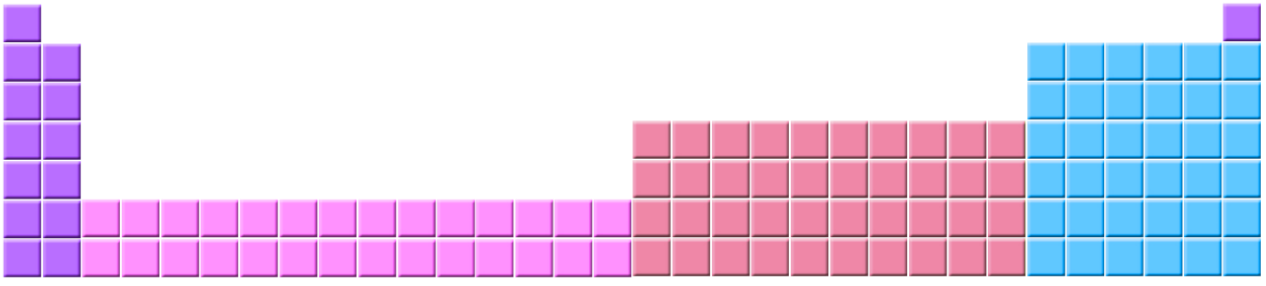
- شماره دوره عنصر در جدول، مشابه تعداد لایه هایی است که در آرایش الکترونی آن اشغال شده اند و به همین دلیل ۷ دوره داریم.
- شماره گروه بستگی به آخرین الکترونی دارد که وارد زیرلایه ها شده است.
  - اگر آخرین الکترون وارد زیر لایه s شود، عنصر جز دستهء s خواهد بود.(۲گروه= ۱و۲)
  - اگر آخرین الکترون وارد زیر لایه d شود، عنصر جز دستهء d خواهد بود.(۱۰ گروه= ۳ تا ۱۲)
  - اگر آخرین الکترون وارد زیر لایه p شود، عنصر جز دستهء p خواهد بود. (۶ گروه= ۱۳ تا ۱۸)
  - اگر آخرین الکترون وارد زیر لایه f شود، عنصر جز دستهء f خواهد بود. (نکته دار!)

دسته s

- تعداد ستون هر دسته برابر گنجایش الکترون در همان زیر لایه است.

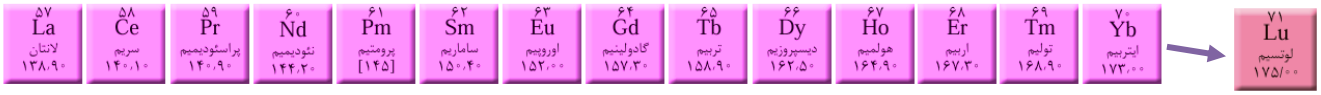


- گروه های ۱ و ۲ (دسته s) و گروه های ۱۳ تا ۱۸ (دسته p) را گروه های اصلی می‌نامند.
- گروه های ۳ تا ۱۲ را گروه های فرعی یا فلز واسطه می‌نامند. (عناصر دسته d واسطه خارجی و عناصر دسته f واسطه داخلی)
- اگر عناصر دستهٔ f را مانند سایر دسته ها در جدول قرار دهیم، ستون ها زیاد شده و جدول به شکل ناخوانای زیر در می آید:



برای حل این مشکل تمام عناصر دستهٔ f را به شکل زیر در دو گروه «لانتانیدها» و «اکتینیدها» قرار دادند:

- لانتانیدها عناصر دستهٔ f با اعداد اتمی ۵۷ تا ۷۱ که همگی با هم در خانهٔ ۷۱ جدول تناوبی فرض می شوند:



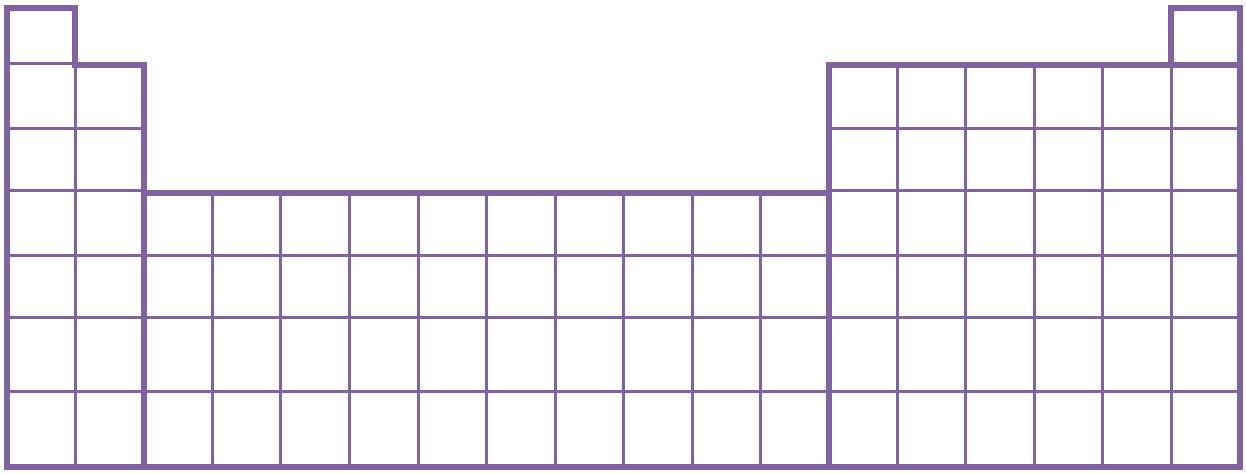
- اکتینیدها عناصر دستهٔ f با اعداد اتمی ۸۹ تا ۱۰۲ که همگی با هم در خانهٔ ۱۰۳ جدول تناوبی فرض می شوند:

وقتی یک آرایش الکترونی داریم و می خواهیم شماره دوره و گروه را برایش مشخص کنیم مطابق نکات زیر عمل می کنیم:

- تعیین دوره: دوره یک اتم برابر است با بزرگترین n در آرایش الکترونی آن اتم
- تعیین گروه: بسته به آرایش ۲ حالت داریم

۱. آرایش به s منتهی شده: شماره گروه= الکترون های موجود در آخرین s + d قبلی

۲. آرایش به p منتهی شده: شماره گروه= الکترون های موجود در آخرین p + ۱۲



با هم دوره و گروه آرایش های الکترونی زیر را مشخص می کنیم:

$_{11}Na: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^1$ $_{21}Sc: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^1/4s^2$ $_{34}Se: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^{10}/4s^2,4p^4$

۱. در آرایش الکترونی اتم سدیم($_{11}Na$) $1s^2/2s^2,2p^6/3s^1$ ، بزرگترین n برابر «۳» می باشد، اتم سدیم نیز در دوره «سوم» می باشد. آرایش الکترونی به s منتهی شده است، شماره گروه برابر مجموع الکترون های موجود در آخرین زیرلایه s (۱) با زیر لایهٔ d قبلی(۰) می باشد؛ یعنی: شماره گروه سدیم برابر است با ۱(۱=۰+۱).

۲. در آرایش اسکاندیم($_{21}Sc$) $1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^1/4s^2$، بزرگترین n «۴» می باشد، پس اسکاندیم در دوره «چهارم» می باشد. آرایش الکترونی به s منتهی شده است، شماره گروه برابر مجموع الکترون های موجود در آخرین زیرلایه s (۲) با زیر لایهٔ d قبلی(۱) می باشد؛ یعنی: شماره گروه اسکاندیم برابر است با ۳(۳=۱+۲).

۳. در آرایش سلنیوم ($_{34}Se$) $1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^6,3d^{10}/4s^2,4p^4$، بزرگترین n «۴» می باشد، پس سلنیوم دوره «چهارم» می باشد. آرایش الکترونی به p منتهی شده است، شماره گروه برابر مجموع الکترون های موجود در آخرین زیرلایه p (۴) با عدد ۱۲ می باشد؛ یعنی: شماره گروه سلنیوم برابر است با ۱۶(۱۶=۴+۱۲).

استثناهای جدول تناوبی

۱. هیدروژن فلز نیست اما در گروه فلز های قلیایی قرار می گیرد!

۲. هلیوم از نظر آرایش الکترونی لایه ظرفیت با عناصر هم گروهش متفاوت است و باید در دستهٔ s قرار داشته باشد اما استثنائا به علت شباهتی که از نظر شیمیایی با عناصر گروه ۱۸ (گازهای نجیب) دارد، جزو گروه ۱۸ که دستهٔ p هستند قرارگرفته است. هم چنین در لایهٔ آخر سایر گازهای نجیب ۸ الکترون وجود دارد ولی لایهٔ آخر هلیوم فقط ۲ الکترون دارد.

تمرین ۱۵) عنصری که آخرین لایهٔ الکترونی اشغال شدهٔ آن $4s^2 4p^3$ است، در کدام گروه و دورهٔ جدول تناوبی جای دارد؟ (ریاضی ۹۶)

۱) ۱۳ ، چهارم

۲) ۱۳، پنجم

۳) ۱۵ ، چهارم

۴) ۱۵ ، سوم

نکته: تعیین دوره با عدد اتمی

برای تعیین دوره یک عنصر با داشتن عدد اتمی آن، کافی است گاز نجیب بعد از آن را پیدا کنیم، دوره این عنصر با شماره گاز نجیب بعد از آن برابر است.

- عنصری با عدد اتمی ۳۳ در دورهٔ چهارم قرار دارد زیرا نجیب بعد از آن $_{36}Kr$ است که در دوره چهارم قرار داشت.
- عنصری با عدد اتمی ۱۴ در دورهٔ سوم قرار دارد زیرا نجیب بعد از آن $_{18}Ar$ است که در دوره سوم قرار داشت.

نکته: تعیین گروه با عدد اتمی

برای تعیین گروه یک عنصر با داشتن عدد اتمی آن، سه حالت زیر را داریم (بهتر است با ترتیب زیر از مورد ۱ تا ۳ را چک کنید):

حالت ۱: شماره گروه در اعداد اتمی «۲۰ و خرده ای» و «۴۰ و خرده ای» = جمع رقم ها

- عنصری با عدد اتمی ۲۳ در گروه پنجم قرار دارد زیرا جز اعداد «۲۰ و خرده ای» است و مجموع رقم هایش ۵ است.
- عنصری با عدد اتمی ۴۷ در گروه یازدهم قرار دارد زیرا جز اعداد «۴۰ و خرده ای» است و مجموع رقم هایش ۱۱ است.

حالت ۲: عدد اتمی های یکی بعد از نجیب مربوط به گروه ۱(فلزهای قلیایی) هستند.

عدد اتمی های دوتا بعد از نجیب مربوط به گروه ۲ (فلزهای قلیایی خاکی) هستند.

- عنصری با عدد اتمی ۱۹ ، ۱ واحد بعد از عدد اتمی نجیب است و مربوط به گروه ۱ می باشد.
- عنصری با عدد اتمی ۱۲ ، ۲ واحد بعد از عدد اتمی نجیب است و مربوط به گروه ۲ می باشد.

حالت ۳: برای بقیه موارد از اختلاف (اختلاف عدد اتمی مورد نظر با عدد اتمی نجیب بعدی) استفاده می کنیم:

«شماره گروه= اختلاف – ۱۸»

- عنصری با عدد اتمی ۵۰ ، ۴ واحد با عدد اتمی نجیب بعدی($_{54}Xe$) اختلاف دارد و «شماره گروه= ۱۴= (اختلاف)۴ – ۱۸»
- عنصری با عدد اتمی ۸۵ ، ۱ واحد با عدد اتمی نجیب بعدی($_{86}Rn$) اختلاف دارد و «شماره گروه= ۱۷= (اختلاف)۱ – ۱۸»

حالت ۴: اگر عدد اتمی ۵۷ تا ۷۱ (لانتانید ها) یا ۸۹ تا ۱۰۳(اکتینید ها) باشد، «شماره گروه= ۳»

- عناصری با عدد اتمی ۶۴، ۶۷، ۹۹ یا ۱۰۰ در گروه ۳ جای دارند، زیرا بین ۵۷ تا ۷۱ قرار دارند.

تمرین ۱۶) کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل ($_{28}Ni$) ، هم گروه است؟ (کنکور سراسری تجربی)

۱) $_{42}Mo$ ۲) $_{46}Pd$ ۳) $_{48}Cd$ ۴) $_{56}Ba$

تمرین ۱۷) عنصر $_{29}Cu$ به دوره ..... و گروه ..... جدول عناصر تعلق دارد.

۱) ۴ ، ۱۲ ۲) ۴ ، ۱۱ ۳) ۵ ، ۱۱ ۴) ۵ ، ۱۲

تمرین ۱۸) در میان چهار عنصر $_{13}A$ ، $_{19}X$ ، $_{31}Y$ و $_{36}D$ ، کدام دو عنصر به ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید) (کنکور سراسری ریاضی)

۱) A و Y – D ، D
۲) A و Y – X ، D
۳) Y و X – A ، D
۴) X و Y – D ، A

تمرین ۱۹) اگر عنصری در گروه ۱۵ با عنصری که بیرونی ترین زیر لایهٔ اتم آن $4p^5$ است هم دوره باشد، کدام مطالب زیر دربارهٔ آن درست‌اند؟ (کنکور سراسری ریاضی خارج ۹۶)

آ) عدد اتمی آن ۳۳ است.
ب) بیرونی ترین لایهٔ اتم ۷ الکترون دارد.
پ) با عنصرگوگرد هم گروه است.
ت) دارای ۱۰ الکترون در زیرلایه ی 3d می باشد.

۱) آ، ب ۲) ب، پ ۳) ب، پ، ت ۴) آ، ت

تمرین ۲۰) با توجه به جدول زیر ، داده های کدام ردیف های آن ، درست است؟ (کنکور سراسری تجربی ۹۹)

ردیف	ویژگی ها	$^{65}_{29}Z$	$^{48}_{22}X$	$^{52}_{24}D$	$^{70}_{31}A$
۱	شماره گروه عنصر در جدول تناوبی	۱۱	۴	۸	۱۳
۲	تفاوت شمار الکترون ها و نوترون ها	۷	۴	۴	۸
۳	نسبت شمار الکترون های دارای $l=0$ به $l=2$ در اتم	۰/۷	۴	۱/۴	۰/۶
۴	اکسید با بالاترین عدد اکسایش	ZO	XO_3	DO_3	A_2O_3

۱) ۲ ، ۴
۲) ۱ ، ۲
۳) ۱ ، ۲ ، ۳
۴) ۲ ، ۳ ، ۴

نکات حفظی جدول تناوبی عناصر

گروه های دارای نام خاص

فلزهای قلیایی: گروه ۱، فعال ترین(واکنش پذیرترین) فلزها (هرچه پایین تر واکنش پذیرتر)

فلزهای قلیایی خاکی: گروه ۲، فعال ترین فلزها بعد از گروه ۱

هالوژن ها: گروه ۱۷، فعال ترین(واکنش پذیرترین) نافلزها (هر چه بالاتر واکنش پذیرتر)

گازهای نجیب : گروه ۱۸، پایدارترین اتم ها با واکنش پذیری ناچیز

کوتاه ترین و بلندترین ها

گروه ۳ جدول و دوره های ۶ و ۷ جدول با ۳۲ عنصر بزرگترین دوره های جدول هستند.

گروه های ۴تا ۱۲ جدول با ۴ عنصر کوتاه ترین گروه های جدول هستند.

دوره ۱ جدول،با ۲ عنصر کوتاه ترین دوره جدول می باشد.

حالت فیزیکی

بین عناصر جدول تناوبی، در دمای اتاق، فقط برم(Br) و جیوه (Hg) مایع هستند.

۱۱ عنصر نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن، کلر، فلوئور و گاز های نجیب گازی شکل اند و بقیه عناصر جدول نیز جامدند.

رنگ های مهم

کلر: گازی زرد رنگ　　گوگرد: جامدی زرد رنگ　　کربن: گرافیت سیاه

فسفر: سفید(زیر آب) و قرمز　　برم: مایع قرمز- نارنجی که به شکل بخاری هم همین رنگی است.

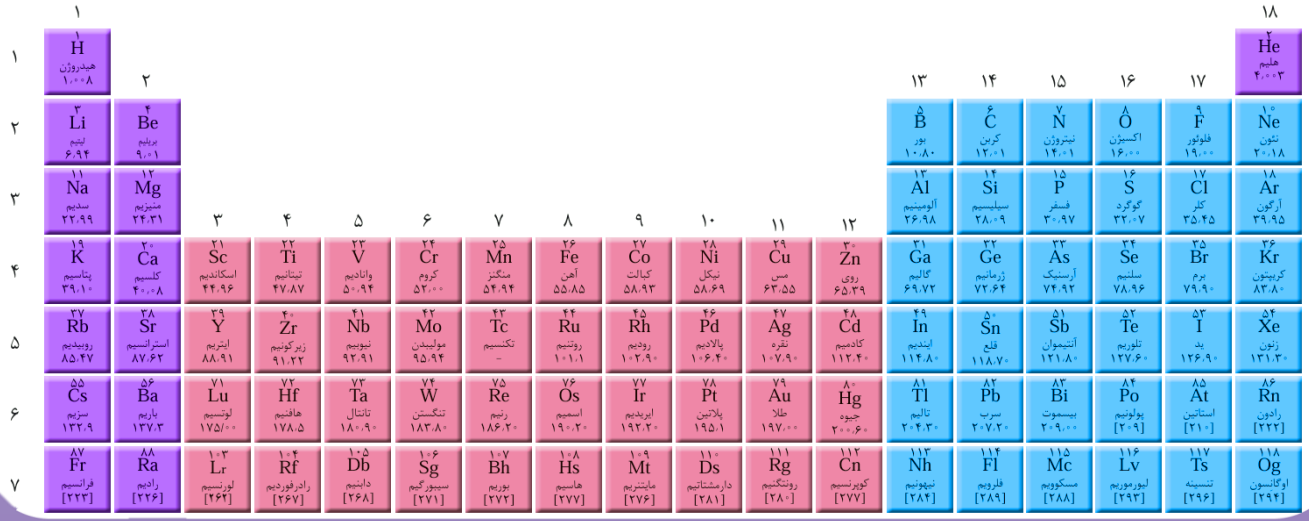
دسته بندی فلز، شبه فلز، نافلز

شبه فلز ها: B , Si , Ge , Sb , As , Te , Po　　نافلزها: گروه ۱۷ , ۱۸ , H , C , N , P , O , S　　فلزها: سایر عناصر

حفظ جدول تناوبی

به ترتیب از بالا به پایین نام عناصر گروه های اصلی یعنی ۱و۲ و ۱۳تا ۱۸ را حفظ کنید.

عناصر با اعداد اتمی ۱ تا ۳۶ را تک تک حفظ کنید.



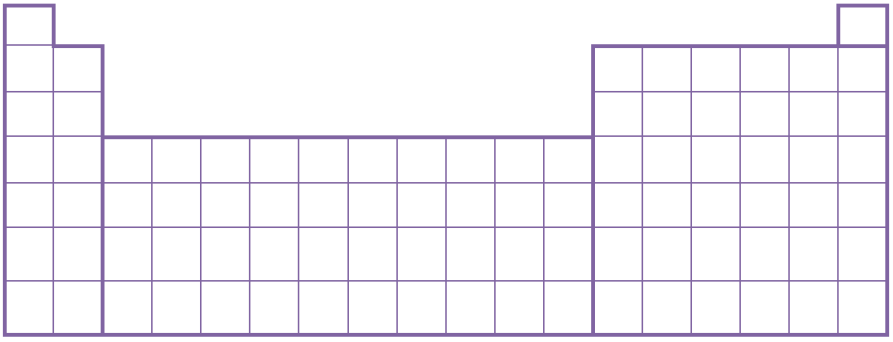
بزرگ ترین پیشرفت در زمینهٔ دسته بندی عنصر ها با کار های مندلیف به دست آمد.

مندلیف یک معلم شیمی اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی(دوره ای) میان عنصر ها مشابه با شیوه ای که امروز می شناسیم پی برد. به همین دلیل به جدول تناوبی عناصر، «جدول مندلیف» نیز گفته می شود.

این جدول به شیمی دان ها کمک می کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی های عنصرها را بدست آورند و بر اساس آن،رفتار عناصر گوناگون را پیش بینی کنند.

آیوپاک که اتحادیهٔ بین المللی شیمی محض و کاربردی است، یکاها، نمادها، قراردادها، قواعد فرمول نویسی و نام گذاری و ... را ارائه می کند و هم چنین جدول دوره ای عنصرها نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.

تمرین ۲۱) عنصر X، نخستین نافلز دورهٔ خود و نخستین عنصر جامد در گروه دارای بیشترین شمار عنصرهای گازی دارای فعالیت شیمیایی در جدول تناوبی است. چند مورد از موارد زیر دربارهٔ آن درست است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۳)



- با عنصر $_{۳۲}A$ در جدول هم دوره یا هم گروه نیست.
- در دوره ای که X جای دارد، حداکثر دو عنصر شبه فلزی وجود دارد.
- بزرگ ترین عدد اتمی در میان نافلزهای غیر گازی ۵ دورهٔ اول جدول را دارد.
- با نخستین عنصر فلزی گروه ۱۴ و با آخرین عنصر فلزی دورهٔ چهارم جدول، هم دوره است.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

تمرین ۲۲) کدام مطالب زیر، دربارهٔ عنصر قبل از کریپتون ($_{۳۶}Kr$) در دورهٔ چهارم جدول تناوبی درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)

آ) با عنصر $_{۵۲}A$، در جدول تناوبی هم‌گروه است.

ب) شعاع اتمی آن از شعاع اتمی عنصر $_{۱۹}X$ بزرگتر است.

پ) خاصیت نافلزی آن در مقایسه با عنصر $_{۱۷}M$ کمتر است.

ت) حالت فیزیکی آن با حالت فیزیکی عنصرهای واسطه هم دورهٔ خود متفاوت است.

ث) شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l=۱$ اتم آن، برابر شمارهٔ گروه آن در جدول تناوبی است.

۱) آ، ت

۲) ب، پ

۳) آ، ب، ث

۴) پ، ت، ث

تمرین ۲۳) اگر بیرونی ترین زیرلایه در آرایش الکترونی یون پایداری از عنصر X، $4p^6$ باشد، کدام مورد دربارهٔ X، به یقین، نادرست است؟ (کنکور سراسری تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۱) گاز نجیبی است که سه لایهٔ الکترونی اتم آن از الکترون پر شده است.

۲) عنصری از گروه ۱۶ جدول تناوبی عنصرها که عدد اتمی آن، برابر ۳۴ است.

۳) نافلزی که لایهٔ ظرفیت اتم آن دارای ۵ الکترون با $l=1$ و ۲ الکترون با $l=0$ است.

۴) نافلزی مایع در جدول تناوبی عنصرها، که واکنش پذیری آن از عنصرهای هم گروه خود با عدد اتمی کوچک تر، کمتر است.

تمرین ۲۴) اگر مجموع شمار الکترون های بیرونی ترین زیرلایهٔ الکترونی در اتم دو عنصر در دورهٔ دوم جدول تناوبی عنصرها، برابر ۹ باشد، کدام مورد، نادرست است؟ (کنکور سراسری تجربی اردیبهشت ۱۴۰۴)

۱) تفاوت شمار الکترون های ظرفیت اتم دو عنصر، می تواند برابر یک باشد.

۲) آخرین زیرلایهٔ اتم یکی از عنصرها می تواند پر و دیگری، نیمه پر باشد.

۳) عدد اتمی یک عنصر می تواند ۰/۷ عدد اتمی عنصر دیگر باشد.

۴) تفاوت عدد اتمی دو عنصر، عددی زوج است.

تمرین ۲۵) چند مورد از عبارات زیر درباره جدول تناوبی عناصر، «جدول مندلیف» درست است؟

الف) مندلیف این جدول را برای دسته بندی عناصر بر اساس عدد اتمی کشف کرد.

ب) تمام عناصر یک گروه، آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابه دارند.

پ) تمام عناصر اصلی از قاعدهٔ آفبا پیروی می کنند.

ت) خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر یک گروه مشابه یکدیگر است.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

لایه هشتم و زیرلایه g نیز وجود دارند اما هنوز الکترونی واردشان نشده است. آن ها را در قسمت «برای ۲۰» در «جدول شارل رانت» فصل ۱ یازدهم بررسی کرده ایم.

قاعده اوکتت و لایه ظرفیت

همان طور که دیدیم آرایش لایه ظرفیت گازهای نجیب به صورت s^2p^6 بود و یعنی لایه آخر گازهای نجیب در مجموع ۸ الکترون داشت، از آنجا که گازهای نجیب پایدارترین اتم ها هستند، الگوی بقیه اتم ها شدند و اتم ها تمایل دارند لایهٔ الکترونی آخر خود را هشتایی کنند، به این قاعده، قاعده هشتایی (اوکتت) گفته می شود. (هلیوم استثنای نجیب ها بود!)

لایه ظرفیت:

۱. لایهٔ ظرفیت یک اتم، آخرین لایه اشغال شده از الکترون هاست.(و d ما قبل آخر)

۲. لایهٔ ظرفیت یک اتم، لایه ای است که الکترون های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می کند.

۳. در آرایش الکترونی لایه ای که بزرگترین n را دارد (آخرین لایه) همان لایه ظرفیت است اما اگر زیر لایه d ماقبل آخر نیز در حال پر شدن باشد، زیر لایه (n-1)d را نیز جز لایه ظرفیت در نظر می گیریم.

الکترون ظرفیت:

به الکترون های موجود در لایه ظرفیت ، الکترون های لایه ظرفیت اتم یا الکترون های ظرفیت اتم می گویند.

تعیین الکترون لایه ظرفیت:

تعداد الکترون های لایه ظرفیت(آخرین لایه) را می توان با داشتن آرایش الکترونی حساب کرد:

الف)در آرایش مختوم به s: تعداد الکترون لایه ظرفیت = الکترون های s آخر + الکترون های d ماقبل آخر

ب) در آرایش مختوم به p: تعداد الکترون لایه ظرفیت = الکترون های s آخر + الکترون های p آخر

تمرین ۲۶) لایه ظرفیت و تعداد الکترون های ظرفیت را در آرایش های زیر مشخص کنید.

$_{11}Na: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^1$

$_{20}Ca: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 / 4s^2$

$_{33}As: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^{10} / 4s^2 , 4p^3$

$_{26}Fe: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^6 / 4s^2$

$_{135}Br: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2 , 3p^6 , 3d^{10} / 4s^2 , 4p^5$

نکته: تعیین سریع الکترون ظرفیت با حفظ بودن گروه

- در گروه های فرعی تعداد الکترون لایه ظرفیت = شماره گروه
- در گروه های اصلی تعداد الکترون لایه ظرفیت = یکان گروه

تعداد الکترون های لایه ظرفیت یک ساختار با فرمول زیر محاسبه می شود که می توانید به جای آن از روش مفهومی استفاده کنید:

بار ساختار - مجموع الکترون لایه ظرفیت تک تک اتم های ساختار = تعداد الکترون های لایه ظرفیت یک ساختار

تمرین ۲۷) مجموع شمار الکترون های لایه ظرفیت اتم ها در فسفر تری کلرید با مجموع شمار الکترون های لایه ظرفیت اتم ها در کدام یون، برابر است ؟ (عدد اتمی H ، C ، N ، O ، P ، S و Cl به ترتیب ، ۱، ۶، ۷، ۸، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ است.) (تجربی خارج ۹۷)

۱) NO_3^-

۲) SO_3^{2-}

۳) CO_3^{2-}

۴) $C_6H_5COO^-$

تمرین ۲۸) دربارهٔ ویژگی های جدول تناوبی عنصرها، کدام مورد درست است؟ (کنکور سراسری تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۱) آرایش الکترونی اتم همهٔ عناصر اصلی و واسطه را می توان به صورت گسترده و نیز فشرده رسم کرد.

۲) شمار الکترون های تعیین کنندهٔ رفتار شیمیایی اتم عنصرهای اصلی و واسطه در آرایش الکترونی فشردهٔ آنها مشخص است.

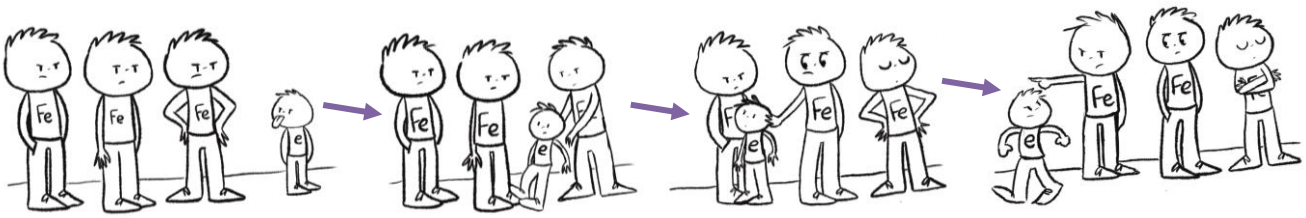
۳) آرایش الکترونی فشردهٔ عناصر یک گروه، از نماد شیمیایی یک گاز نجیب و نمایش آرایش الکترون ها در بیرونی ترین لایه تشکیل شده است.

۴) در عناصر گروهی که زیرلایهٔ p اتم آنها در حال پر شدن است، شماره گروه با شمار الکترون های ظرفیت داده شده در آرایش الکترونی فشرده برابر است.

فلز یا نافلز؟

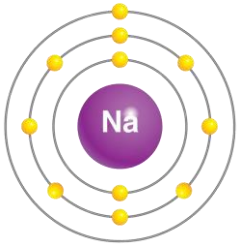
اگر بخواهیم تمام ویژگی های خاص فلزها مثل چکش خواری و رسانایی(۱ یازدهم)، تمایل به اکسایش یا کاهنده بودن(۲ دوازدهم)، مدل دریای الکترونی(۳ دوازدهم)، دلیل تشکیل یون مثبت در آن ها (۱ دهم) و ... را در یک جمله طلایی جمع کنیم:

فلزها از الکترون فراری هستند و نافلزها دقیقا برعکس!



برای درک دلیل این ویژگی ها به آرایش الکترونی یک فلز مانند سدیم($_{11}Na$) دقت کنید:

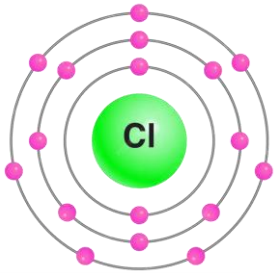
$_{11}Na: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^1$



سدیم برای رسیدن به حالت هشتایی باید الکترون لایه آخر خود را از دست بدهد و در واقع دنبال از دست دادن الکترون خود است و به عبارتی از الکترون فراری است.

اکنون به آرایش الکترونی یک نافلز مانند کلر($_{17}Cl$) نیز دقت کنید:

$_{17}Cl: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^5$



کلر برای رسیدن به حالت هشتایی باید الکترون بگیرد و در واقع دنبال به دست آوردن الکترون است.

پیوند یونی

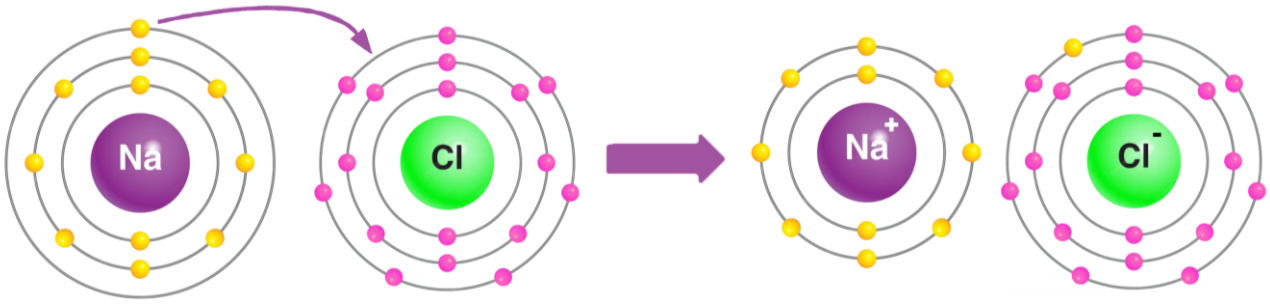
دیدیم که سدیم می خواست یک الکترون از دست بدهد تا هشتایی شود.

«اتم سدیم» پس از از دست دادن الکترون به یون مثبت (کاتیون) سدیم تبدیل می شود.

هم چنین کلر در آخرین لایه خود ۷ الکترون دارد که برای هشتایی شدن کافی است یک الکترون بگیرد.

«اتم کلر» پس از گرفتن الکترون به «آنیون کلر» تبدیل می شود.

اگر این فلز(سدیم) و نافلز(کلر) در مجاورت یکدیگر قرار بگیرند، فلز الکترونش را به نافلز می دهد و با یکدیگر الکترون مبادله می کنند:



دو یون حاصل ناهم نام هستند و جذب یکدیگر می شوند و بینشان پیوند بوجود می آید، به این پیوند، پیوند یونی گفته می شود.

با توجه به شکل مشاهده می کنید که شعاع یون منفی بزرگتر از اتم خنثی و شعاع یون مثبت کوچکتر از اتم خنثی است.

نکته: هشتایی شدن فلزها

۱. یون پایدار هر اتم را بر اساس فاصله اش با نزدیک ترین گاز نجیب مشخص می کنند.(اگر الکترون بگیرد منفی و بدهد مثبت است.)

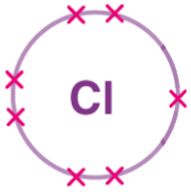
۲. اغلب فلزهای اصلی(دسته s و p) با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب می رسند.(به جز Sn و Pb)

۳. اغلب فلزهای واسطه(دسته d) با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی رسند.(به جز Sc)

پیوند کووالانسی

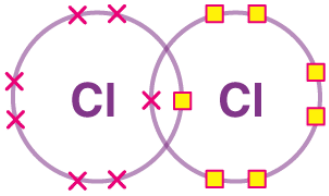
با توجه به آرایش الکترونی کلر($_{17}Cl$)، لایه ظرفیت کلر ۷ الکترون دارد که آن ها را به فرم زیر نشان می دهیم:

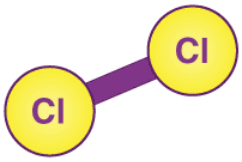
$_{17}Cl: 1s^2/2s^2,2p^6/3s^2,3p^5$



همان طور که می بینید هر اتم کلر فقط یک الکترون از حالت هشتایی کمتر دارد، در صورتی که دو اتم کلر هر کدام یک الکترونشان را با یکدیگر به اشتراک بگذارند، هر دو اتم کلر به حالت هشتایی می رسند، این دو الکترون اشتراکی باعث اتصال این دو اتم می گردند که به آن ها الکترون های پیوندی گفته می شود و به اتصالی که بین این دو اتم برقرار می گردد، «پیوند کووالانسی» گفته می شود.

هر جفت الکترون پیوندی بین دو اتم، یک پیوند کووالانسی که آن را با یک خط می نشان می دهند.





به ساختارهایی که از پیوندهای کووالانسی تشکیل می شوند «ترکیب های کووالانسی» گفته می شود.

ترکیب یونی: «فلز - نافلز»

ترکیب کووالانسی: «نافلز - نافلز»

تمرین ۲۹) با توجه به مطالب سر کلاس تکمیل کنید:

گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
تعداد الکترون لایه ظرفیت							
تعداد الکترونی که باید مبادله کند							
الکترون میگیرد؟(نافلز)							
الکترون می دهد؟(فلز)							
بار پایدار							
ظرفیت							

به تعداد الکترون هایی که هر اتم باید به صورت یونی یا پیوند کووالانسی مبادله کند تا به حالت اوکتت برسد ظرفیت گفته می شود.

هشدار: **بسیاری از دانش آموزان ظرفیت را با الکترون ظرفیت اشتباه می گیرند!**

هشدار: **بارپایداریون ها را با ظرفیت اشتباه نکنید، از نظر عددی مشابه هستند اما بارها علامت + یا − دارند.**

اســتثنــاهـــای گـــروه ۱۴

گروه ۱۴ بلا تکلیف ترین و پر استثناترین گروه است:

۱. نافلز آن(کربن) استثنای نافلزهاست: تنها نافلزی که یون منفی تشکیل نمی دهد و تنها نافلزی که رساناست.

۲. سیلیسیم و ژرمانیوم آن: شبه فلز و بلاتکلیف هستند(نه فلز، نه نافلز)

۳. فلزهای آن(قلع و سرب) استثنای فلزها هستند. (تنها فلزهای اصلی که با تشکیل یون به آرایش نجیب نمی رسند.)

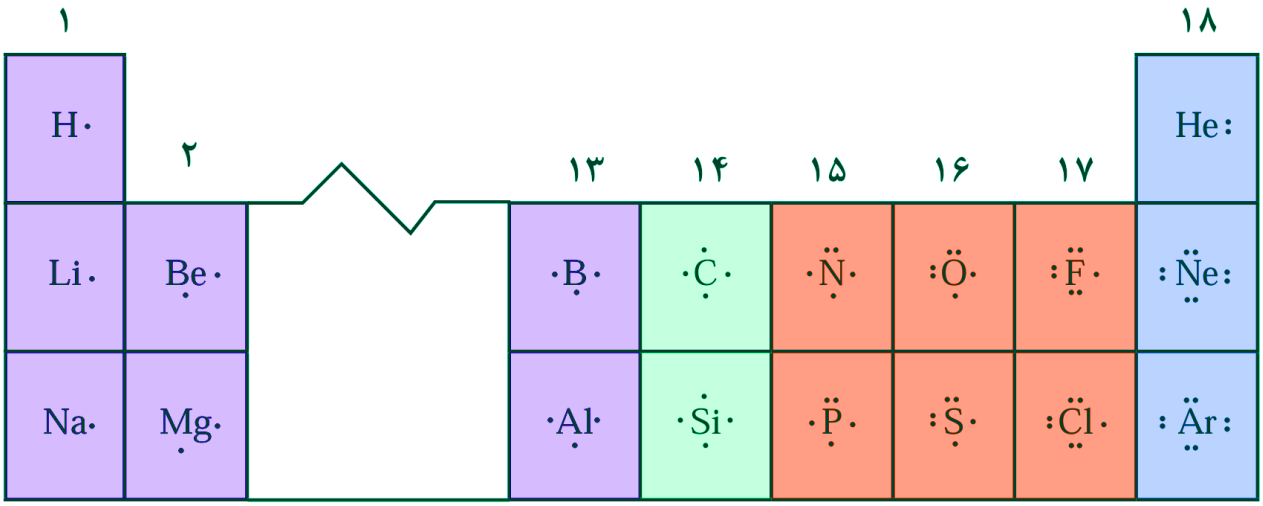
۴. تمام عناصر گروه ۱۴ یون پایدار ندارند و فقط Sn و Pb دارای یون ۴+ می باشند.

ساختار الکترون نقطه ای (لوویس)

دانشمندی به نام لوویس برای توضیح و پیش بینی رفتار اتم ها، آرایشی به نام الکترون ـ نقطه ای ارائه کرد که در آن الکترون های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می شود.

لوویس برای اتمی مثل اکسیژن به این صورت رسم می شود:

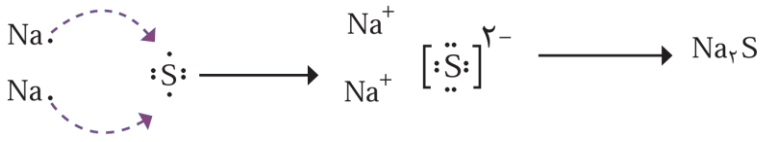
در این روش ابتدا باید الکترون های لایه ظرفیت را در ..... نماد شیمیایی، به صورت ..... قرار داد و سپس از الکترون ..... مجددا الکترون ها را در همان ..... جایگاه قبلی قرار می دهیم و آن ها را ..... می کنیم.



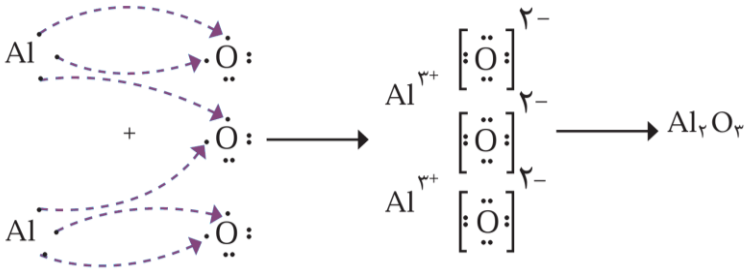
می توان نحوه تشکیل ترکیب های یونی را با کمک ساختار لوویس نشان داد.

ضمن تشکیل هر ترکیب یونی دوتایی(فقط دو نوع عنصر)، بین فلز و نافلز تعدادی الکترون مبادله می شود، که فلز این الکترون ها را از دست می دهد و نافلز همین الکترون ها را می گیرد پس تعداد الکترون هایی که فلز می دهد با تعداد الکترون هایی که نافلز می گیرد برابر است. به عنوان مثال

ترکیب حاصل بین سدیم(Na) و گوگرد(S) به صورت زیر به دست می آید:



ترکیب حاصل بین آلومینیوم(Al) و اکسیژن(O) به صورت زیر به دست می آید:



تمرین ۳۰) با ساختار لوویس نحوه تشکیل ترکیب های یونی دوتایی زیر را بنویسید.

ترکیب یونی دوتایی سدیم(Na) و کلر(Cl):

ترکیب یونی دوتایی کلسیم(Ca) و کلر(Cl):

ترکیب یونی دوتایی سدیم(Na) و اکسیژن(O):

تمرین ۳۱) موارد زیر را مشخص کنید

ضمن تشکیل ۱ مول NaCl ،..... مول الکترون مبادله می شود.

ضمن تشکیل ۱ مول CaO ،..... مول الکترون مبادله می شود.

ضمن تشکیل ۱ مول Al_2O_3 ،..... مول الکترون مبادله می شود.

تمرین ۳۲) اگر شمار الکترون های ظرفیت اتم عنصر Y از دستهٔ d جدول تناوبی، دو برابر شمار الکترون های ظرفیت اتم عنصر X از دستهٔ s باشد، در واکنش X با گاز کلر، چند مول الکترون مبادله می شود؟ (Y ، در دورهٔ چهارم جدول تناوبی جای دارد.)

(کنکور سراسری ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴ به تفکیک و تغییر)

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

رسم ساختار لوویس مولکول ها

فقط یک بار لوویس را به روش اصلی آموزش می دهیم و بعد با تیپ بندی سوالات لوویس آن ها را به روش های تستی حل میکنیم.
برای آموزش لوویس در تدریس با دقت به مراحل رسم ساختار لوویس SO_2 دقت کنید.

- نخستین کار برای رسم هر لوویسی تعیین اتم مرکزی است.اتم مرکزی را به ترتیب مشخص شده با سه شرط انتخاب می کنیم:
  الف) تعداد کمتر ب) ظرفیت بیشتر ج) سمت چپتر

- رسم، این مرحله باید توسط توضیحات سر کلاس تکمیل شود:

..... :تعداد الکترون های ناپیوندی اتم مرکزی در SO_2
..... : تعداد الکترون های پیوندیSO_2
..... : تعداد الکترون های ناپیوندیSO_2

روش اصلی پاسخ دهی به سوالات ساختار لوویس رسم آن می باشد اما در بسیاری از تست ها می توان بدون رسم هم سوال را حل نمود که در زیر به تیپ بندی این سوالات می پردازیم و در ادامه در جزوه توضیحات و سوالات هر تیپ را برایتان قرار داده ایم.

«تیپ بندی سوالات لوویس»

تیپ ۱: الکترون ناپیوندی اتم مرکزی:

تیپ ۲. الکترون های پیوندی:

تیپ ۳. الکترون های ناپیوندی:

تیپ ۴: الکترون های ناپیوندی ترکیب آلی:

تیپ ۱: الکترون ناپیوندی اتم مرکزی

تعداد الکترون های ناپیوندی روی اتم مرکزی بسیار مهم هستند، زیرا هم به صورت مستقیم مورد سوال قرار می گیرند و هم برای تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن و هم برای تشخیص شکل هندسی مولکول ها به آن ها نیاز داریم.

«روش انگشتی» یا «ظرف شیرینی»:

۱. ابتدا تعداد الکترون های لایه ظرفیت اتم مرکزی را با انگشت هایمان نشان می دهیم.

۲. سپس با توجه به بار ترکیب، الکترون های اتم مرکزی را کم و زیاد می کنیم.(هر بار منفی یعنی ۱ الکترون بیشتر)

۳. هر اتم اطراف، تعداد الکترون مورد نیاز خود را از اتم مرکزی بر می دارد و الکترونهای باقیمانده همان «الکترون های ناپیوندی اتم مرکزی» هستند.

تمرین ۳۳) شمار جفت الکترون های ناپیوندی اتم مرکزی در کدام گونه با شمار آن ها در اتم مرکزی یون BrO_3^- ، برابر است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۹۷)

۱) BF_3

۲) NO_3^-

۳) PCl_3

۴) NCS^-

تمرین ۳۴) در کدام گونه به شرط رعایت قاعده ی هشتایی، اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است؟ (عدد اتمی N، S ، Br و Sn به ترتیب ۷، ۱۶، ۳۵ و ۵۰ است.) (کنکور سراسری تجربی ۹۸)

۱) $SOCl_2$

۲) $SnCl_2$

۳) BrO_3^-

۴) NO_2

تمرین ۳۵) شمار جفت الکترون ناپیوندی اتم مرکزی در ..... با شمار آن‌ها در اتم مرکزی .....، برابر است.

۱) NO_3^- ،NH_3

۲) SO_2 ،PBr_3

۳) SO_2 ،CO_2

۴) NO_3^- ،H_2S

تیپ ۲: الکترون پیوندی

هشدار: برای هرکاری یک سری روش سمی وجود داره که استفاده ازش باعث تلف شدن وقت دانش آموزه و ازش استفاده ازش مثل خوردن سمه!

حالا شاید بپرسید اگه این روش ها انقد سمیه چرا توی جزوه هست؟

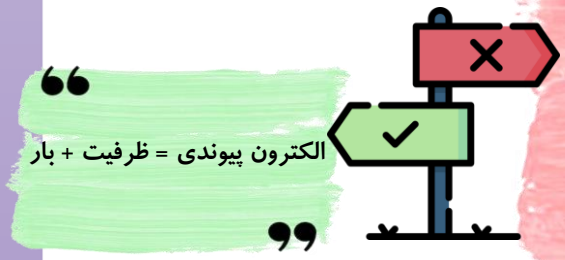
به خاطر این که دانش آموزا از چند تا منبع استفاده می کنند و با دیدن این روشای سمی فکر می کنن مهم هستند و حفظشون می کنن پس اینجا گذاشتمشون تا یه وقت گولشونو نخورید:

مرحله ۱: محاسبه تعداد کل الکترون های لایه ظرفیت ترکیب(A)
A (تعداد کل الکترون های ظرفیت ترکیب) = بار ترکیب - مجموع یکان گروه اتم ها

مرحله ۲: محاسبه تعداد الکترون های ترکیب اگر اوکتت بود (B)
B (تعداد الکترون های اوکتت) = (تعداد هیدروژن × ۲) + (تعداد سایر اتم ها × ۸)

مرحله ۳: محاسبه تعداد الکترون های پیوندی (C)
C (تعداد الکترون های پیوندی) = (B - A)

مرحله ۴: محاسبه تعداد الکترونهای ناپیوندی (D)
D (تعداد الکترونهای ناپیوندی) = ۲A - B
A - C = ۲A - B



تمرین ۳۶) شمار جفت الکترون های پیوندی در مولکول کدام دو گونه ، نابرابر است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۹۷)

۱) SO_3 ،HCN

۲) PF_3 ،NO_2^-

۳) $HCOOH$ ،CH_3OH

۴) H_2CO_3 ، N_2O_4

تمرین ۳۷) کدام عبارت درست است؟ (کنکور سراسری تجربی ۹۷)

۱) در ساختار لوویس یون کربنات، اتم مرکزی دارای دو جفت الکترون ناپیوندی است.

۲) یون CN^- دارای یک پیوند سه گانه است.

۳) در ساختار الکترون – نقطه ای یون $C_2O_4^{2-}$، نسبت شمار جفت الکترون های ناپیوندی به پیوندی، برابر ۰/۸ است.

۴) شمار جفت الکترون های ناپیوندی اتم مرکزی در مولکول های CO_2 و OF_2 یکسان است.

تیپ ۳: رسم تستی ساختار لوویس

اگر در سوال رسم ساختار را از ما خواسته باشند و یا تعداد الکترون های ناپیوندی کل ساختار مورد سوال باشد، باید ساختار را مطابق مراحل زیر رسم کنیم:

۱. ابتدا اتم مرکزی را در وسط قرار داده و اتم های اطراف را دور آن قرار می دهیم.

۲. تعداد پیوند ها = $\frac{\text{الکترون های پیوندی}}{۲}$

۳. ابتدا بین هر دو اتم یک پیوند می گذاریم و سپس با دوگانه کردن پیوندها تعداد پیوندها را به تعداد مورد نظر می رسانیم.

۴. اگر ترکیبی بار دارد، باید کل آن ساختار را در کروشه قرار داد و بار را کنار کروشه گذاشت تا مشخص باشد بار مربوط به کل ساختار است.

۵. در پایان باید تمام اتم ها را هشتایی کنیم.

تمرین ۳۸) ساختار لوویس هر یک از ترکیب های زیر را رسم کنید (ساختار ها از آسان به سخت مرتب شده اند)

Cl_2

O_2

N_2

CS_2

SO_2

SO_3

SO_3^{2-}

SO_4^{2-}

NO_3^-

تمرین ۳۹) ساختار لوویس هر یک از ترکیب های زیر را رسم کنید (ساختار ها از آسان به سخت مرتب شده اند)

PO_4^{3-}

ClO_4^-

PCl_4^+

H_2S

نکته: غیر اوکتت

اتم هیدروژن تنها اتمی است که هشتایی نمی شود و فقط می تواند یک پیوند داشته باشد.

NH_4^+

H_3O^+

NH_3

CO_3^{2-}

CN^-

SO_2Cl_2

نکته: پیوند اضاف

اگر اتم های اطراف متفاوت باشند، پیوند دوگانه را به اتمی میدهیم که نسبت به تعداد پیوندی که برای هشتایی شدن نیاز دارد(ظرفیت)، پیوندهای کمتری دارد.

$COCl_2$

نکته: لوویس اسیدها

اسیدها که ترکیب هایی هستند که با اتم H شروع می شوند، لوویس خاصی دارند. (آب اسید نیست)

اگر یک اسید، اتم اکسیژن (O) داشته باشد، اتم های H آن به جای متصل شدن به اتم مرکزی، به اتم های O متصل می شوند.

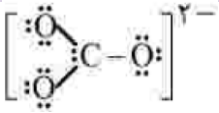
HNO_3

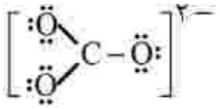
HCN

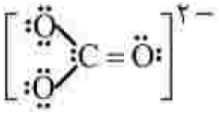
H_3PO_4

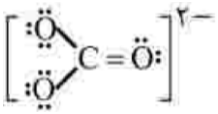
H_2SO_4

تمرین ۴۰) ساختار یون کربنات(CO_3^{2-}) به کدام صورت است؟ (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۲ مرحله اول)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

تمرین ۴۱) در مولکول NO_2Cl ، اتم نیتروژن، الکترون ناپیوندی ..... و اتم های اکسیژن با اتم مرکزی در ساختار لوویس آن، ..... دارند. (کنکور سراسری ریاضی خارج ۹۸)

۱) دارد، دو پیوند کووالانسی یگانه

۲) ندارد، دو پیوند کووالانسی یگانه

۳) دارد، یک پیوند دوگانه و یک پیوند یگانه

۴) ندارد، یک پیوند دوگانه و یک پیوند یگانه

تمرین ۴۲) کدام مورد، نادرست است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۲)

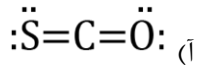
۱) در ساختار لوویس مولکول $COCl_2$ ، نسبت شمار الکترون های ناپیوندی به شمار الکترون های پیوندی برابر ۲ است.

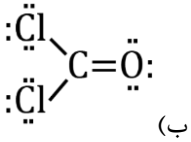
۲) آرایش الکترون – نقطه ای اتم همهٔ عنصرهای یک گروه جدول تناوبی، مشابه است.

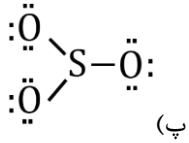
۳) ساختار لوویس مولکول های گوگرد دی اکسید و کربن دی سولفید، متفاوت است.

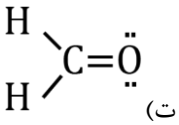
۴) شمار جفت الکترون های پیوندی دریون های NO_2^- و CN^- ، برابر است.

تمرین ۴۳) با توجه به قاعده هشتایی، ساختار لوویس کدام مولکول‌های زیر، درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

آ) 

ب) 

پ) 

ت) 

۱) آ، ب

۲) ب، پ

۳) آ، ت

۴) پ، ت

تمرین ۴۴) در کدام ردیف های جدول زیر، داده های مربوط به ترکیب، درست است؟ (منظور از p.e جفت الکترون های پیوندی و n.e ، جفت الکترون های ناپیوندی روی اتم ها است.) (کنکور سراسری تجربی ۹۹)

ردیف	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	شمار p.e	$\frac{p.e}{n.e}$
۱	هیدروژن سیانید	HCN	۴	۴
۲	سیلیسیم تترافلوئورید	SiF_4	۴	$\frac{۱}{۱۲}$
۳	نیتروژن دی اکسید	N_2O	۳	$\frac{۲}{۳}$
۴	آرسنیک تری برمید	$AsBr_3$	۳	$\frac{۳}{۱۰}$

۱) ۳ ، ۱ ۲) ۴ ، ۲ ۳) ۳ ، ۲ ۴) ۴ ، ۱

تمرین ۴۵) اگر مولکول $XOCl$ ، در مجموع دارای ۶ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم ها و یک پیوند دوگانه باشد، در ساختار لوویس آنیون XO_3^-، چند جفت الکترون پیوندی وجود دارد و فرمول شیمیایی ترکیب حاصل از واکنش سدیم و X کدام است؟ (X، عنصر اصلی جدول تناوبی عنصرها است.) (کنکور سراسری ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴)

۱) ۳، Na_3X

۲) ۴، Na_3X

۳) ۳، Na_2X

۴) ۴، Na_2X

تیپ ۴: ناپیوندی آلی

ترکیب های آلی ترکیب های معمولا پیچیده ای هستند که در ساختار و فرمول آن ها اتم های C و H دیده می شود.

سوالات لوویس ترکیب های آلی را می توان بدون رسم ساختار لوویس پاسخ داد:

الف) محاسبه تعداد پیوند

$$\text{تعداد پیوند های کووالانسی ترکیب} = \frac{\text{مجموع ظرفیت تمام اتم ها}}{۲}$$

ب) محاسبه تعداد جفت الکترون ناپیوندی با روش ۱، ۲، ۳

نکته: یک، دو، سه

برای تعیین تعداد جفت الکترون ناپیوندی در ترکیب های آلی به صورت تستی و بدون حفظ فرمول نیز کافی است بدانیم:

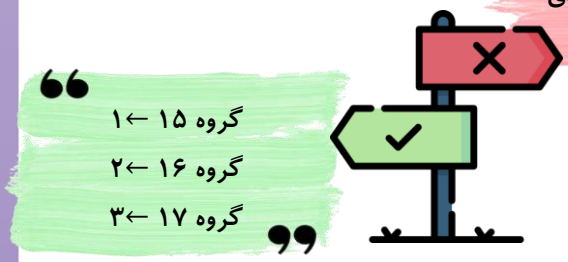
تعداد جفت ناپیوندی برای اتم های گروه ۱۴ و قبل از آن= . . . . . .

تعداد جفت ناپیوندی برای اتم های گروه ۱۵ = ...

تعداد جفت ناپیوندی برای اتم های گروه ۱۶ = ...

تعداد جفت ناپیوندی برای اتم های گروه ۱۷ = ...

$$\textbf{تعداد جفت ناپیوندی} = \frac{\text{مجموع ظرفیت تمام اتم ها}}{۲} - \frac{\text{مجموع یکان گروه تمام اتم ها}}{۲}$$



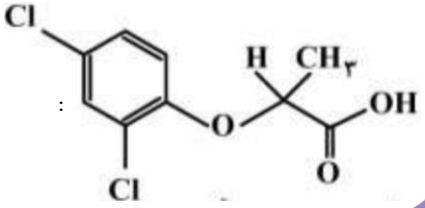
تمرین ۴۶) تعداد پیوند های کووالانسی و جفت الکترون های ناپیوندی را در ترکیب های زیر مشخص کنید.

گلوکز ($C_6H_{12}O_6$):

آسپیرین ($C_9H_8O_4$):

استیک اسید (CH_3COOH):

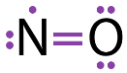
:



هفت ساختار حفظی

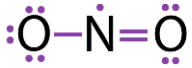
هفت ساختار لوویس زیر نکات و اهمیت ویژه و استثنایی دارند که باید آن ها را حفظ کنید:

۱. NO



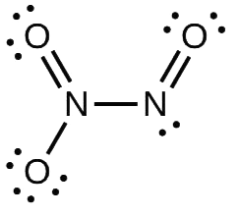
- به تک الکترون ناپیوندی روی اتم نیتروژن دقت کنید.
- به غیر اوکتت بودن اتم نیتروژن دقت کنید.

۲. NO_2

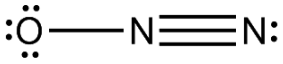


- به تک الکترون ناپیوندی روی اتم نیتروژن دقت کنید.
- به غیر اوکتت بودن اتم نیتروژن دقت کنید.

۳. N_2O_3



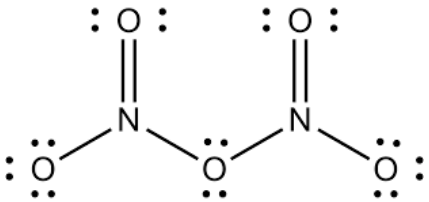
۴. N_2O



- انتظار داشتیم اکسیژن اتم مرکزی می شد اما می بینیم که در اینجا نیتروژن اتم مرکزی است.

۵. N_2O_4

۶. N_2O_5



۷. N_3^-

- برای این ترکیب (یون آزید یا N_3^-) دو ساختار امکان پذیر است.

شکل هندسی

مولکول ها شکل های هندسی متفاوتی دارند که این مبحث دو تیپ سوال رایج دارد:

- تیپ ۱ شکل هندسی: شکل هندسی دو مولکول با یکدیگر مقایسه می شود؟
- تیپ ۲ شکل هندسی: شکل هندسی یک مولکول پرسیده می شود.

تیپ ۱ شکل هندسی: مقایسه شکل دو مولکول

برای مقایسه شکل هندسی دو مولکول کافی است دو مورد را مقایسه کنیم، اگر مشابه بودند یعنی شکل دو مولکول مشابه است.

۱. تعداد اتم های اطراف

۲. داشتن یا نداشتن الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی

تمرین ۴۷) شکل هندسی مولکول کدام گونهٔ شیمیایی به شکل هندسی مولکول آب(H_2O)، نزدیک تر است؟ (ریاضی ۹۶)

۱) CO_3^{2-}

۲) NH_2^-

۳) NO_2^+

۴) H_3O^+

تمرین ۴۸) در کدام گزینه شکل هندسی هر سه گونه شیمیایی، مشابه است؟(کنکور سراسری ریاضی خارج ۹۸)

۱) PCl_3 ،CH_2O ،CO_3^{2-}

۲) SBr_2 ،O_3 ،NO_2

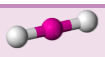
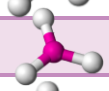
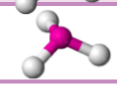
۳) $BeCl_2$ ،SCl_2 ،HCN

۴) CCl_4 ،SF_4 ،$SiBr_4$

تیپ ۲ شکل هندسی: تشخیص شکل هندسی مولکول

اگر بخواهد شکل هندسی یک مولکول را مشخص کنیم باید حالات زیر را بدانیم:

- مولکول های دو اتمی شکل خطی دارند.
- مولکول های سه اتمی با توجه به وجود یا عدم وجود ناپیوندی مرکزی، به ترتیب خطی یا خمیده(V شکل) هستند.
- مولکول های چهار اتمی با توجه به وجود یا عدم وجود ناپیوندی مرکزی، به ترتیب سه ضلعی مسطح یا هرم سه ضلعی هستند.

مثال	تعداد اتم های مولکول	الکترون ناپیوندی اتم مرکزی	شکل هندسی
CO_2 , CS_2	۳	ندارد ✗	خطی 
H_2O , NO_2	۳	دارد ✓	خمیده (V شکل)
SO_3 , CO_3^{2-}	۴	ندارد ✗	۳ضلعی مسطح 
SO_3^{2-} , ClO_3^-	۴	دارد ✓	۳ضلعی هرمی 

نکته: شکل خاص

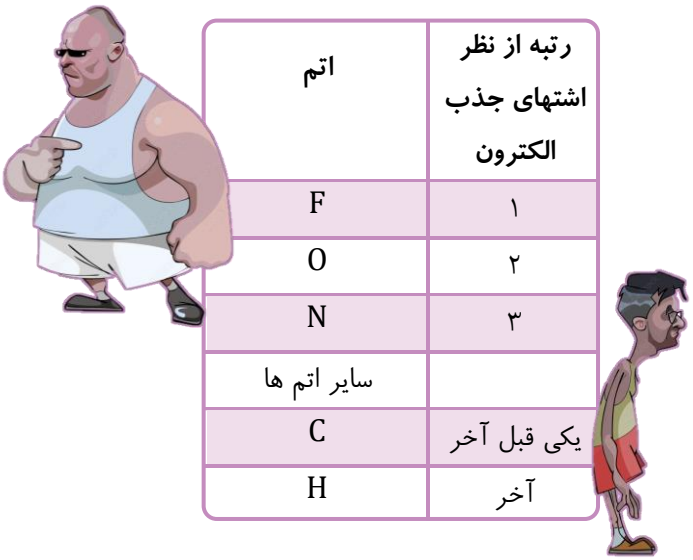
◄ مولکول اتین (C_2H_2) چهار اتمی است اما شکل هندسی خطی دارد.

بار جزئی

وقتی یک پیوند کووالانسی تشکیل می شود، هر اتم یک الکترون به اشتراک می گذارد، اگر هر دو اتم اشتهای یکسانی برای جذب الکترون داشته باشند، این دو الکترون را به صورت یکسان بین خودشان پخش می کنند، اما اگر یکی از این اتم ها نسبت به دیگری خوش اشتها تر باشد، این الکترون را به سمت خودش جذب می کند و در نتیجه اطراف این اتم تراکم الکترون، باعث ایجاد کمی بار منفی می گردد، این بار منفی را با علامت جزئی منفی($-\delta$) نشان می دهند.

مطابق مورد گفته شده، الکترون از اتمی که اشتهای کمتری برای جذب الکترون داشته دور می شود و این باعث ایجاد کمی بار مثبت می گردد، این بار مثبت را با علامت جزئی مثبت($+\delta$) نشان می دهند.

- ترتیب اشتهای اتم ها برای جذب الکترون:



رتبه از نظر اشتهای جذب الکترون	اتم
۱	F
۲	O
۳	N
	سایر اتم ها
یکی قبل آخر	C
آخر	H

برای تعیین بار جزئی اتم های دو سر یک پیوند کافی است آن ها را از نظر اشتهای جذب الکترون با هم مقایسه کنیم:

- اتم خوش اشتها تر بار جزئی منفی دارد.
- اتم کم اشتها تر بار جزئی مثبت دارد.

تمرین ۴۹) ساختار لوویس و شکل هندسی مولکول های زیر را رسم کنید و در پایان بار جزئی اتم های آن ها را مشخص کنید.

H_2O

CO_2

SO_2

OF_2

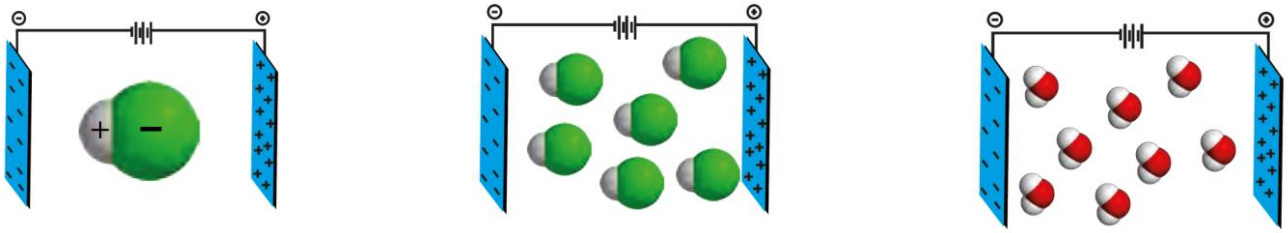
NH_3

قطبی و ناقطبی

مولکول قطبی

به مولکول هایی که یک سرشان دارای بار مثبت و یک سرشان دارای بار منفی است مولکول «قطبی» یا «دوقطبی» گفته می شود.

مولکول های قطبی در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند. (بارهای ناهم نام یکدیگر را جذب می کنند.)



با نزدیک کردن میله باردار به مایع قطبی، مایع جذب میله می شود و از مسیر خود منحرف می شود، اما ناقطبی منحرف نمی شود.

آب یک مولکول قطبی است، به همین دلیل در شکل زیر یک میله پلاستیکی با بار منفی را مشاهده می کنیم که مولکول های آب از سر مثبت خودشان(سر اتم های H)، به آن نزدیک شده اند و از مسیر خود منحرف شده اند.

نکته: بار میله

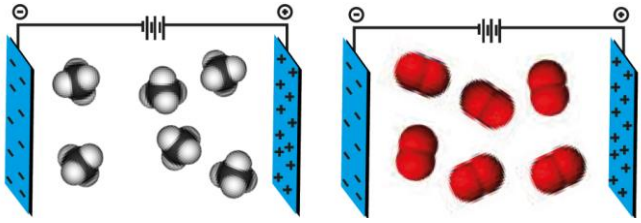
میله شیشه ای مالش داده شده به پارچه ابریشمی(یا پلاستیک) دارای بار مثبت است. (میله شیشه ای مثبت)

میله پلاستیکی مالش داده شده به پارچه پشمی(یا موی سر) دارای بار منفی است. (میله پلاستیکی منفی)

مولکول ناقطبی

به دسته دیگری از مولکول ها که دارای قطب مثبت و منفی نیستند، مولکول ناقطبی گفته می شود.

مولکول های ناقطبی در میدان الکتریکی جهت گیری مشخصی نمی کنند.



گشتاور دوقطبی

میزان قطبیت مولکول ها را با کمیتی به نام گشتاور دوقطبی(μ) می سنجند. یکای این کمیت D (دبای) است.

گشتاور دوقطبی مولکول ناقطبی ← $\mu = 0D$ (صفر دبای)

گشتاور دوقطبی مولکول قطبی ← $\mu = 1D$

گشتاور دوقطبی مولکول قطبی تر ← $\mu = 2D$

CO_2 ، N_2 و CH_4 ناقطبی هستند ← $\mu = 0D$

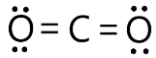
H_2S قطبی است ← $\mu = 0/97\ D$

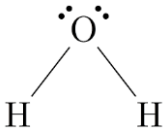
H_2O قطبی است ← $\mu = 1/85\ D$ (تقریبا دو برابر H_2S)

بردار قطبیت

بردار قطبیت، برداری است که از سر مثبت($+\delta$) هر پیوند، به سمت سر منفی($-\delta$) آن رسم می شود. (منفی ← مثبت)

برای دو مولکول زیر ابتدا بار جزئی هر اتم و سپس بردار قطبیتشان را رسم می کنیم:





برایند بردار های قطبیت را برای هر مولکول بدست می آوریم، اگر برایند صفر شد، مولکول ناقطبی است و اگر صفر نشد قطبی است.

برایند بردار های قطبیت در مولکول آب به صورت مقابل است(اتم های H سر مثبت و اتم O سر منفی است)

نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی

نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی تراکم الکترون ها در اطراف اتم های سازنده یک گونه شیمیایی را نشان می دهند.

در این نقشه ها دو بخش داریم:

۱. جایی که اتم های خوش اشتهاتر قرار دارند، بار کمی منفی تر می شود که آن را با بار جزئی منفی(δ^-) و رنگ قرمز نشان می دهند.

۲. جایی که اتم های کم اشتهاتر قرار دارند، بار کمی مثبت تر می شود که آن را با بار جزئی مثبت(δ^+) و رنگ آبی نشان می دهند.

تمرین ۵۰) کدام مورد درست است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۳)

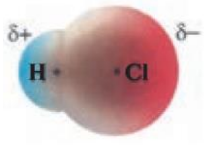
۱) در تشکیل مواد مولکولی، همهٔ اتم ها به آرایش هشت تایی می رسند.

۲) اتم فلزها یا نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوند اشتراکی می توانند مولکول های دو یا چند اتمی بسازند.

۳) مولکول ترکیبی است که در آن یک اتم، تک الکترون خود را با تک الکترون اتم دیگر به اشتراک می گذارد.

۴) در تشکیل مولکول، اتم با بار جزئی منفی، اتمی است که الکترون (های) اشتراکی را بیش از اتم های دیگر به سمت فضای اطراف هستهٔ خود می کشد.

تمرین ۵۱) روی نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی زیر بخش های دارای بار جزئی مثبت و منفی را مشخص کنید و سپس تعیین کنید ساختار قطبی یا ناقطبی است.



HCl

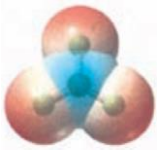
Cl_2

$CHCl_3$ (کلروفرم)

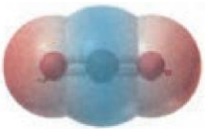
SCO (کربونیل سولفید)

NH_3 (آمونیاک)

H_2O (آب)

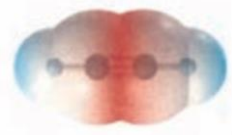


SO_3 (گوگرد تری سولفید)



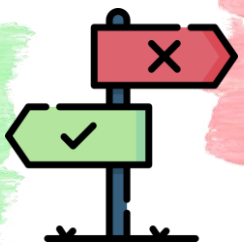
CO_2 (کربن دی اکسید)

C_3H_8(پروپان)



C_2H_2 (اتین)

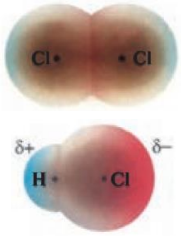
برای تشخیص قطبیت از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی، باید تمام نقشه های موجود در کتاب را حفظ کرد.



اگر بدون برداشتن نوک قلم بتوانیم دو بخش مثبت و منفی را روی نقشه از هم جدا کنیم، مولکول قطبی است.

تشخیص سریع قطبی و ناقطبی

حالت ۱: تشخیص قطبیت مولکول های دو اتمی



اگر دو اتم یکسان باشند(جور هسته) مولکول ناقطبی است. مانند Cl_2

اگر دو اتم متفاوت باشند(ناجور هسته) مولکول قطبی است. مانند HCl

تمرین ۵۲) قطبی یا ناقطبی بودن مولکول های دو اتمی زیر را مشخص کنید.

HF	H_2	CO
O_2	NO	Cl_2

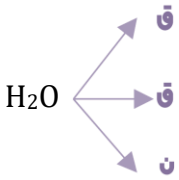
حالت ۲: تشخیص قطبیت مولکول های چند اتمی

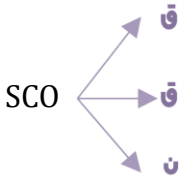
یک الگوریتم تستی برای تشخیص قطبیت مولکول های چند اتمی داریم که در کلاس تکمیلش می کنیم:

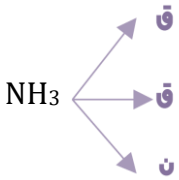
الگوریتم

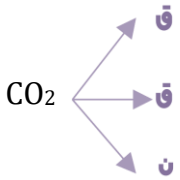
- حتما باید دو سوال الگوریتم فوق را به ترتیب بپرسیم!
- اگر اتم های اطراف متفاوت باشند، ساختار قناس است! یعنی قناس، قطبی است (ق:ق)
- اگر جواب هر دو سوال الگوریتم، نه باشد، ناقطبی است! (ن، ن : ن)

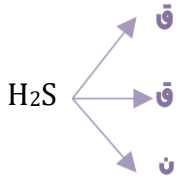
تمرین ۵۳) قطبی یا ناقطبی بودن مولکول های چند اتمی زیر را مشخص کنید.

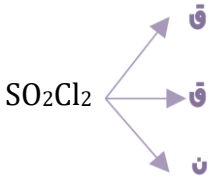


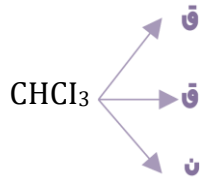


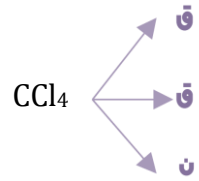


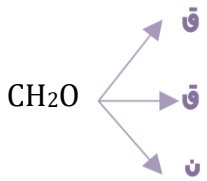


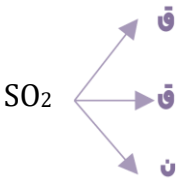


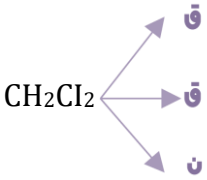




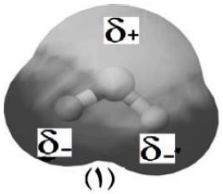




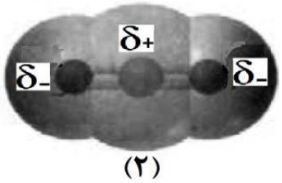




تمرین ۵۴) با توجه به نقشه های پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌های داده شده پاسخ دهید در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی علامت ($-\delta$) نشان‌دهنده چیست؟(نهایی دی ۱۴۰۲)



(۱)



(۲)

قطبیت در ترکیب های آلی

ترکیب های آلی از دو قسمت تشکیل شده اند:

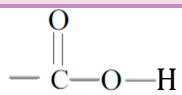
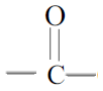
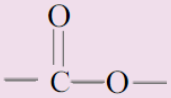
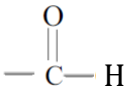
۱) زنجیره های هیدروکربنی که فقط از C و H تشکیل شده اند که به اختصار با (R) نشان داده می شوند. که ناقطبی هستند.

مانند C_2H_2 (اتین) C_3H_8(پروپان)

نکته: گشتاور دوقطبی هیدروکربن

◄ گشتاور دو قطبی هیدروکربن ها، به تقریب برابر صفر است، نه کاملا.

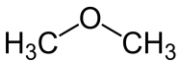
۲) گروه های عاملی که قطبی هستند:

ساختار گروه عاملی	نام گروه عاملی
-OH	الکلی یا هیدروکسیل
-COOH یا 	اسیدی یا کربوکسیل
-O-	اتری
	کتونی یا کربونیل
	استری
	آلدهیدی

در نتیجه ترکیب های آلی هم بخش ناقطبی(زنجیره هیدروکربنی یا R) و هم بخش قطبی(گروه عاملی) دارند. اگر بخش قطبی غالب باشد، رفتار کلی مولکول قطبی است و اگر بخش ناقطبی غالب باشد، رفتار کلی مولکول را ناقطبی در نظر می گیریم. برای تعیین بخش غالب از نکات زیر استفاده می کنیم:

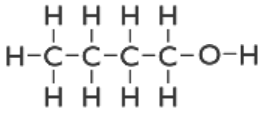
- هر گروه عاملی، ۵/۹ (تقریبا ۶) امتیاز به نفع قطبی بودن است.
- هر کربن در زنجیره هیدروکربنی ۱ امتیاز به نفع ناقطبی بودن است.
- اثر گروه های عاملی باردار! سه برابر یک گروه عاملی معمولی است، مثلا گروه عاملی COO^- و SO_3^-

مثلا دی متیل اتر (CH_3OCH_3) که با داشتن یک گروه عاملی (۶ امتیاز قطبی) و دو کربن(۲ امتیاز ناقطبی)، به طور کلی قطبی است.

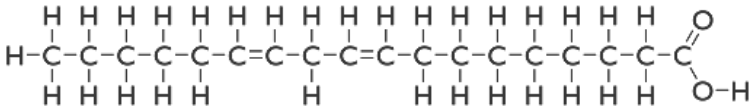


تمرین ۵۵) قطبی یا ناقطبی بودن ترکیب های آلی زیر را مشخص کنید.

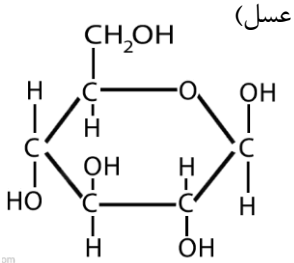
بوتانول



چربی (اسید چرب)



گلوکوز(قند و عسل)



نکته: شبیه در شبیه حل می شود

- مواد قطبی در مواد قطبی حل می شوند.
- مواد ناقطبی در مواد ناقطبی حل می شوند.(بنزین، هگزان، گریس، وازلین، پارافین)
- نمک ها(ترکیب های یونی) در آب حل می شوند.

اگر ماده ای در دیگری حل شود، یک مخلوط همگن با آن تولید می کند.

آب یک ماده قطبی است و در نتیجه:

قطبی ها آبدوست هستند.

ناقطبی ها آبگریز هستند.

ماده	تراکم بار الکتریکی (پتانسیل الکتریکی)	جهت گیری در میدان الکتریکی	انحراف با نزدیک شدن میله باردار	انحلال در	گشتاور دوقطبی (μ)	آب ....
قطبی	نامتقارن	می کند	دارد	قطبی	غیر صفر	آبدوست
ناقطبی	متقارن	نمی کند	ندارد	ناقطبی	صفر	آبگریز

تمرین ۵۶) کدام گزینه درباره ی مولکول آمونیاک، نادرست است؟ (کنکور سراسری ریاضی خارج ۹۸)

۱) گشتاور دوقطبی آن، برابر صفر است.

۲) در میدان الکتریکی، جهت گیری می کند.

۳) اتم نیتروژن در آن، دارای یک جفت الکترون ناپیوندی است.

۴) هر اتم هیدروژن در آن، دارای بار جزیی δ^+ و اتم نیتروژن دارای بار جزیی $3\delta^-$ است.

تمرین ۵۷) کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی، به درستی کامل می کند؟ (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۳)

«مولکول ..... ، ..... مولکول گوگرد تری اکسید ..... . »

۱) آمونیاک – برخلاف – دارای اتم مرکزی با بار جزئی منفی است.

۲) اکسیژن دی فلوئورید – برخلاف – هشت جفت الکترون ناپیوندی دارد.

۳) نیتروژن تری فلوئورید – همانند – سه جفت الکترون پیوندی دارد.

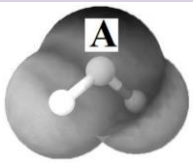
۴) هیدروژن سولفید – همانند – دارای اتم مرکزی با بار جزئی منفی است.

تمرین ۵۸) با توجه به نقشهٔ پتانسیل مولکول های آمونیاک و گوگرد تری اکسید، پاسخ دهید: (نهایی شهریور ۱۴۰۳)

الف) کدام مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری می کند؟

ب) در مولکول SO_3 تراکم بار الکتریکی روی کدام اتم بیشتر است؟ (گوگرد یا اکسیژن)

تمرین ۵۹) شکل رو به رو نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول SO_2 را نشان می دهد، بخش (A) در این نقشه چه رنگی دارد؟ (نهایی خرداد ۱۴۰۲)



تمرین ۶۰) با توجه به نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی زیر، کدام یک در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند؟(نهایی خرداد ۱۴۰۳)

عدد اکسایش

به بار الکتریکی نسبی اتم یک عنصر در مولکول یک ترکیب، عدد اکسایش گفته می شود که از آن برای ردیابی الکترون ها طی واکنش های شیمیایی استفاده می شود، در ادامه دو روش برای محاسبهٔ آن یاد می گیریم.

روش ۱ تعیین عدد اکسایش: ساختار لوویس

۱. ابتد ا ساختار الکترون نقطه ای(لوویس) مولکول یا یون مورد نظر را رسم می کنیم.

۲. حتما باید الکترون های ناپیوندی در ساختار مشخص باشند.

۳. جفت الکترون های پیوندی(پیوند های کووالانسی) که میان دو اتم مشترک هستند را با دو قاعده زیر تقسیم می کنیم:

- اگر اتم های دو سر پیوند یکسان باشند، به هر اتم یک الکترون نسبت می دهیم.
- اگر اتم های دو سر پیوند یکسان نباشند،هردو الکترون را به اتم خوش اشتهاتر نسبت می دهیم.

۴. جفت الکترون های ناپیوندی هر اتم را به همان اتم نسبت می دهیم.

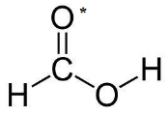
۴. تعداد کل الکترون های نسبت داده شده به هر اتم را با تعداد الکترون های ظرفیت همان اتم در حالت خنثی مقایسه می کنیم و عدد اکسایش آن را به دست می آوریم، به این صورت که مثلا:

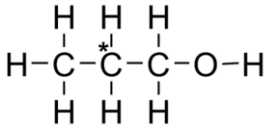
- اگر اتمی در حالت خنثی ۵ الکترون دارد و در این جا ۴ الکترون به آن نسبت داده شده است عدد اکسایش آن برابر ۱+ می باشد(نسبت به حالت خنثی ۱ الکترون با باز منفی از دست داده و بار آن ۱+ می شود.)
- اگر اتمی در حالت خنثی ۵ الکترون دارد و در این جا ۶ الکترون به آن نسبت داده شده است عدد اکسایش آن برابر ۱- می باشد(نسبت به حالت خنثی ۱ الکترون با باز منفی گرفته و بار آن ۱- می شود.)

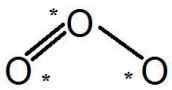
برای انجام مقایسه ذکر شده در فوق، از رابطه زیر استفاده می کنیم:

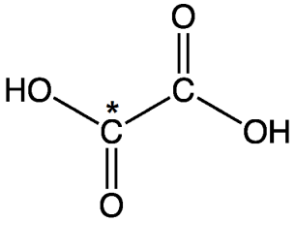
عدد اکسایش هر اتم = تعداد الکترون های نسبت داده شده به همان اتم – یکان گروه همان اتم

تمرین ۶۱) عدد اکسایش اتم های ستاره دار را مشخص کنید.









روش ۱ تعیین عدد اکسایش: نوشتن معادله ریاضی

۱. ابتدا به صورت زیر یک معادله عدد اکسایش می نویسیم.

بار ترکیب = مجموع عدد اکسایش اتم های موجود در ترکیب

۲. عدد اکسایش گونه‌های زیر را حفظ می کنیم و به ترتیب اولویت نوشته شده در جدول، در معادله عدد اکسایش جایگذاری می کنیم تا زمانی که فقط یک مجهول در این معادله باقی بماند.

اولویت جای گذاری	اتم	عدد اکسایش حفظی
۱	فلوئور	-۱
۲	فلز ها	بار یون فلز(جدول یون ها)
۳	اکسیژن	-۲
۴	هیدروژن	+۱
۵	هالوژن	-۱

مثلا برای محاسبه عدد اکسایش کربن در CO_3^{2-} کافی است:

۱. با توجه به فرمول شیمیایی ترکیب برای آن یک معادله عدد اکسایش به فرم مقابل می نویسیم: $C + 3O = -2$

۲. اعداد اکسایشی که حفظ هستیم را به ترتیب اولویت در معادله جای گذاری می کنیم تا عدد اکسایش سایر مواد را به دست آوریم:
در CO_3^{2-} ، این معادله به صورت $C + 3(-2) = -2$ می شود؛ یعنی در نهایت عدد اکسایش کربن، برابر ۴ می شود.

تمرین ۶۲) عدد اکسایش اتم مرکزی، در مورد کدام ترکیب، درست نشان داده شده است؟(کنکور سراسری)

۱) OF_2 ، -۲ ۲) CH_3OH ، -۲ ۳) $HClO_3$ ، +۶ ۴) NH_4^+ ، +۳

تمرین ۶۳) عدد اکسایش اتم ..... با عدد اکسایش اتم ..... برابر است.(کنکور سراسری)

۱) H در KH ـ H در HCl ۲) O در OF_2 ـ Mg در Mg_3N_2

۳) Fe در $Fe(OH)_3$ ـ S در Na_2SO_3 ۴) Mn در $KMnO_4$ ـ Mn در $BaMnO_4$

تمرین ۶۴) اتم مرکزی تشکیل دهندهٔ یون ..... در گروه ..... جدول تناوبی جای دارد و عدد اکسایش آن با عدد اکسایش اتم کلر در یون ..... برابر است. (کنکور سراسری تجربی ۹۹)

۱) SO_3^{2-} ، ۱۶ ، ClO_4^- ۲) SO_4^{2-} ، ۱۶ ، ClO_4^-

۳) PO_3^{3-} ، ۱۵ ، ClO_3^- ۴) AsO_4^{3-} ، ۱۵ ، ClO_3^-

نکات: عدد اکسایش

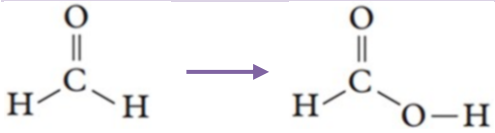
- در روش دوم اگر یک اتم چند بار تکرار شده باشد، عدد اکسایش میانگین آن را بدست می آوریم! نه عدد اکسایش دقیق هر اتم را.
- عدد اکسایش همه اتم‌های پایدارترین دگرشکل هر عنصر، همواره صفر است.

مثلا برای اکسیژن دارای O_2 از O_3 پایدارتر است، پس در O_2 ، هم عدد اکسایش میانگین و هم عدد اکسایش تک تک اتم ها ۰ هست. ولی در O_3، عدد اکسایش میانگین صفر است ولی عدد اکسایش تک تک اتم ها صفر نمی‌باشد. (میانگین ۱و ۰ و ۱- صفر است.)

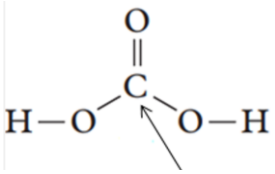
عدد اکسایش تستی

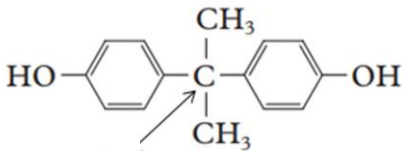
در ترکیب های آلی کافی است دو سر هر پیوند را بررسی کنیم و به ازای هر پیوند به اتم خوش اشتهاتر ۱- و به دیگری ۱+ بدهیم.
سپس اعداد اطراف هر اتم را جمع می کنیم و عدد اکسایش بدست می آید.
اگر اتم های دو سر پیوند یکسان بودند به هیچ کدام عددی نسبت داده نمی شود.

تمرین ۶۵) با بررسی واکنش داده شده، تغییر عدد اکسایش اتم کربن را تعیین کنید. (نهایی شهریور ۱۴۰۳)

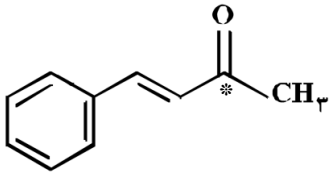


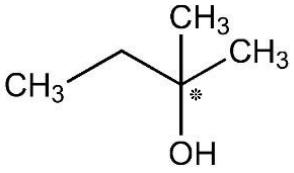
تمرین ۶۶) در ساختارهای زیر، عددهای اکسایش کربن های مشخص شده را تعیین کنید.($C_{۶}$, $O_{۸}$)(نهایی خرداد ۱۴۰۲)





تمرین ۶۷) عدد اکسایش اتم های ستاره دار را مشخص کنید. (کنکورهای سراسری تجربی ۹۸ و تجربی خارج ۹۸)

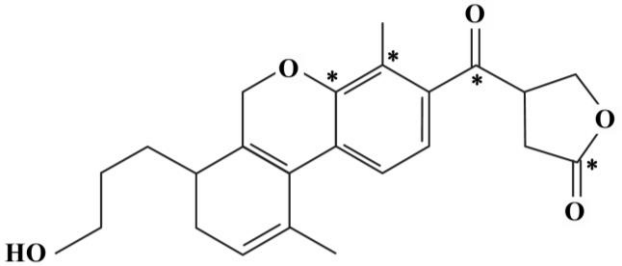


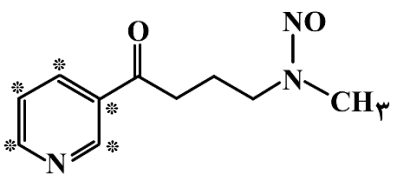


نکته: پیوند مخفی

- اگر برای یک کربن کمتر از چهار پیوند نشان داده شده باشد، یعنی پیوند های مخفی دارد!
- باید هر چه کمتر از چهار پیوند داریم، پیوند با اتم H به آن اضافه کنیم.

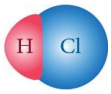
تمرین ۶۸) عدد اکسایش اتم های ستاره دار را مشخص کنید. (کنکور های سراسری تجربی ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳)





نیروی بین مولکولی

گاهی چند اتم با پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل می شوند و تشکیل یک واحد مجزا به نام مولکول می دهند،

مثلا یک اتم هیدروژن و یک اتم کلر با هم یک مولکول HCl تشکیل می دهند. 

وقتی چند مولکول کنار هم قرار می گیرند میان آن ها نیروهایی به اسم نیروی بین مولکولی پدید می آید.

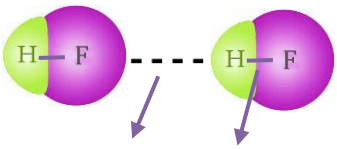
نیروهای جاذبه بین مولکولی خود به دو دسته تقسیم می شوند: الف- نیروهای وان در والسی ب- پیوند هیدروژنی

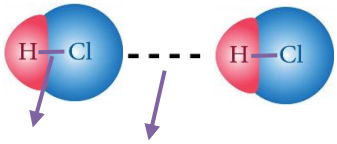
پیوند هیدروژنی

به قوی ترین نوع از نیروهای بین مولکولی، پیوند هیدروژنی گفته می شود.

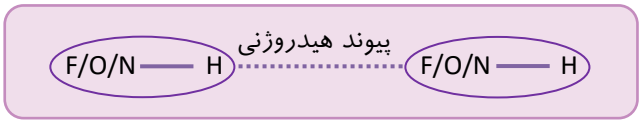
شرط تشکیل پیوند هیدروژنی اتصال اتم H به یکی از اتم های FON است.

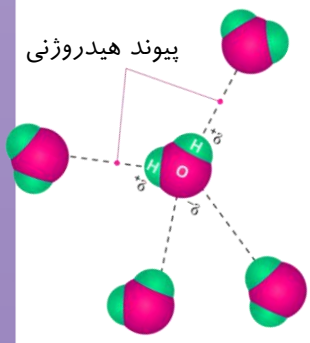
تمرین ۶۹) تعیین کنید هر یک از موارد مشخص شده در شکل زیر کدام می باشد؟ (پیوند کووالانسی، نیروی وان در والسی، پیوند هیدروژنی)

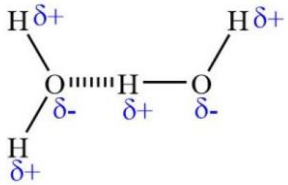




پیوند هیدروژنی بین یک اتم هیدروژن متصل به FON از یک مولکول و جفت الکترون ناپیوندی اتم FON در یک مولکول دیگر تشکیل می شود؛ یعنی به عبارتی اتم H بین دو اتم FON قرار می گیرد، به یکی با پیوند کووالانسی متصل است و با دیگری پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد.







در شکل پیوند های هیدروژنی را با نقطه چین نشان داده ایم و پیوند های هیدروژنی بین اتم H از یک مولکول و اتم O از یک مولکول دیگر بوجود آمده است. در آب (H_2O) هر مولکول حداکثر، چهار پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد.

در ترکیب های آلی، اگر گروه های عاملی زیر دیده شود، بخش قطبی دارای پیوند هیدروژنی و بخش ناقطبی دارای نیروی وان در والسی است و هر بخشی غالب باشد، نیروی بین مولکولی کلی ترکیب هم مشابه همان بخش غالب است.

تمرین ۷۰) مشخص کنید نیروی بین مولکولی در هر یک کدام است.

آب (H_2O)

آمونیاک (NH_3)

هیدروکلریک اسید (HCl)

هیدروفلوئوریک اسید (HF)

متانول (CH_3OH)

بنزین (C_8H_{18})

پیوند هیدروژنی، نیروهای وان در والسی و پیوند کووالانسی را از نظر قدرت رتبه بندی کنید:

دو نوع نیروی بین مولکولی داریم: ۱. پیوند هیدروژنی(قوی تر) و ۲. نیروی واندروالسی(ضعیف تر)

اگر یک ساختار اتم H متصل به F یا O یا N دارد: پیوند هیدروژنی دارد.

اگر یک ساختار اتم H متصل به F یا O یا N ندارد: نیروی وان در والسی دارد.

نیروهای بین مولکولی در ۳ مورد زیر نقش دارند:

- حالت فیزیکی ماده

نیرو های بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی مواد نقش دارند، در حالت گازی نیروهای بین مولکولی در ضعیف ترین حالت هستند، در مایعات برهم کنش بین ذره ها بیشتر است و در مواد جامد، این بر هم کنش ها در بیشترین مقدار خود قرار دارند.

«نیرو های بین مولکولی: جامد > مایع > گاز »

- نقطه جوش

هرچه نیروهای بین مولکولی یک ماده قوی تر باشند، نقطه جوش آن ماده نیز بالاتر است.

- نقطه ذوب

هرچه نیروهای بین مولکولی یک ماده قوی تر باشند، نقطه جوش آن ماده نیز بالاتر است.

نقطه جوش

برای مقایسه نقطه جوش چند ماده کافی است، نیروی بین مولکولی آن ها را با یکدیگر مقایسه کنیم، هرچه نیروی بین مولکولی یک ماده بیشتر باشد، نقطه جوش آن نیز بیشتر است.

برای مقایسه نیروهای بین مولکولی بین چند ماده باید به ترتیب زیر عمل کنیم:

۱. حالت فیزیکی: نقطه جوش جامد > نقطه جوش مایع > نقطه جوش گاز

۲. پیوند هیدروژنی: نقطه جوش دارای پیوند هیدروژنی > نقطه جوش فاقد پیوند هیدروژنی

۳. قطبیت: نقطه جوش ماده قطبی > نقطه جوش ماده ناقطبی

۴. جرم مولی: نقطه جوش ماده با جرم مولی بیشتر > نقطه جوش ماده با جرم مولی کمتر

✔ نقطه جوش H_2S و H_2O را مقایسه کنید.

برای مقایسه نقطه جوش H_2S و H_2O به ترتیب گفته شده عمل می کنیم:

الف. حالت فیزیکی: نقطه جوش جامد > نقطه جوش مایع > نقطه جوش گاز

بین H_2S و H_2O ، آب حالت فیزیکی مایع دارد و H_2S گازی است، پس نیروهای بین مولکولی بین مولکول های آب قوی تر از مولکول های H_2S است.

ماده	فرمول	حالت فیزیکی (۲۵°C)	نقطه جوش(°C)	گشتاور دوقطبی (D)
آب	H_2O	مایع	۱۰۰	۱/۸۵
هیدروژن سولفید	H_2S	گاز	-۶۰	۰/۹۷

✔ نقطه جوش HCl و HF را مقایسه کنید.

برای مقایسه نقطه جوش HCl و HF به ترتیب گفته شده عمل می کنیم:

الف. حالت فیزیکی: نقطه جوش جامد > نقطه جوش مایع > نقطه جوش گاز ← از حالت فیزیکی این دو ماده اطلاع نداریم پس سراغ مورد دوم می رویم.

ب. پیوند هیدروژنی: نقطه جوش ماده دارای پیوند هیدروژنی > نقطه جوش ماده فاقد پیوند هیدروژنی

HF دارای پیوند هیدروژنی است، به همین دلیل نیروهای بین مولکولی بین مولکول های HF قوی تر از مولکول های HCl است. در نتیجه نقطه جوش HF نیز از HCl بیشتر است.

- نقطه جوش N_2 و CO را مقایسه کنید.

برای مقایسه نقطه جوش N_2 و CO به ترتیب گفته شده عمل می کنیم:

الف. حالت فیزیکی: نقطه جوش جامد > نقطه جوش مایع > نقطه جوش گاز ← حالت فیزیکی هر دو ماده گازی است پس سراغ مورد دوم می رویم.

ب. پیوند هیدروژنی: نقطه جوش ماده دارای پیوند هیدروژنی > نقطه جوش ماده فاقد پیوند هیدروژنی ← هیچ کدام پیوند هیدروژنی ندارند پس سراغ مورد سوم می رویم.

ج. قطبیت: نقطه جوش ماده قطبی > نقطه جوش ماده ناقطبی

مولکول های N_2 ناقطبی و مولکول های CO قطبی اند، در نتیجه نیروهای بین مولکولی و نقطه جوش CO بیشتر از N_2 می باشد.

- نقطه جوش F_2 و HCl را مقایسه کنید.

برای مقایسه نقطه جوش F_2 و HCl به ترتیب گفته شده عمل می کنیم:

الف. حالت فیزیکی: نقطه جوش جامد > نقطه جوش مایع > نقطه جوش گاز ← حالت فیزیکی هر دو ماده گازی است پس سراغ مورد دوم می رویم.

ب. پیوند هیدروژنی: نقطه جوش ماده دارای پیوند هیدروژنی > نقطه جوش ماده فاقد پیوند هیدروژنی ← هیچ کدام پیوند هیدروژنی ندارند پس سراغ مورد سوم می رویم.

ج. قطبیت: نقطه جوش ماده قطبی > نقطه جوش ماده ناقطبی

مولکول های F_2 ناقطبی و مولکول های HCl قطبی اند، در نتیجه نیروهای بین مولکولی و نقطه جوش HCl بیشتر از F_2 می باشد.

- نقطه جوش CBr_4 و CCl_4 را مقایسه کنید.

برای مقایسه نقطه جوش CBr_4 و CCl_4 به ترتیب گفته شده عمل می کنیم:

الف. حالت فیزیکی: نقطه جوش جامد > نقطه جوش مایع > نقطه جوش گاز ← از حالت فیزیکی این دو ماده اطلاع نداریم پس سراغ مورد دوم می رویم.

ب. پیوند هیدروژنی: نقطه جوش دارای پیوند هیدروژنی > نقطه جوش فاقد پیوند هیدروژنی ← هیچ کدام پیوند هیدروژنی ندارند پس سراغ مورد سوم می رویم.

ج. قطبیت: نقطه جوش ماده قطبی > نقطه جوش ماده ناقطبی← هر دو ناقطبی هستند پس سراغ مورد چهارم می رویم.

د. جرم مولی: نقطه جوش ماده با جرم مولی بیشتر > نقطه جوش ماده با جرم مولی کمتر

هرچه جرم مولی یک ماده بیشتر باشد، نیروهای بین مولکولی و نقطه جوش آن ماده نیز بیشتر می باشد در نتیجه نیروهای بین مولکولی و نقطه جوش CBr_4 بیشتر از CCl_4 می باشد.

- مقایسه نقطه جوش ترکیب های هیدروژن دار گروه ۱۵:

ترکیب	جرم مولی	نقطهٔ جوش
NH_3	۱۷	-۳۳/۵
PH_3	۳۴	-۸۷/۵
AsH_3	۷۸	-۶۲/۵

- مقایسه نقطه جوش ترکیب های هیدروژن دار گروه ۱۷:

ترکیب	جرم مولی	نقطهٔ جوش
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷

۳. مقایسه نقطه جوش ترکیب های هیدروژن دار تناوب ۳:

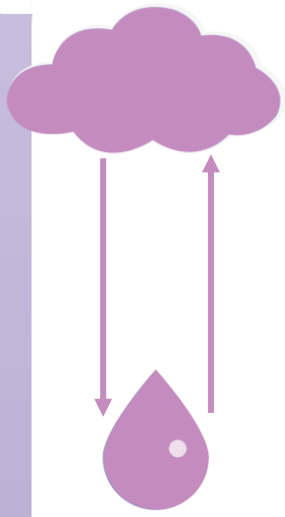
ترکیب	جرم مولی	نقطهٔ جوش
HCl	۳۶/۵	-۸۵
PH_3	۳۴	-۸۷/۵

۴. مقایسه نقطه جوش ترکیب های هیدروژن دار تناوب ۲:

ترکیب	جرم مولی	نقطهٔ جوش
NH_3	۱۷	-۳۳/۵
HF	۲۰	۱۹

۵. مقایسه نقطه جوش اتانول (C_2H_5OH) و استون (C_3H_6O)

ترکیب	فرمول	جرم مولی	نقطهٔ جوش
اتانول	C_2H_5OH	۴۶	۷۸
استون	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3$	۵۸	۵۶



برای سوالاتی که درباره جدا کردن یک ماده از مخلوط چند ماده پرسیده می شود باید موارد زیر را بدانیم:

- در دمای بالاتر از نقطه جوش حالت فیزیکی ماده گازی است.
- در دمای پایین تر از نقطه جوش حالت فیزیکی ماده مایع است.
- هرچه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد، در میعان زود تر مایع می شود.
- هرچه نقطه جوش یک گاز بالاتر باشد، در تبخیر دیرتر گاز می شود.[**توضیح با نمودار در کلاس**]

تمرین ۷۱) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (کنکور سراسری تجربی خارج ۹۸)

الف. نقطه ی جوش اتانول از استون، بیشتر است.

ب. نیروی بین مولکولی در هیدروژن سولفید در مقایسه با آمونیاک، ضعیف تر است.

ج. مقایسه ی نقطه جوش HCl، HF و HBr به صورت: $HCl<HBr<HF$ است.

د. بخش عمده ی نیروی جاذبه ی بین مولکولی در هیدروژن فلوئورید، پیوند هیدروژنی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۷۲) کدام گزینه درست است؟ (تجربی خارج ۹۸) [ترکیبی نیروهای بین ذره ای،آلی، فرمول تجربی، لوویس]

۱) فرمول بوتانوییک اسید با فرمول مولکولی اتانال، یکسان است.

۲) گاز CO زودتر از گاز N_2 و گاز O_2 زودتر از گاز Cl_2 در اثر سرد کردن، مایع می شود.

۳) تعداد الکترون های ناپیوندی اطراف اتم مرکزی در مولکول های BCl_3، SO_3 و PBr_3، یکسان است.

۴) دمای جوش SiH_4 از دمای جوش CH_4 بالاتر و دمای جوش PH_3 از دمای جوش NH_3 بالاتر است.

تمرین ۷۳) در باره ی HF، HCl و HBr ، چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟ (ریاضی خارج ۹۸)[ترکیبی اسید و باز]

مولکول هر سه آن ها ، قطبی است.

pH محلول یک مولار هر سه آن ها در آب، یکسان است.(غ)

نقطه جوش HF در مقایسه با دو ترکیب دیگر، بالاتر است.

مولکول های هر سه، می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۷۴) کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

آ) در مواد مولکولی ناقطبی با افزایش جرم مولی، نیروهای بین مولکولی افزایش می‌یابد.

ب) با این که جرم مولی گازهای N_2 و CO برابر است، CO زودتر N_2 از به مایع تبدیل می‌شود.

پ) آب و هیدروژن سولفید، هر دو مولکول‌های خمیده، قطبی و نقطه جوش نزدیک به یکدیگر دارند.

ت) چون جرم مولی F_2 را از جرم مولی HCl بیشتر است، نقطه جوش آن از نقطه جوش HCl، بالاتر است.

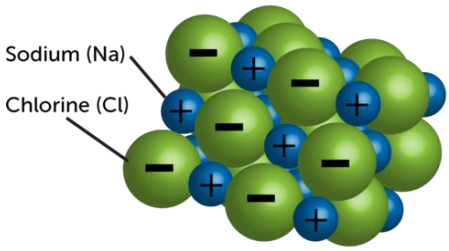
۱) آ، ب ۲) آ، ت ۳) ب، پ ۴) ب، ت

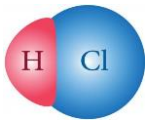
ترکیب یونی و کووالانسی

به ساختار ترکیب های کووالانسی و یونی در زیر دقت کنید:

فرمول ترکیب یونی نمک به صورت $NaCl$ است و ساختار آن شبیه تصویر سمت چپ است.

فرمول ترکیب کووالانسی هیدروژن کلرید به صورت HCl است و ساختار آن شبیه تصویر سمت راست است.





- ترکیب های کووالانسی واحدهای مجزایی به نام مولکول دارند که آن ها را با فرمول هایی به نام فرمول مولکولی نشان می دهند که در آن هم نوع اتم های تشکیل دهنده و هم تعداد آن ها مشخص می شود.

به عنوان مثال در هر مولکول گلوکوز ۶ اتم کربن ، ۱۲ اتم هیدروژن و ۶ اتم اکسیژن داریم که در نتیجه فرمول مولکولی آن $C_6H_{12}O_6$ خواهد بود.

- ترکیب های یونی مولکول ندارند و به جای آن تعداد زیادی یون های نا هم نام در شبکه های منظم و در سه بعد قرار می گیرند که آن ها را با فرمول هایی به نام فرمول تجربی نشان می دهند که در آن فقط نوع اتم های تشکیل دهنده و نسبت ساده شده اتم های موجود در ترکیب را نشان می دهد.

به عنوان مثال فرمول مولکولی گلوکوز $C_6H_{12}O_6$ است،که در صورت ساده کردن تعداد اتم های موجود در آن به فرمول تجربی CH_2O می رسیم.

فرمول تجربی(ترکیب های یونی) به جای تعداد واقعی اتم ها، نسبت بین آن ها را نشان می دهد.

فرمول مولکولی گلوکوز: $C_6H_{12}O_6$ فرمول تجربی گلوکوز: CH_2O

فرمول مولکولی استیک اسید: $C_2H_4O_2$ فرمول تجربی استیک اسید: CH_2O

نکته: استفاده از مولکول

ترکیبات یونی و جامدهای کووالانسی به دلیل بزرگ و بلوری بودن ساختارشان، تعداد بسیار زیادی اتم دارند و چون تعداد دقیق اتم هایشان مشخص نیست برایشان از فرمول تجربی استفاده می شود و هم چنین استفاده از کلماتی مثل مولکول، جرم مولکولی و یا فرمول مولکولی برای این ترکیب ها نادرست است.

(جامدهای کووالانسی مهم: سیلیس SiO_2 و سیلیسیم کاربید SiC)

۱. ترکیب های یونی: «فلز – نافلز »

۲. ترکیب های کووالانسی: «نافلز – نافلز »

۳. ترکیب های آلی: «زنجیره هیدروکربنی – گروه عاملی»

یون پایدار

برای عناصر گروه های اصلی:

کاتیون الکترون های لایه ظرفیتش را از دست داده و به آرایش نجیب دوره قبل از خود می رسد.

آنیون به اندازه ای که لایه ظرفیتش به حالت هشتایی(اوکتت) برسد، الکترون می گیرد و به آرایش نجیب هم دوره خود(بعدی) میرسد.

تمرین ۷۵) عنصر ..... با گرفتن یا از دست دادن ..... الکترون، به آرایش الکترونی گاز نجیب هم دورهٔ خود می رسد. (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۴)

۱) $_{34}Y$ ، ۲ ۲) $_{31}D$ ، ۳ ۳) $_{21}M$ ، ۳ ۴) $_{32}Z$ ، ۴

تمرین ۷۶) اتم کدام دو عنصر، به ترتیب با گرفتن دو، و از دست دادن یک الکترون، به آرایش دو گاز نجیب متفاوت می رسند؟ (کنکور سراسری تجربی خارج ۱۴۰۴)

۱) $_{21}Z$ ، $_{11}M$ ۲) $_{34}X$ ، $_{37}Y$ ۳) $_{16}A$ ، $_{3}G$ ۴) $_{8}E$ ، $_{1}D$

اما برای عناصر واسطه باید بارهای پایدار را برای هر یک از عناصر حفظ کرد، زیرا یون عناصر واسطه به آرایش گاز نجیب نمی رسد.

ماده	یون ها	نام
Cu	۱+ و ۲+	مس
Fe	۲+ و ۳+	آهن
Cr	۲+ و ۳+	کروم
Mn	۲+ و ۳+	منگنز
Ni	۲+ و ۳+	نیکل
Co	۲+ و ۳+	کبالت
Sn	۲+ و ۴+	قلع
Pb	۲+ و ۴+	سرب
Ti	۲+ و ۴+	تیتانیوم
V	۲+ تا ۵+	وانادیم

یون	نام یون
Ag^+	نقره
H^+	هیدروژن
H^-	هیدرید
Cd^{2+}	کادمیم
Zn^{2+}	روی
Al^{3+}	آلومینیوم
Sc^{3+}	اسکاندیم
یون ۱+	فلزهای قلیایی
یون ۲+	قلیایی های خاکی
یون ۱-	هالوژن ها

نکته: استثنا یون پایدار

- یون قلع و روی برخلاف سایر فلزهای اصلی به آرایش هشتایی نمی رسد.
- یون اسکاندیم برخلاف سایر فلزهای واسطه به آرایش هشتایی می رسد.

یون های چند اتمی

بعضی از یون ها خود حاصل اتصال چند اتم با پیوند کووالانسی هستند و بارشان مربوط به یکی از اتم ها نیست، باید این یون ها را به طور کامل حفظ کنید!

یون	نام یون	یون	نام یون	یون	نام یون
NH_4^+	آمونیوم	$C_2H_3O_2^-$	استات	ClO_4^-	پرکلرات
SO_4^{2-}	سولفات	HCO_3^-	هیدروژن کربنات	ClO_3^-	کلرات
SO_3^{2-}	سولفیت	O_2^{2-}	پر اکسید	ClO_2^-	کلریت
S^{2-}	سولفید	O_2^-	سوپر اکسید	ClO^-	هیپو کلریت
HSO_4^-	هیدروژن سولفات	MnO_4^{2-}	منگنات	BrO_4^-	پربرمات
NO_3^-	نیترات	MnO_4^-	پرمنگنات	BrO_3^-	برمات
NO_2^-	نیتریت	$HCOO^-$	فرمات	BrO_2^-	برمیت
N^{3-}	نیترید	CrO_4^{2-}	کرومات	BrO^-	هیپو برمیت
CO_3^{2-}	کربنات	N_3^-	آزید	IO_4^-	پریدات
OH^-	هیدروکسید	CN^-	سیانید	IO_3^-	یدات
P^{3-}	فسفید	$C_6H_5COO^-$	بنزوات	IO_2^-	یدیت
PO_4^{3-}	فسفات	$C_2O_4^{2-}$	اگزالات	IO^-	هیپو یدیت
O^{2-}	اکسید	$Cr_2O_7^{2-}$	دی کرومات	I^-	یدید
SiO_4^{4-}	سیلیکات	C_2^{2-}	کاربید		

نکته: یون های چند اتمی

◄ یون های چند اتمی خود دارای پیوند کووالانسی هستند و وقتی با یونی دیگر تشکیل پیوند یونی می دهند، در این ترکیب همزمان هم پیوند کووالانسی و هم پیوند یونی وجود دارد.

◄ آمونیوم یک یون مثبت است اما فلز نیست! پس اگر آمونیوم در یک ترکیب یونی وجود داشته باشد، ترکیب یونی حاصل، فلز ندارد.

فرمول نویسی و نامگذاری یونی

فرمول نویسی ترکیب یونی

برای نوشتن ترکیب یونی حاصل از دو یون A^{a+} و B^{b-} کافی است ابتدا یون مثبت را بنویسیم و سپس یون منفی را کنارش می نویسیم، در صورت ساده شدن بارها آن ها را با یکدیگر ساده کرده و سپس با قاعدهٔ A_bB_a فرمول نویسی را انجام می دهیم.

۱. ترکیب یونی حاصل از یون های نقره (Ag^+) و اکسید (O^{2-}) به صورت مقابل نوشته می شود: Ag_2O
۲. ترکیب یونی حاصل از یون های کلسیم (Ca^{2+}) و کربنات (CO_3^{2-}) به صورت مقابل نوشته می شود: $CaCO_3$
۳. ترکیب یونی حاصل از یون های آهن (II) (Fe^{2+}) و نیترات (NO_3^-) به صورت مقابل نوشته می شود: $Fe(NO_3)_2$

نام گذاری ترکیب یونی

کافی است ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بنویسیم.

$CuSO_4$: مس(II) سولفات
$ZnCl_2$: روی کلرید

نکته: عدد رومی

- برای یون های دارای چند یون پایدار با بارهای متفاوت، باید بار یون به صورت عدد رومی در پرانتز ذکر شود و ننوشتن آن غلط است.
- برای یون هایی که فقط یک بار دارند، نوشتن بار یون به صورت عدد رومی در پرانتز غلط است.

نمی توان به Fe^{2+} گفت یون آهن! زیرا آهن دارای دو یون پایدار است(Fe^{2+} و Fe^{3+}) و فقط باید به آن گفته شود: «یون آهن(II) »
نمی توان به Zn^{2+} ،یون روی(II) گفت. زیرا روی فقط یک یون پایدار دارد و فقط باید به آن گفته شود: «یون روی »

تمرین ۷۷) فرمول شیمیایی فسفات فلزی به صورت $X_3(PO_4)_2$ باشد، فرمول شیمیایی سولفید و نیترید آن، به ترتیب از راست به چپ کدام اند و این فلز در کدام گروه جدول تناوبی ممکن است جای داشته باشد؟ (کنکور سراسری ریاضی ۹۹)

۱) XSO_4 ، $X(NO_3)_3$ ، ۸
۲) XS ، X_2N_3 ، ۸
۳) $X(SO_4)_2$ ، XNO_2 ، ۲
۴) XS ، X_3N_2 ، ۲

فرمول نویسی ترکیب کووالانسی

فرمول نویسی ترکیب کووالانسی

برای نوشتن ترکیب کووالانسی حاصل از دو اتم X و Y ، که به ترتیب دارای ظرفیت های x و y می باشند، کافی است با قاعدهٔ X_yY_x فرمول نویسی را انجام دهیم.

۱. ترکیب حاصل از دو اتم کلر (Cl) و فسفر (P):

فسفر در گروه ۱۵ جای دارد← دارای ظرفیت ۳ می باشد.

کلر در گروه ۱۷ جای دارد← دارای ظرفیت ۱ می باشد.

ترکیب حاصل: PCl_3

۲. ترکیب حاصل از دو اتم هیدروژن (H) و گوگرد (S):

هیدروژن در گروه ۱ جای دارد← دارای ظرفیت ۱ می باشد.

گوگرد در گروه ۱۶ جای دارد← دارای ظرفیت ۲ می باشد.

ترکیب حاصل: H_2S

۳. ترکیب حاصل از دو اتم نیتروژن(N) و اکسیژن (O):

نیتروژن در گروه ۱۵ جای دارد← دارای ظرفیت ۳ می باشد.

اکسیژن در گروه ۱۶ جای دارد← دارای ظرفیت ۲ می باشد.

ترکیب حاصل: N_2O_3

این تنها ترکیب کووالانسی امکان پذیر میان دو اتم نیست و مثلا دو اتم نیتروژن(N) و اکسیژن (O) ترکیب های کووالانسی فراوانی دارند، مانند: NO ، NO_2 ، N_2O ، N_2O_5 ، N_2O_4 و...

نام گذاری ترکیب کووالانسی

نخست باید پیشوندهای یونانی معرف تعداد را حفظ باشیم.

پیشوند یونانی	تعداد	پیشوند یونانی	تعداد
مونو	۱	هگزا	۶
دی	۲	هپتا	۷
تری	۳	اوکتا	۸
تترا	۴	نونا	۹
پنتا	۵	دکا	۱۰

- برای نام گذاری باید ابتدا نام اتم با الکترونگاتیوی کمتر و سپس نام اتم الکترونگاتیوتر را نوشت و قبل از نام هر عنصر تعداد تکرار آن را با پیشوند یونانی نوشت و به عنصر دوم پسوند «ید» افزود.

N_2O_5 ← دی نیتروژن پنتا اکسید　　N_2O_4 ← دی نیتروژن تترا اکسید

- برای عنصر اول، نیازی به نوشتن پیشوند «مونو» نمی باشد.

CO_2 ← کربن دی اکسید
CO ← کربن مونو اکسید
NO ← نیتروژن مونو اکسید

۱. نام گذاری یونی ها: «کاتیون (بعضی جاها عدد رومی بار کاتیون) آنیون»
۲. نام گذاری کووالانسی ها « پیشوند تعداد هر اتم قبلش، مثلا دی ..... پنتا .....ید»

تمرین ۷۸) با توجه به جایگاه عنصرهای $_{8}A$، $_{15}M$، $_{21}E$، $_{35}X$ در جدول تناوبی و آرایش الکترونی اتم آن‌ها، درکدام گزینه تشکیل هر دو ترکیب، ناممکن است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

۱) E_2A_3 و MX_5　　۲) MX_2 و EA　　۳) M_2A_5 و EX_3　　۴) X_2A_3 و EM

تمرین ۷۹) در کدام ردیف های جدول زیر، نام شیمیایی ترکیب ها درست نوشته شده است؟ (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۰)

۱	Na_3N , NO_2 , CuO	مس (I) اکسید ، نیتروژن دی اکسید ، سدیم نیترید
۲	$CaSO_4$, CS_2 , Li_2CO_3	لیتیم کربنات ، کربن دی سولفید ، کلسیم سولفات
۳	MnO , CrF_2 , PCl_5	فسفر پنتاکلرید ، کروم دی فلوئورید، منگنز (II) اکسید
۴	$COCl_2$, BaI_2 , SiO_2	سیلیسیم دی اکسید ، باریم یدید ، کربونیل کلرید

۱) ۱، ۳　　۲) ۱، ۴　　۳) ۲، ۳　　۴) ۲، ۴

تمرین ۸۰) فرمول شیمیایی چند ترکیب یونی زیر، درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

- منیزیم نیترید: Mg_3N_2　　- مس (II) سولفید: Cu_2S　　- باریم سیانید: $Ba(CN)_2$
- گالیم کلرید: $GaCl_2$　　- کبالت (III) سولفات: $Co_2(SO_4)_3$　　- روی فسفات: $Zn_3(PO_4)_2$

۱) ۳　　۲) ۴　　۳) ۵　　۴) ۶

تمرین ۸۱) نام کدام ترکیب، با توجه به فرمول شیمیایی آن، درست نوشته شده است؟ (کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۳)

۱) CoF_3: کبالت فلوئورید

۲) TiO_2: تیتانیوم (II) اکسید

۳) $KHCO_2$: پتاسیم هیدروژن کربنات

۴) $NH_4C_6H_5COO$: آمونیوم بنزوات

تمرین ۸۲) نام کدام ترکیب ، درست بیان شده است ؟ (کنکور سراسری تجربی خارج ۹۷)

۱) Na_2O ، دی سدیم اکسید

۲) BaH_2 ، باریم هیدروکسید

۳) $Zn(NO_3)_2$ ، روی (II) نیترات

۴) $SnCl_4$ ، قلع (IV) کلرید

تمرین ۸۳) نسبت شمار آنیون به کاتیون در چند ترکیب زیر، برابر نسبت شمار آنیون به کاتیون در کروم (III) سولفید است؟

- کلسیم فسفات
- اسکاندیم اکسید
- آلومینیم سولفات
- گالیم کربنات
- روی سیلیکات
- آهن (III) نیترات

(کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

۱) ۲

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۵

تمرین ۸۴) شمار الکترون های مبادله شده در تشکیل کدام مورد، ۳ برابر نسبت شمار کاتیون(ها) به آنیون(ها) در فرمول شیمیایی آلومینیوم سولفات است؟ (کنکور سراسری ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۱) سدیم کربنات

۲) کبالت (III) اکسید

۳) پتاسیم استات

۴) لیتیم فرمات

نامگذاری و فرمول نویسی ترکیب های آلی

ترکیب های آلی، ترکیب هایی هستند که معمولا توسط جانداران ساخته می شوند و عنصر اصلی سازنده آن ها کربن همراه با هیدروژن است.

کربن ویژگی های خاصی دارد:

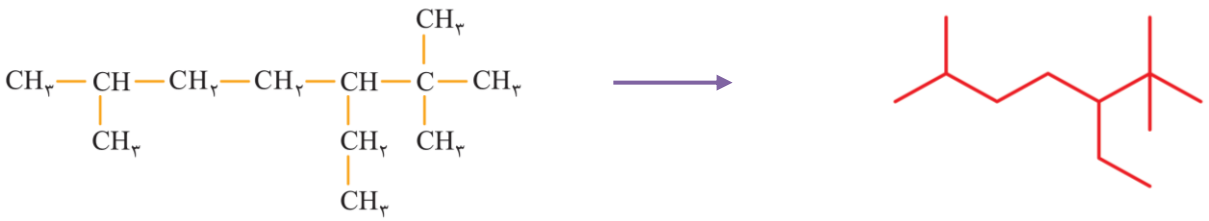
۱. کربن به راحتی پیوند یگانه، دوگانه و سه گانه می‌دهد.

۲. توانایی تشکیل حلقه و زنجیر دارد.

به همین دلیل تنوع ترکیب های حاصل از کربن، از تمام عناصر جدول بیشتر است.

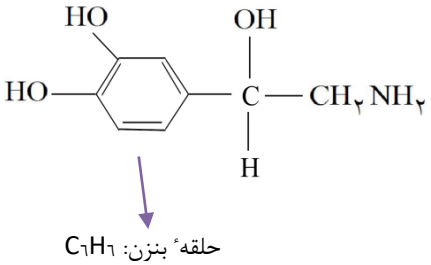
نمایش زیر که به «پیوند-خط» معروف است مخصوص ترکیب های آلی است که در آن اتم های هیدروژن به کلی نامرئی هستند و جاهای خالی کربن را پر میکنند!

برای تمرین، ترکیب زیر را به فرم پیوند خط می نویسیم:



در این فرم اگر انتهای خط اتمی نوشته شده باشد یعنی همان اتم وجود دارد و

اگر اتمی نوشته نشده باشد یعنی اتم کربن وجود دارد.



ترکیب مقابل حلقهٔ بنزن نامیده می شود:

هر ترکیبی که این حلقه را دارد، یک ترکیب آروماتیک نامیده می شود.

« فرمول نویسی ترکیب های آلی پیچیده »

همه پیوندها یگانه:

یک پیوند اضاف(دوگانه)

دو پیوند اضاف (سه گانه)

افزودن نیتروژن (N)

افزودن هالوژن (F ، Cl ، Br و I)

برای نوشتن فرمول ترکیب های پیچیده تر باید از روش زیر استفاده کنیم:

۱. ابتدا تعداد کربن های ترکیب را می شماریم.(n)

۲. تعداد هیدروژن ها را همانند آلکان در نظر می‌گیریم: $2n+2$

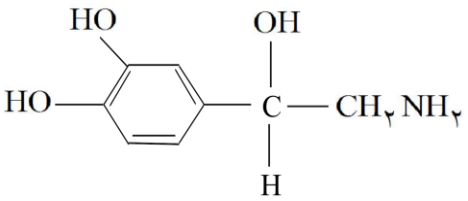
۳. به ازای هر پیوند اضاف ۲ هیدروژن کم می کنیم.

۴. به ازای هر حلقه ۲ هیدروژن کم می کنیم.

۵. به ازای هر هالوژن، ۱ هیدروژن کم می کنیم.

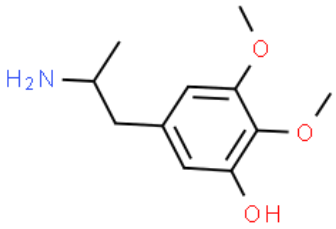
۶. به ازای هر نیتروژن، ۱ هیدروژن اضاف می کنیم.

تمرین ۸۵) کدام بیان درباره ترکیبی که ساختار مولکول آن نشان داده شده است، نادرست است؟ (سراسری)



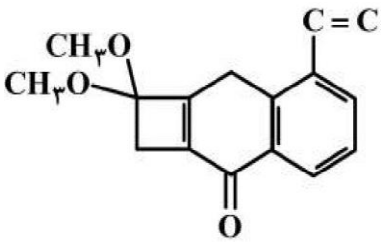
۱) فرمول مولکولی آن $C_8H_{10}NO_3$ است.
۲) دارای سه گروه هیدروکسیل است.
۳) یک ترکیب حلقوی مشتق از بنزن است.
۴) دارای یک گروه آمینی است.

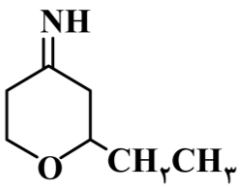
تمرین ۸۶) کدام عبارت درباره ترکیبی که ساختار مولکولی آن نشان داده شده است، نادرست است؟ (سراسری)



۱) فرمول مولکولی آن $C_{11}H_{18}NO_3$ است.
۲) دارای گروه های عاملی اتری است.
۳) دارای گروه عاملی آمینی است.
۴) از مشتق های بنزن است.

تمرین ۸۷) فرمول ترکیب های زیر را بنویسید.(تجربی ۱۴۰۳ و ۱۴۰۰)





ترکیب های آلی با توجه به ویژگی یا گروه عاملی منحصر به فرد خود خانواده های متفاوتی دارند:

خانواده	ویژگی یا گروه عاملی	ساختار	فرمول	وزن نامگذاری
آلکان				
آلکن				
آلکین				
سیکلوآلکان				
آلکیل(R)				
اتر				
الکل				
آلدهید				
کتون				
اسید				
استر				

برای نوشتن نام ترکیب آلی، پیشوند متناسب با تعداد کربن را به جای سه حرف «آلک» در وزن نامگذاری خانواده جایگذاری کنیم:

تعداد کربن	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
معادل(آلک)	مت	ات	پروپ	بوت	پنت	هگز	هپت	اوکن	نون	دک

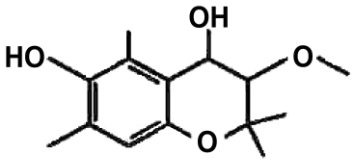
برای نوشتن فرمول یک ترکیب آلی از این خانواده ها کافی است تعداد کربن (n)، را در فرمول خانواده جایگذاری کنیم:

خانواده	آلکان	آلکن	سیکلو آلکان	آلکین	الکل	اتر	آلدهید	کتون	اسید	استر
فرمول	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}		C_nH_{2n-2}	$C_nH_{2n+2}O$		$C_nH_{2n}O$		$C_nH_{2n}O_2$	

تمرین ۸۸) جدول زیر را تکمیل کنید.

نام ترکیب	هپتان	اتن	سیکلو پنتان	پروپین	بوتانول	هپتانال	پروپانون	بوتانوییک اسید
تعداد کربن								
خانواده								
فرمول								

تمرین ۸۹) کدام مطلب، درباره ترکیبی با ساختار زیر، نادرست است؟ (تجربی ۱۴۰۱)



۱) دارای دو نوع گروه عاملی متفاوت است.

۲) مولکول های آن می توانند با یکدیگر، یا با مولکول آب، پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

۳) شمار اتم های هیدروژن مولکول آن، سه برابر شمار اتم های هیدروژن در مولکول بوتان است.

۴) شمار عامل های هیدروکسیل مولکول آن با شمار اتم های کربن مولکول اتیلن گلیکول برابر است.

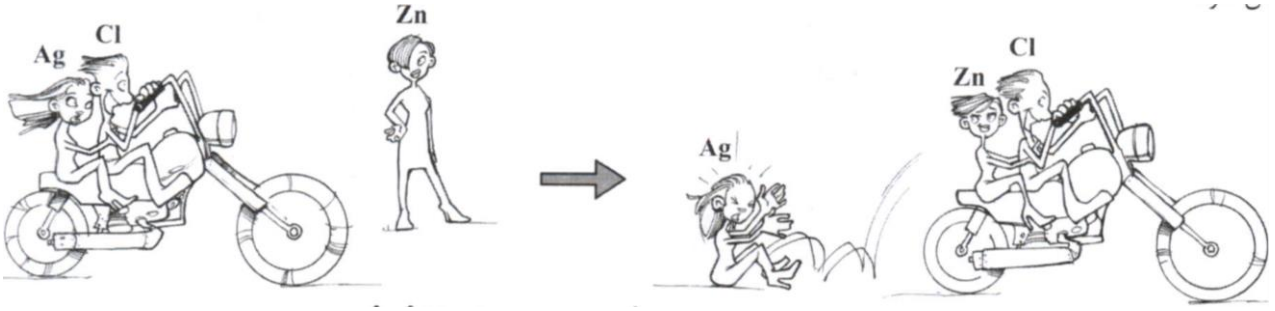
واکنش نویسی

بعضی ار واکنش‌ها را باید حفظ کرد، اما بسیاری از آن‌ها را می‌توانیم خودمان بنویسیم، در ادامه سه دسته از واکنش‌هایی که می‌توانیم خودمان معادله‌شان را بنویسیم را بررسی می‌کنیم: ۱. جابجایی‌های یگانه ۲. جابجایی‌های دوگانه ۳. واکنش سوختن

جابجایی یگانه

در این واکنش‌ها، دو واکنش‌دهنده داریم: ۱. یک عنصر تنها (*یک مسور تنها*) ۲. ترکیبی بین دو عنصر (*یک زوج خوشبفت*)

عنصر تنها، به هم نوع خود در ترکیب دو عنصر حسادت می‌کند و تلاش می‌کند به جای آن بنشیند، یعنی اگر فلز باشد، به جای فلز موجود در ترکیب می‌نشیند و اگر نافلز باشد به جای نافلز موجود در ترکیب می‌نشیند:



واکنش‌های زیر را با هم تکمیل می‌کنیم:

$AgNO_3 + Na \rightarrow$

$Fe_2O_3 + Al \rightarrow$

$NaI + Br_2 \rightarrow$

پس از انجام جابجایی دو عنصر، باید مجددا فرمول نویسی را انجام دهیم، زیرا فرمول ترکیب Na و O با فرمول بین Fe و O متفاوت است.

$Fe_2O_3 + Na \rightarrow$

$AgNO_3 + Zn \rightarrow$

دو عنصر نافلز داریم که استثنائاً با فلزها جابجا می‌شوند: کربن(C) و هیدروژن(H)

$HCl + Al \rightarrow$

$Fe_2O_3 + C \rightarrow$

عنصری که می‌خواهد جانشین شود باید نسبت به قبلی قوی تر باشد، در غیر این صورت واکنش انجام نمی‌شود.

$Na_2O + Fe \rightarrow$

ترتیب واکنش‌پذیری(قدرت) عناصر: گروه ۱> گروه ۲ > Al > C > Zn > Fe > Cu > Ag > Au

تمرین) کدام واکنش‌های زیر انجام می‌شوند؟

$CuSO_4 + Na \rightarrow$

$Na_2O + C \rightarrow$

$CuSO_4 + Ag \rightarrow$

$MgO + Fe \rightarrow$

جابجایی دوگانه

در این واکنش‌ها، دو واکنش‌دهنده داریم: ۱. ترکیب ۱ ۲. ترکیب ۲
در اینجا نیز فلز دو ترکیب را با یکدیگر عوض می‌کنیم و مجددا فرمول نویسی را انجام می‌دهیم.

واکنش‌های زیر را با هم تکمیل می‌کنیم:

$AgNO_3 + NaCl \rightarrow$

$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow$

$Na_3PO_4 + CaCl_2 \rightarrow$

$FeCl_3 + NaOH \rightarrow$

$FeCl_2 + NaOH \rightarrow$

دو عنصر نافلز داریم که استثنائاً با فلزها جابجا می‌شوند: کربن(C) و هیدروژن(H)

$Al_2O_3 + HCl \rightarrow$

سوختن

در این واکنش‌ها، قصد سوزاندن هر چیزی که داریم، باید آن را با O_2 واکنش داده و تک تک اتم‌هایش را با O ترکیب کنیم.

واکنش‌های زیر را با هم می‌نویسیم:

سوختن بنزین(C_8H_{18}):

سوختن هیدروژن(H_2):

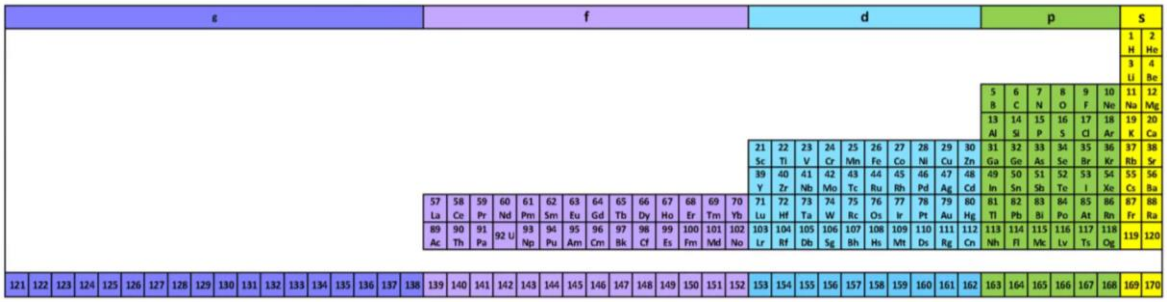
سوختن کربن(C):

جدول شارل – ژانت(charles janet)

تا امروز ۱۱۸ عنصر داریم که در جدول تناوبی جای گرفته اند، اما سوال این بود که اگر عناصر جدیدی(عدد اتمی ۱۱۹ به بالا) پیدا شد آن ها را کجای جدول تناوبی امروزی قرار دهیم؟

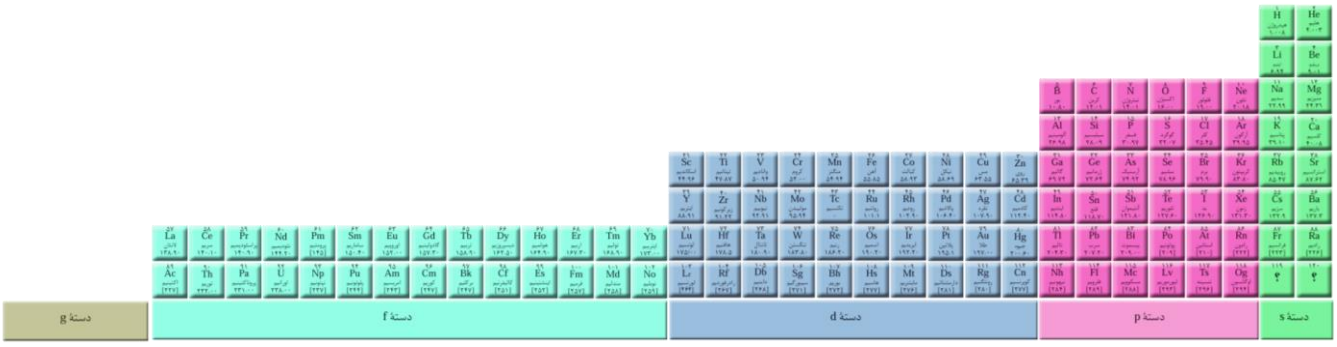
به منظور دسته بندی عناصر کشف نشده با عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸، جدول دیگری به نام جدول شارل – ژانت معرفی شد:

در این جدول اتم هایی که آخرین الکترونشان وارد زیرلایهٔ s می شود(دستهٔ s)، در سمت راست قرار دارد، سپس به ترتیب عناصر دستهٔ p، دستهٔ d، دستهٔ f و دستهٔ g قرار دارند که شکل پلکانی ای ایجاد می کند و اختلاف هر پله با پلهٔ قبلی، دو ردیف می‌باشد.



نکته: جدول شارل – ژانت

- روند های تناوبی در جدول ژانت وجود ندارد.
- اعداد اتمی ۱۱۹ و ۱۲۰ در بلاک s و زیرلایه ۸s قرار دارند.
- اعداد اتمی ۱۲۱ به بعد وارد بلاک g و زیرلایه ۵g می شوند.
- زیرلایه g یک زیرلایه جدید است که اولین g در لایه پنجم قرار دارد و در ردیف هشتم قرار دارد.
- زیرلایه g، ۱۸ الکترون در خود جای می دهد که یعنی ۱۸ ستون جدول را به خود اختصاص می دهد.
- این جدول با توجه به عناصر کشف شده دارای ۳۲ گروه و ۸ دوره است.
- این جدول با در نظر گرفتن عناصر با عدد اتمی بالای ۱۲۰ ، دارای ۵۰ گروه و ۹ دوره خواهد بود.



تمرین ۹۰) کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ جدول شارل – ژانت درست اند؟ (کنکور سراسری تجربی خارج ۹۸)

الف) عنصرها به پنج دسته بخش می شوند.

ب) عنصرهای دستهٔ g شامل ۱۶ گروه خواهد بود.

پ) عنصرهای کشف شده، در ۳۲ ستون یا گروه، جای می‌گیرند.

ت) عنصرهای دارای عدد اتمی بزرگتر از ۱۱۸ را می‌توان بر پایهٔ آن طبقه بندی کرد.

۱) الف - ب ۲) الف - ب - پ ۳) ب - پ - ت ۴) الف - پ - ت

روش آخر رسم آرایش الکترونی

برای رسم آرایش الکترونی ها یک روش مهم و جامع به کمک نجیب قبلی وجود دارد:

در این روش، ابتدا نماد **نجیب قبلی** را در کروشه قرار داده و به اندازه اختلاف عدد اتمی مورد نظر با عدد اتمی نجیب قبلی،الکترون های اضافی داریم که باید به ترتیب وارد زیرلایه های زیر کنیم:

[نجیب قبلی]،ns/ (n -2)f/(n -1)d/np

- n = شماره نجیب قبلی + ۱ (مثلا هلیوم نخستین نجیب است، نئون نجیب شماره ۲ و ...)
- حداقل ضریب s ، p ، d و f به ترتیب ۱ ، ۲ ، ۳ و ۴ است: الف) فقط 4f و 5f وجود دارند. ب) 1d و 2d وجود ندارند.

تمرین ۹۱) آرایش الکترونی هر یک از اتم های زیر را با روش نجیب قبلی رسم کنید.

$_{43}Tc$:

$_{92}U$:

تمرین های مرور مفاهیم

تمرین ۹۲) اگر زیرلایه های الکترونی در حال پر شدن در اتم های دو عنصر X و Y، به ترتیب ۳d (با a الکترون) و ۴p (با b الکترون) و تفاوت a و b برابر ۷ باشد، کمترین تفاوت عدد اتمی دو عنصر X و Y ، کدام است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۴)

۱) ۶

۲) ۵

۳) ۴

۴) ۳

تمرین ۹۳) در کدام ترکیب، عدد اکسایش ۵ اتم کربن یکسان و مجموع عدد اکسایش اتم های کربن دیگر، برابر ۱+ است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۴)

۱) بنزآلدهید

۲) بنزوئیک اسید

۳) ۲-هپتانون

۴) اتیل بوتانوات

تمرین ۹۴) در کدام دو گونه، ساختار لوویس، متفاوت، اما علامت بار جزئی اتم مرکزی، مشابه است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۴)

۱) SO_2 ، H_2S

۲) NO_3^- ، PF_3

۳) CH_4 ، SO_4^{2-}

۴) SCO ، CS_2

تمرین ۹۵) شمار الکترون های ظرفیت اتم کدام عنصر، نصف شمار الکترون های دارای $n=۴$ ، در اتم $_{۳۴}Se$ است؟ (کنکور سراسری ریاضی تیر ۱۴۰۴)

۱) $_{۲۰}A$

۲) $_{۳۱}X$

۳) $_{۱۴}D$

۴) $_{۳۳}M$

تمرین ۹۶) دربارهٔ ویژگی های مولکول های آمونیاک، کلروفرم، دی متیل اتر و هگزان، کدام موارد زیر درست است؟ (کنکور سراسری تجربی تیر ۱۴۰۴)

الف: گشتاور دو قطبی تنها یک مولکول، برابر صفر است.

ب: در دمای اتاق، حالت فیزیکی تنها دو ماده، مایع است.

ج: اتم های جانبی در مولکول های آمونیاک و کلروفرم، بار جزئی منفی دارند.

د: در یک مولکول، قوی ترین نیروی جاذبهٔ بین مولکولی، به وجود هیدروژن در ساختار آن وابسته است.

۱) «الف» و «ب»

۲) «الف» و «ج»

۳) «ب» و «د»

۴) «ج» و «د»

تمرین ۹۷) شمار الکترون های دارای $n=۳$ در اتم عنصر $_{۲۱}A$ ، چند برابر شمار الکترون های ظرفیت در اتم عنصر $_{۳۱}X$ است؟ (کنکور سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۴)

۱) ۴

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۱

تمرین ۹۸) با توجه به واکنش داده شده، کدام مورد درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

$$C_2H_4(g) + 6F_2(g) \rightarrow 2CF_4(g) + 4HF(g)$$

۱) همهٔ اتم ها در ساختار واکنش دهنده ها به آرایش گاز نجیب رسیده اند.

۲) بار کربن در واکنش دهنده ها برابر ۲- و با بار آن در فراورده متفاوت است.

۳) این واکنش نمونه ای از تشکیل فراورده های قطبی از واکنش دهنده های ناقطبی است.

۴) CF_4 ، بیشترین شمار جفت الکترون های پیوندی را در میان مولکول های شرکت کننده در واکنش دارد.

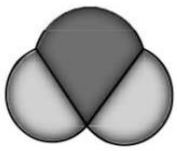
تمرین ۹۹) با توجه به مدل فضا پرکن مولکول های «آ» و «ب»، کدام موارد زیر درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۳)

الف: علامت بار جزئی اتم مرکزی در مولکول های «آ» و «ب»، می تواند مشابه باشد.

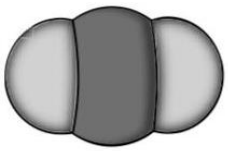
ب: مولکول «آ»، را می توان به هر یک از گونه های H_2O ، H_2S و Li_2O نسبت داد.

پ: اگر مولکول «ب»، CO_2 باشد و یکی از اتم های اکسیژن آن با گوگرد جایگزین شود، بار جزئی اتم مرکزی، تغییر می کند.

ت: اگر مولکول «آ»، SO_2 باشد و به ساختار آن، یک اتم اکسیژن اضافه شود، گشتاور دوقطبی مولکول، برابر صفر می شود.



«آ»



«ب»

۱) «پ» و «ت»

۲) «ب» و «پ»

۳) «الف» و «ت»

۴) «الف» و «ب»

نکته: بار میله

- میله شیشه ای مالش داده شده به پارچه ابریشمی(یا پلاستیک) دارای بار مثبت است. (میله شیشه ای مثبت)
- میله پلاستیکی مالش داده شده به پارچه پشمی(یا موی سر) دارای بار منفی است. (میله پلاستیکی منفی)

تمرین ۱۰۰) کدام موارد زیر درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی تیر ۱۴۰۳)

الف: مولکول های آب از سر منفی، جذب میلهٔ شیشه ای مالش داده شده به موی سر می شوند.

ب: در شرایط یکسان، بر اثر کاهش دما، گاز فلوئور آسان تر از گاز هیدروژن کلرید، مایع می شود.

پ: با اینکه گشتاور دوقطبی گاز CO_2، برابر صفر است، نسبت به گاز NO، انحلال پذیری بیشتری در آب دارد.

ت: گشتاور دوقطبی و قدرت نیروهای بین مولکولی آب، نزدیک به دو برابر گشتاور دوقطبی و قدرت نیروهای بین مولکولی هیدروژن سولفید است.

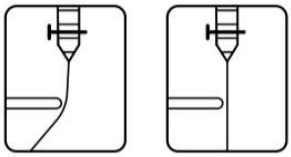
۱) «ب» و «پ»

۲) «الف» و «ب»

۳) «پ» و «ت»

۴) «الف» و «ت»

تمرین ۱۰۱) شکل های (۱) و (۲)، مسیر باریکهٔ دو مایع خارج شده از مخزن را در دمای اتاق با نزدیک کردن میلهٔ شیشه ای مالش داده شده به موی سر نشان می دهد. با توجه به این شکل ها، کدام مورد دربارهٔ ویژگی مایع (۱) و (۲) درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۴)


(۱) (۲)

۱) مایع شکل (۱)، می تواند آب باشد که از سمت اتم هیدروژن جذب میله شده است.

۲) مایع شکل (۱)، می تواند کلروفرم باشد که علامت بار جزئی در اتم های جانبی آن، منفی است.

۳) مایع شکل (۲)، می تواند کربن تتراکلرید یا بوتان باشد که هر دو ناقطبی اند و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند.

۴) مایع شکل (۲)، می تواند کربن تتراکلرید باشد که توزیع الکترون ها در مولکول آن، براساس نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی، نامتقارن است.

تمرین ۱۰۲) با توجه به جدول زیر، که شمار الکترون های زیرلایه ها در آرایش الکترونی گونه های داده شده را نشان می دهد، چند مورد از موارد زیر درست است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

نماد گونه	شمار الکترون های زیرلایه ها		
	l= ۰	l= ۱	l= ۲
A^{2+}	۶	۱۲	۰
D^{-}	۴	۶	۰
E^{3+}	۶	۱۲	۵
X	۸	۱۸	۱۰

- فرمول شیمیایی فراوردهٔ حاصل از واکنش اتم E با اتم D، می تواند D_3E یا D_2E باشد.
- شمار الکترون های ظرفیتی عنصر D، با شمار الکترون های کاهنده ترین عنصر جدول تناوبی، برابر است.
- فراوردهٔ حاصل از واکنش A و D در شرایط مناسب، ساختار خمیده دارد و در میدان الکتریکی جهت گیری می کند.
- شمار عنصرهای بین دو عنصر A و X در جدول تناوبی، با عدد اتمی قوی ترین نافلز گروه ۱۶ جدول تناوبی برابر است.

۱) سه

۲) دو

۳) یک

۴) صفر

تمرین ۱۰۳) با توجه به آرایش الکترونی بیرونی ترین زیرلایهٔ الکترونی یون های زیر، کدام مورد درست است؟ (تجربی ۱۴۰۴)

$A^{2+}: 3d^5$, $E^{3+}: 3p^6$, $X^{2-}: 3p^6$, $D^{3-}: 2p^6$

۱) تفاوت عدد اتمی A و E ، با شمار الکترون های $l=0$ در اتم D ، برابر است.

۲) شمار الکترون های ظرفیت اتم A، برابر با مجموع شمار الکترون های ظرفیتی E و D است.

۳) مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون های بیرونی ترین زیرلایه اتم همهٔ عنصر ها، برابر ۴۰ است.

۴) از واکنش جداگانهٔ اتم های E و D با گاز اکسیژن، امکان تشکیل مولکول های قطبی و ناقطبی وجود دارد.

تمرین ۱۰۴) با توجه به آرایش الکترونی بیرونی ترین زیرلایهٔ یون های داده شده، کدام موارد درست است؟ (کنکور ریاضی ۴۰۳)

$A^+: 3p^6$ $E^{2+}: 3d^5$ $X^{2-}: 3p^6$ $D^-: 4p^6$

الف: شمار عنصرهای بین دو عنصر A و E در جدول تناوبی، با شمار الکترون های ظرفیتی عنصر X برابر است.

ب: شمار الکترون های مبادله شده در ۰/۲ مول از ترکیب حاصل از واکنش A و X در شرایط مناسب برابر ۳ مول است.

پ: یون های با بار منفی، برخلاف یون های با بار مثبت، آرایش الکترونی گاز نجیب هم دورهٔ عنصرشان در جدول تناوبی را دارند.

ت: نسبت شمار اتم های ترکیب حاصل از واکنش E و D، به شمار اتم های ترکیب حاصل از واکنش A و X ، می تواند برابر ۲ باشد.

۱) «الف» و «ت»

۲) «الف» و «پ»

۳) «ب» و «پ»

۴) «ب» و «ت»

تمرین ۱۰۵) بیرونی ترین زیرلایه در آرایش الکترونی اتم عنصر A، $4p^1$ است. کدام مورد به یقین درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی تیر ۱۴۰۳)

۱) آرایش الکترونی یون پایدار A، مشابه آرایش الکترونی یون پایدار تنها یکی از عنصرهای واسطهٔ دورهٔ چهارم جدول تناوبی است.

۲) شمار الکترون های اتم A، نصف مجموع شمار الکترون های اتم عنصرهای قبلی و بعدی A در گروه آن در جدول تناوبی است.

۳) اگر شمار الکترون های ظرفیت اتم عنصر X، با شمار الکترون های ظرفیت اتم عنصر A، برابر باشد، A و X در جدول تناوبی هم گروه اند.

۴) اتم A، دارای ۳ الکترون ظرفیت است که هنگام شرکت در تشکیل ترکیب های یونی و مولکولی، آنها را از دست می دهد، یا به اشتراک می گذارد.

تمرین ۱۰۶) عنصر A، یکی از شبه فلزهای جدول تناوبی است. اگر در گروه شامل A، فقط یک عنصر گازی وجود داشته باشد، کدام موارد زیر درست است؟ (کنکور سراسری ریاضی تیر ۱۴۰۳)

الف: A می تواند با فسفر هم گروه باشد، اما نمی تواند با آن هم دوره باشد.

ب: اگر A با گوگرد هم گروه باسد، عدد اتمی آن از عدد اتمی $_{۳۳}X$ ، و عدد اتمی $_{۵۳}M$ ، بزرگ تر است.

پ: A می تواند با نخستین نافلز جامد جدول هم گروه باشد، اما نمی تواند با تنها نافلز مایع جدول هم دوره باشد.

ت: اگر عدد اتمی A، از عدد اتمی هالوژن جامد جدول بزرگ تر باشد، عدد اتمی آن از عدد اتمی دومین فلز گروه ۱۴ نیز بزرگتر است.

۱) «پ» و «ت»

۲) «ب» و «پ»

۳) «الف» و «ت»

۴) «الف» و «ب»

تمرین ۱۰۷) کدام موارد زیر درست است؟ (کنکور سراسری تجربی خارج ۱۴۰۴)

الف: شمار عنصرهای میان شبه فلز دورهٔ سوم و آخرین فلز واسطهٔ دورهٔ چهارم، برابر ۱۶ است.

ب: تفاوت عدد اتمی قوی ترین نافلز جامد دورهٔ سوم با قوی ترین فلز دورهٔ چهارم، برابر ۲ است.

ج: تفاوت عدد اتمی قوی ترین فلز دورهٔ سوم با قوی ترین نافلز جامد دورهٔ دوم، برابر ۵ است.

د: مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون های ظرفیت در اتم نافلز گره ۱۴، برابر ۱۰ است.

۱) «الف» و «ب»

۲) «الف» و «ج»

۳) «ب» و «د»

۴) «ج» و «د»

تکالیف پایان فصل با بارکد حل

۱. اگر آرایش الکترون های ظرفیت اتم ^{96}X ، مشابه آرایش الکترون های ظرفیت اتم عنصر بیست و چهارم جدول تناوبی و شمار الکترون ها در یکی از یون های پایدار آن، برابر با شمار الکترون ها در اتم نخستین عنصر واسطهٔ دورهٔ پنجم جدول دوره ای باشد، شمار نوترون ها در اتم X کدام است؟(ریاضی تیر ۱۴۰۲)

۱) ۵۲

۲) ۵۴

۳) ۵۶

۴) ۵۸

۲. اگر عنصر X با عنصر $_{28}Ni$ هم دوره و با نخستین عنصر ساخته شده در واکنشگاه هسته ای هم گروه باشد، آرایش الکترونی کاتیون آن در ترکیب ..... به صورت ..... است. (ریاضی تیر ۱۴۰۲)

۱) $[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4s^2$ ، X_2O_3

۲) $[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4s^2$ ، XCl_2

۳) $[_{18}Ar]\ 3d^4$ ، XCl_2

۴) $[_{18}Ar]\ 3d^4$ ، X_2O_3

۳. با توجه به ویژگی های مولکول های آب و هیدروژن سولفید، کدام مورد درست است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۲)

۱) تفاوت نیروی جاذبهٔ موجود بین مولکول ها،مهم ترین عامل تفاوت نقطهٔ جوش آن هاست.

۲) تفاوت در ساختار مولکولی، یکی از مهم ترین عوامل تعیین کنندهٔ تفاوت نقطهٔ جوش دو مولکول است.

۳) تفاوت شعاع اتمی و جرم مولی اتم های مرکزی، نقش بسزایی در تعیین تفاوت نقطه ٔ جوش دو مولکول دارد.

۴) تفاوت قطبیت دو مولکول، مانند تفاوت قطبیت مولکول های CS_2 و CO_2 است و نقشی در تعیین نقطه ٔ جوش آن ها ندارد.

۴. کدام یک از موارد زیر درست است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۲)

الف: در یون های پایدار فلزهای اصلی، شمار الکترون ها در همه ٔ زیر لایه های الکترونی زوج است.

ب: یون های پایدار به دست آمده از اتم های $_{31}Ga$ و $_{30}Zn$ ، آرایش الکترونی مشابه دارند.

پ: رنگ محلول نمک وانادیم، در واکنش اکسایش با گرد فلز روی، از زرد به بنفش تغییر می کند.

ت: استفاده از گیاهان جاذب فلز، یکی از روش های مناسب استخراج فلزهای نیکل، مس و طلا است.

۱) «الف» و «پ»

۲) «الف» و «ب»

۳) «پ» و «ت»

۴) «ب» و «ت»

۵. چند مورد از موارد زیر، دربارهٔ عنصرهای جدول تناوبی درست است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۲)

اگر A شبه فلز باشد، به یقین در دستهٔ p جدول جای دارد.

عدد اتمی یک عنصر فلزی، به یقین بیشتر از عدد اتمی نافلز هم گروه آن است.

اگر Z نافلز مایع باشد، عنصر گازی با فعالیت شیمیایی زیاد در دورهٔ آن وجود ندارد.

اگر X شبه فلز باشد، همهٔ عنصرهای هم دوره و با عدد اتمی کوچک تر از عدد اتمی آن، خواص فیزیکی فلزات را دارند.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۶. دربارهٔ عنصرهای جدول تناوبی، چند مورد از موارد زیر درست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۲)

اگر عنصر با عدد اتمی x ، یک گاز با واکنش پذیری بالا باشد، عنصر با عدد اتمی $x+9$ نیز می تواند دارای همین ویژگی باشد.

در هر یک از ۴ دورهٔ اول جدول، دست کم دو عنصر نافلز وجود دارد.

در دوره‌ای که تنها نافلز مایع جای دارد، شبه فلزی وجود دارد که عناصر قبل از آن، همگی فلزند.

در سه دورهٔ اول جدول، در مجموع ۸ عنصر گازی وجود دارد که ۶ عنصر آن، متعلق به دستهٔ p است.

۱) ۴

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۱

۷. کدام مورد دربارهٔ دو عنصر $_{16}X$ و $_{17}Y$ ، درست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۲)

۱) بار جزئی Y در ترکیب دو تایی آن با هیدروژن، δ^+ است.

۲) X، دارای آرایش منظم از کاتیون ها در سه بعد است.

۳) مولکول H_2X، خطی است.

۴) مولکول XY_2، قطبی است.

۸. اگر شمار الکترون های دارای $n=3$ در اتم عنصرهای A ، E ، X و D به ترتیب برابر ۱۱ ، ۳ ، ۷ و ۹ باشد، کدام مورد درست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۲)

۱) نسبت شمار کاتیون (ها) به شمار آنیون (ها) در ترکیب حاصل از واکنش D و X با نسبت شمار آنیون (ها) به شمار کاتیون (ها) در ترکیب حاصل از واکنش X و E، برابر است.

۲) تفاوت شمار الکترون های دارای $n=3$ و $l=0$ در یون پایدار X و شمار الکترون های دارای $n=3$ و $l=1$ در یون پایدار D ، برابر ۴ است.

۳) تفاوت عدد اتمی عناصر E و D، دو برابر تفاوت عدد اتمی عناصر A و X است.

۴) مولکول حاصل از واکنش A و X در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند.

۹. اگر تفاوت شمار نوترون ها با شمار پروتون های اتم ^{79}M ، برابر عدد اتمی دومین فلز قلیایی در جدول تناوبی باشد، کدام موارد زیر دربارهٔ عنصر M، درست است؟ (تجربی تیر۱۴۰۲)

الف: عنصری با خواص شیمیایی مشابه گوگرد است.

ب: در لایهٔ ظرفیت آن، سه الکترون با $l=1$ وجود دارد.

پ: یون پایدار آن، دارای آرایش الکترونی گاز نجیب است.

ت: عدد اتمی آن، برابر ۳۴ است و در گروه ۶ جدول تناوبی جای دارد.

۱) الف و ت

۲) ب و پ

۳) الف و پ

۴) ب و ت

۱۰. چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟ (تجربی دی ۱۴۰۲)

یون فلوئورید از جمله یون هایی است که در فرایند تصفیهٔ آب برای آشامیدن، از آن جدا می شود.

در همهٔ مولکول های قطبی با ساختار V شکل، اتم مرکزی به سمت قطب مثبت جهت گیری می کند.

تاثیر حالت فیزیکی بر نیروهای بین مولکولی یک ترکیب، بیشتر از تاثیر جرم مولی و قطبیت آن است.

در ترکیب های یونی دوتایی، می توان با استفاده از عدد زیروند سمت راست هر یون، بار یون دیگر را مشخص نمود.

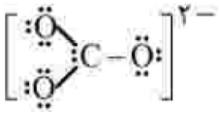
۱) ۱

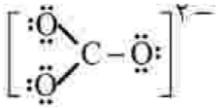
۲) ۲

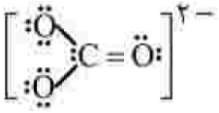
۳) ۳

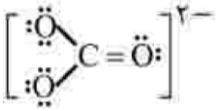
۴) ۴

۱۱. ساختار یون کربنات به کدام صورت است؟ (تجربی دی ۱۴۰۲)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۲. با در نظر گرفتن عدد اکسایش عنصرهای D و M در D_2SiO_4 و MO_3 ، فرمول شیمیایی چند ترکیب زیر می تواند درست باشد؟ (تجربی دی ۱۴۰۲)

- $D(NO_3)_2$
- $NaMO_3$
- DO
- K_2MO_4
- MF_6
- DBr_2

۱) ۶

۲) ۵

۳) ۴

۴) ۳

۱۳. در جدول زیر، نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در ستون ..... از ردیف ..... و نسبت شمار کاتیون به شمار آنیون در ستون ..... از ردیف ..... برابر $\frac{۲}{۳}$ است. (تجربی دی ۱۴۰۲)

ستون / ردیف	۱	۲
۱	سدیم هیدروژن کربنات	آلومینیم سولفات
۲	اسکاندیم اکسید	منیزیم سولفات
۳	آلومینیم فسفید	پتاسیم نیترات
۴	باریم فسفات	لیتیم سولفید

۱) ۲، ۳، ۲، ۴

۲) ۱، ۳، ۲، ۲

۳) ۱، ۲، ۱، ۴

۴) ۲، ۱، ۱، ۲

۱۴. چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (تجربی دی ۱۴۰۲)

مجموع عددهای کوانتومی n و l برای زیرلایه های ۴f ، ۵d و ۶p ، برابر است.

واکنش پذیرترین فلز و نافلز در هر دورهٔ جدول تناوبی، به ترتیب در گروه ۱ و گروه ۱۷ جای دارند.

اتم هر یک از عنصرهای خانه های ۱۹، ۲۴ و ۲۹ جدول تناوبی، در آخرین لایهٔ الکترونی اشغال شدهٔ خود، یک الکترون دارند.

بیست و ششمین عنصر جدول تناوبی در گروه ۸ جای دارد و در لایهٔ سوم الکترونی اتم آن شمار الکترون های دارای $l=1$ با شمار الکترون های دارای $l=2$ برابر است.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۱۵. با توجه به آرایش الکترونی اتم عنصرهای داده شده، چند مورد از مطالب زیر درباره‌ٔ آن ها درست است؟ (تجربی دی ۱۴۰۲)

A: [Ne] $3s^2\ 3p^3$

D: [Ar] $4s^1$

X: [Ar] $3d^5\ 4s^1$

Z: [Ar] $3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$

در هر ۴ عنصر، شمار الکترون های ظرفیت اتم، برابر با مجموع شمار الکترون ها در بیرونی ترین لایه‌ٔ اشغال شده از الکترون است.

اتم عنصرهای A و D در تبدیل شدن به یون پایدارشان، به آرایش الکترونی مشابه می رسند.

عنصرهای X و D خواص شیمیایی مشابه، اما عنصرهای A و Z ، خواص شیمیایی متفاوت دارند.

در تبدیل اتم ها به یون (های) پایدارشان، اتم عنصر X می تواند بیشترین تغییر را در شمار الکترون ها داشته باشد.

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۱۶. اگر عنصر X یک نافلز جدول تناوبی باشد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (تجربی دی ۱۴۰۲)

اگر عنصر Y یک شبه فلز هم گروه X باشد، عدد اتمی آن، به یقین از عدد اتمی X بزرگ‌تر است.

اگر عنصر Y یک هالوژن هم دوره‌ٔ X باشد، شعاع اتمی آن، به یقین از شعاع اتمی X کوچک‌تر است.

اگر عدد اتمی X از عدد اتمی یک هالوژن گازی بزرگ تر باشد، X ، در یکی از سه دوره‌ٔ اول جدول جای دارد.

اگر X در واکنش با فلز $_{12}Z$ ، یک ترکیب با فرمول شیمیایی ZX تشکیل دهد، X در گروه ۱۶ جدول جای دارد.

اگر فعالیت شیمیایی نافلز M بیشتر از فعالیت شیمیایی X باشد، عدد اتمی M از عدد اتمی X کوچک تر است.

۱) ۵

۲) ۴

۳) ۳

۴) ۲