به نام او

فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

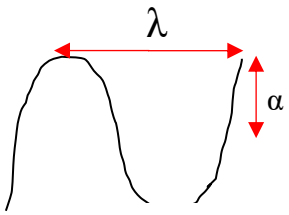
نور کلید شناخت جهان

به دلیل دوری خورشید و دیگر ستارگان از ما امکان اندازه‌گیری ویژگی‌های آنها به صورت مستقیم وجود ندارد. همچنین اندازه‌گیری دمای اجسام بسیار داغ با دماسنج عملی نیست. نور امکان یافتن پاسخ این پرسش‌ها را فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره‌ها یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.

نور خورشید اگرچه سفید به نظر می‌رسد، اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره‌ی رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.

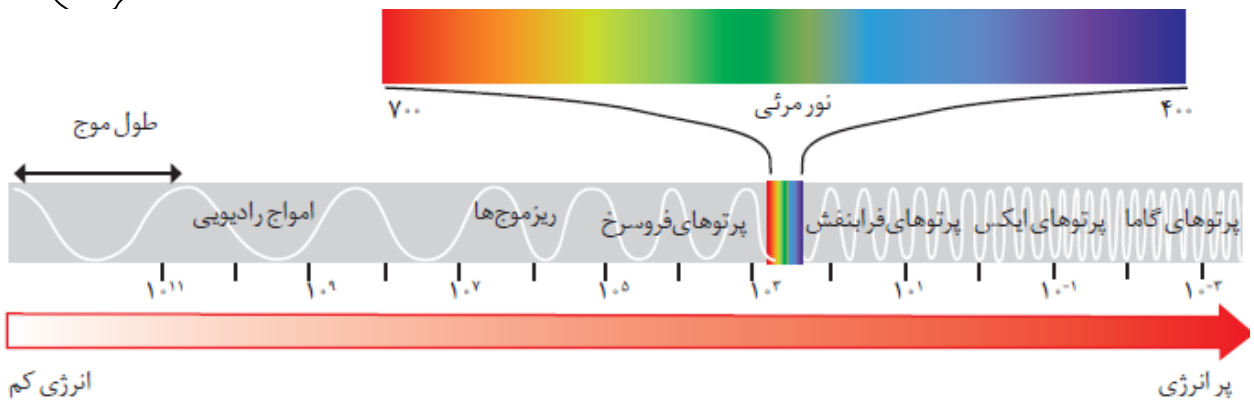
اگر یک موج الکترومغناطیس(ترکیب یک موج الکتریکی و یک موج مغناطیسی) را در نظر بگیریم برای معرفی آن از پارامترهای زیر استفاده می‌کنیم.

طول موج (λ) : فاصله دو قله متوالی



فرکانس (f) : تعداد دفعاتی که یک موج از نقطه‌ای در یک ثانیه مشخص عبور می کند.

فرکانس و طول موج رابطه عکس دارند : $f = \frac{C}{\lambda}$



انرژی یک موج الکترومغناطیس با فرکانس آن رابطه مستقیم دارد. هرچه فرکانس بیشتر باشد، انرژی نیز بیشتر می‌شود.

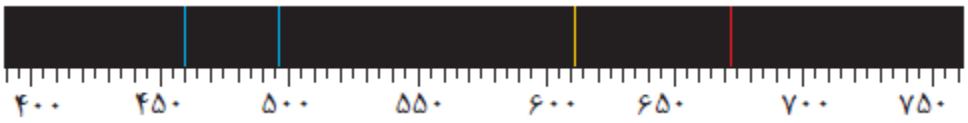
پرتوهای مختلف طول موج‌های متفاوتی دارند. هرچه دما بیشتر باشد، طول موج کمتر (انرژی بیشتر) دارد.

نشر نور و طیف نشری

کشف طیف نشری خطی به آتش بازی چینی ها باز می‌گردد. آن‌ها از باروت سیاه استفاده می‌کردند. اگر براده بعضی از فلزات را به آن‌ها اضافه کنیم، نور ایجاد شده رنگی می‌شود. براده‌های **سدیم به رنگ زرد، مس به رنگ سبز و لیتیم سرخ** تولید می‌کنند. این موضوع پایه‌ای برای کشف طیف نشری خطی شد. (همچنین استفاده از ترکیب های دارای این فلزات نیز همین رنگ‌ها را به شعله می‌دهد.)

نکته: نور زرد لامپ‌های آزادراه‌ها به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست. همچنین از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود، پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر بدست می‌آید که به آن طیف نشری خطی(زیرا فقط شامل چهار خط در ناحیه مرئی بوده و پیوسته نیست) لیتیم می‌گویند.



نکته: کاربرد طیف نشری خطی شبیه به بارکد روی جعبه یا بسته مواد غذایی و کالاهاست. با استفاده از بارکد می‌توان اطلاعات کامل کالا را بدست آورد. در مورد فلزات نیز به همین صورت است و با استفاده از آن می‌توان وجود یک فلز در یک ترکیب را مشخص کرد.

کشف ساختار اتم

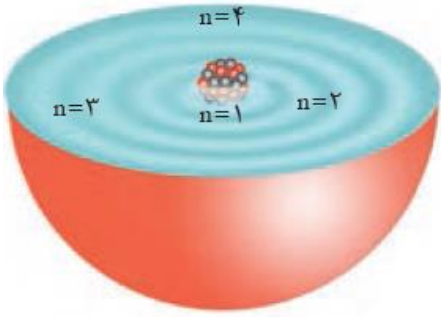
مدل اتمی بور

بعد از مشاهده طیف نشری خطی اتم هیدروژن و با توجه به اینکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی نوری با طول موج معین و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور مدلی برای ساختار الکترونی این اتم ارائه کرد. از آنجا که هر نوار رنگی در این طیف نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن بدست آورد. مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

مدل کوانتومی

دانشمندان برای توجیه ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، **ساختاری لایه‌ای** برای اتم ارائه کردند. در این مدل اتم کره‌ای در نظر گرفته می‌شود که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند.

عدد کوانتومی اصلی



در مدل کوانتومی لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شماره هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n، عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود که برای لایه‌ی اول n=1 ، برای لایه دوم n=2، ..... و برای لایه هفتم n=7 است.

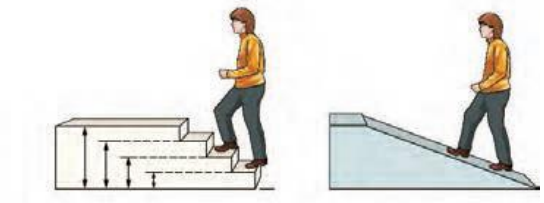
$$n = 1, 2, 3, \ldots, 7$$

در ساختار لایه‌ای اتم، مطابق شکل روبرو، هر بخش پررنگ، مهمترین بخش از یک لایه‌ی الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند، به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدوده یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

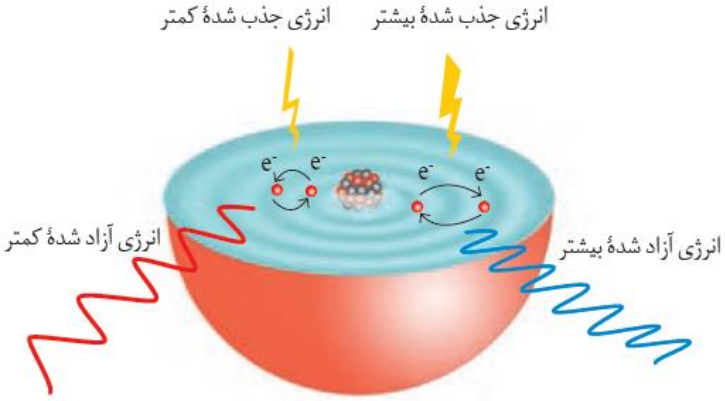
به این نکته توجه شود که داد و ستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر، به صورت کوانتومی است. در واقع این انتقال الکترون به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌شود.

در واقع تعداد این لایه‌ها در اتم محدود است و هر الکترون برای بالا رفتن در لایه‌ها (یا پایین آمدن) باید مقدار خاص و معینی از انرژی را دریافت (نشر) کند. از سوی دیگر هرچه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

با این توصیف انرژی دادو ستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است که انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود، به همین دلیل چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم** نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد.

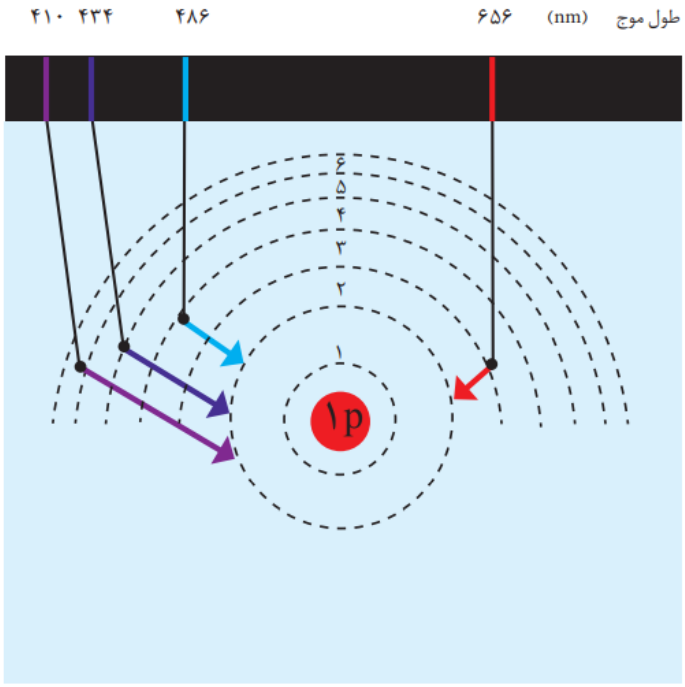


حالت برانگیخته



در این ساختار انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته افزایش می‌یابد. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آنها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های برانگیخته می‌گویند.

اتم‌های برانگیخته پرانرژی‌تر، و ناپایدارند، از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجا که برای الکترون، نشر نور، مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.



در شکل روبرو انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن که منجر به نشر نور در ناحیه مرئی می‌شود را مشاهده می‌کنید. این انتقال‌ها از لایه‌های ۶، ۵، ۴، ۳ به ۲ است. که به ترتیب رنگ‌های بنفش، نیلی، آبی و قرمز دارند.

عدد کوانتومی فرعی

هر لایه الکترونی از چند زیرلایه تشکیل شده است. زیرلایه‌ها را با نماد l نشان می‌دهند و به آن **عدد کوانتومی فرعی** می‌گویند. مقادیر مجاز آن به صورت زیر است:

$$l = 0, 1, \ldots, n-1$$

در واقع عدد کوانتومی اصلی تعداد زیر لایه‌ها را نیز نشان می دهد. لایه اول $(n = 1)$ یک زیرلایه، لایه دوم $(n = 2)$ دو زیرلایه و .....

به جای شماره برای زیرلایه‌ها می‌توان از نماد برای آنها استفاده کرد.

$$l = 0\,, s \qquad l = 1, p \qquad l = 2, d \qquad l = 3, f$$

حداکثر گنجایش زیرلایه‌ها از رابطه $4l + 2$ بدست می‌آید.

در نتیجه برای زیرلایه‌ها داریم:

$$l = 0, s \rightarrow 2e^{-}, \qquad l = 1, p \rightarrow 6e^{-}, \qquad l = 2, d \rightarrow 10e^{-}, \qquad l = 3, f \rightarrow 14e^{-}$$

به طور کلی برای نمایش یک زیرلایه از دو عدد کوانتومی n و l استفاده می‌شود. به عنوان مثال برای نمایش زیرلایه سوم $(l = 2)$ از لایه سوم $(n = 3)$ از نماد $3d$ استفاده می‌شود.

تست: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) طول موج نور بنفش از طول موج نور سبز، کوتاه‌تر است.

ب) انرژی هر رنگ نور مریی، با طول موج آن نسبت مستقیم دارد.

پ) نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه n= ۲ است.

ت) هرچه فاصله میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته هیدروژن بیشتر باشد، طول موج نور، بلندتر است.

۱) ب، پ، ت ۲)ب، ت ۳)آ، ب، پ ۴)آ، پ

تست: طیف نشری خطی کدام اتم در ناحیه مریی، از خطوط بیشتری تشکیل شده است؟

۱)هلیم ۲)لیتیم ۳) سدیم ۴)هیدروژن

تست: کدام مطلب درست است؟

۱) با دور شدن الکترون از هسته انرژی آن کاهش می‌یابد.

۲) در همه اتم‌ها، تراز انرژی $n = 1$، حالت پایه به شمار می‌آید.

۳) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، کمترین مقدار انرژی به نوار زرد رنگ مربوط است.

۴) الکترون در حالت برانگیخته، ناپایدار است و با از دست دادن انرژی، همواره به حالت پایه باز نمی‌گردد.

تست: کدام مطلب، درباره اتم درست است؟(ریاضی ۹۹ خارج)

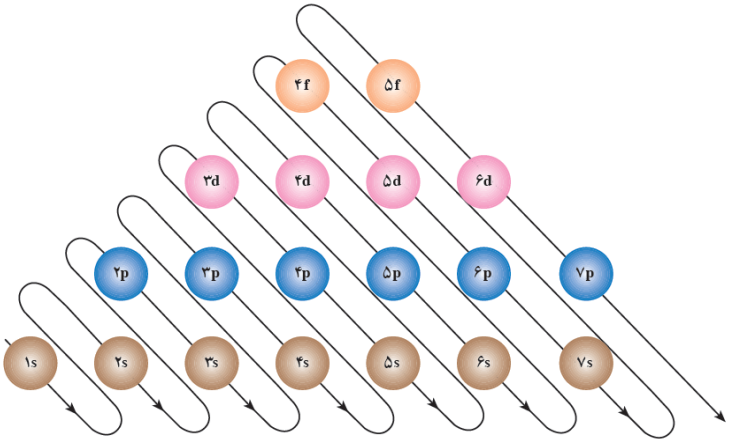
۱) انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها با دور شدن از هسته اتم بیشتر می‌شود.

۲) اتم برانگیخته وضعیت ناپایداری دارد و با از دست دادن انرژی، همواره به حالت پایه برمی‌گردد.

۳)هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه خود را دارد که با تفسیر آن می‌توان به انرژی لایه‌های الکترونی اتم آن پی برد.

۴) اگر طول موج بازگشت الکترون از لایه چهارم به لایه سوم برابر ۴۸۶nm باشد، طول موج بازگشت الکترون از لایه سوم به لایه دوم می‌تواند حدود ۴۳۲nm باشد.

آرایش الکترونی اتم



نحوه پر شدن زیرلایه‌ها فقط به عدد کوانتومی اصلی وابسته نبوده و از یک قاعده کلی به نام قاعده آفبا پیروی می‌کند. مطابق این قاعده هنگام پر شدن زیرلایه‌ها، ابتدا آنها که به هسته نزدیک‌تر هستند الکترون گرفته و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهند شد. در واقع هر زیرلایه‌ای که به هسته نزدیک‌تر باشد، انرژی کمتری داشته و زودتر الکترون می‌گیرد.

برای تعیین انرژی زیرلایه‌ها به مجموع $n+l$ توجه می‌کنیم. هر زیرلایه‌ای که مجموع کمتری داشته باشد زودتر پر می‌شود. اگر دو زیرلایه دارای $n+l$ برابر بودند، آن زیرلایه که n کوچکتر دارد، اول پر می‌شود.

فرم آفبا

$$/\mathrm{ns}\ \ (\mathrm{n}-2)\mathrm{f}\ \ (\mathrm{n}-1)\mathrm{d}\ \ \mathrm{np}/$$

$$n \geq 6 \qquad n \geq 4 \quad n \geq 2$$

$$1s/2s\,,2p/3s\,,3p/4s\,,3d\,,4p/5s\,,4d\,,5p/6s\,,4f\,,5d\,,6p/7s\,,5f\,,6d\,,7p$$

نکته: زیرلایه s ($l=0$) در تمام لایه ها وجود دارد. کوچکترین ضریب آن $\underline{1}$ می باشد. زیر لایه p به جز لایه اول در تمامی لایه‌ها وجود دارد و کوچکترین ضریب آن $\underline{2}$ است.

نکته: برای رسم آرایش الکترونی باید هر زیرلایه به ترتیب حداکثر تعداد الکترون ممکن را گرفته و بعد به سراغ زیرلایه بعدی برویم.

نکته: بعد از پرکردن زیرلایه‌ها با توجه به فرم آفبا، باید زیرلایه‌ها به ترتیب عدد کوانتومی اصلی (n) نوشته شود.

آرایش الکترونی هر یک از گونه‌های زیر را با استفاده از اصل آفبا رسم کنید.

$_{17}Cl$:

$_{31}Ga$:

$_{26}Fe$:

$_{33}As$:

$_{20}Ca$:

$_{83}Bi$:

رسم آرایش الکترونی با استفاده از گازهای نجیب

رسم آرایش الکترونی برای اتم‌هایی با عدد اتمی بزرگ کاری دشوار است. برای راحتی، سرعت عمل و دقت بالا می‌توانیم از گاز نجیب استفاده نماییم. در این روش نزدیکترین گاز نجیب قبل از اتم مورد نظر را نوشته و با توجه به شماره‌ی دوره گاز نجیب در فرم کلی آفبا عددی مناسب برای n قرار داده و زیرلایه‌های مورد نظر را می نویسیم، سپس باقی مانده الکترون‌ها را در این زیرلایه‌ها وارد می کنیم و در نهایت لایه‌ها را به صورت مکانی مرتب می‌کنیم.

$_{48}Cd$:

$_{50}Sn$:

$_{72}Hf$:

$_{82}Pb$:

قاعده آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

برای مثال اتم‌های **کروم**$(_{24}\boldsymbol{Cr})$ و **مس**$(_{29}\boldsymbol{Cu})$ دارای آرایش الکترونی متفاوتی هستند.

تعیین دوره و گروه عناصر

جدول تناوبی

1 H Hydrogen			Key: Atomic # / Symbol / Exact Name														2 He Helium
3 Li Lithium	4 Be Beryllium											5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium											13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon
19 K Potassium	20 Ca Calcium		21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium		39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	*	71 Lu Lutetium	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	* *	103 Lr Lawrencium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium		114 Fl Flerovium		116 Lv Livermorium		

*	57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium
* *	89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium

عناصر اصلی: اگر آخرین الکترون در یکی از زیر لایه های s یا p وارد شود ، عنصر گروه اصلی می باشد . برای تعیین دوره آخرین ضریب زیرلایه s استفاده می شود و برای تعیین گروه از مجموع تعداد الکترون های زیرلایه های s و p استفاده می کنیم.

آرایش الکترونی لایه آخر	s^1	s^2	s^2p^1	s^2p^2	s^2p^3	s^2p^4	s^2p^5	s^2p^6
مجموع تعداد الکترون s و p	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شماره گروه	1	2	13	14	15	16	17	18

نکته: در اتم‌های اصلی الکترون‌های موجود زیرلایه‌های sو p لایه آخر به عنوان الکترون‌های لایه ظرفیت شناخته می‌شوند.

نکته: تنها استثنایی که این رابطه وجود دارد He است که آرایش $1s^2$ دارد ولی در گروه ۱۸ است .

عناصر واسطه: اگر آخرین الکترون در زیرلایه d یا f وارد شود، واسطه یا فرعی است. اگر آخرین الکترون در d وارد شود واسطه خارجی و اگر در f وارد شود ، واسطه داخلی است. برای تعیین دوره به آخرین ضریب زیرلایه s توجه می کنیم و برای تعیین گروه در عناصر واسطه خارجی به مجموع s و d توجه می کنیم.

آرایش الکترونی لایه آخر	s^2d^1	$s^2\ d^2$	s^2d^3	s^1d^5	s^2d^5	s^2d^6	s^2d^7	s^2d^8	s^1d^{10}	s^2d^{10}
مجموع تعداد الکترون d و s	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
شماره گروه	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

نکته: در اتم‌های واسطه الکترون‌های موجود زیرلایه‌های sو d لایه آخر به عنوان الکترون‌های ظرفیت شناخته می‌شوند.

نکته مهم: اگر در یک اتم صحبت از آخرین زیرلایه (دورترین زیرلایه) شد، منظور زیرلایه با بزرگترین عددکوانتومی اصلی است. در واقع این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که بدانیم مثلا در عناصر واسطه آخرین زیرلایه، s است و نه d. زیرا زیرلایه s بعد از گرفتن الکترون از نظر سطح انرژی بالاتر از زیرلایه d قرار خواهد گرفت. به عنوان مثال در آرایش الکترونی اتم $_{25}Mn$ درست‌تر است که آرایش الکترونی به صورت $[_{18}Ar]3d^54s^2$ نوشته شود.

نکته مهم: در مورد آرایش الکترونی عناصر ۲۱ تا ۳۰ جدول تناوبی (تناوب چهارم، ردیف اول واسطه) می‌توان به سادگی و سریع با توجه به عدد اتمی آنها آرایش الکترونی آنها را رسم کرد. در این عناصر رقم یکان عدد اتمی تعداد الکترون‌های زیرلایه d و رقم دهگان هم که ۲ می‌باشد، تعداد الکترون s را نشان می‌دهد. البته در این مورد باید به دو عنصر استثنا $_{29}Cu$ و $_{24}Cr$ حتما توجه شود.

نکته بسیار مهم: برای رسم آرایش الکترونی عناصر بلوک p (عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸) می‌توان به جای استفاده از گاز نجیب قبلی از گاز نجیب بعدی استفاده کرد. این کار باعث می‌شود که بتوان برای بدست آوردن آرایش لایه ظرفیت عناصر بلوک p زمانی کمتر از ۵ ثانیه! نیاز باشد.

باید توجه داشت که آرایش الکترونی تمام گازهای نجیب (به جز هلیم) به ns^2sp^6 ختم می‌شود. در نتیجه با توجه به اینکه عدد اتمی اتم مورد نظر چندتا با گاز نجیب هم دوره خود فاصله دارد، به همان تعداد از تعداد الکترون‌های زیرلایه p آن کم می‌کنیم. همچنین برای تعیین n در این آرایش الکترونی از شماره تناوب همان گاز نجیب استفاده می‌شود.

تست: در چند اتم عنصرهای واسطه تناوب چهارم، زیرلایه $3d$ به ترتیب پر و نیم پر شده است؟

۱) ۲-۲ ۲) ۲-۳ ۳) ۲-۳ ۴) ۱-۱

تست: اگر تفاوت عدد اتمی و شمار نوترون‌های اتم عنصر ^{80}A برابر با ۱۰ باشد، کدام بیان درباره این عنصر درست است؟

۱)عنصری گازی از گروه ۱۷ است. ۲)عنصری اصلی از گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

۳)آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^4$ است. ۴)با فلزهای قلیایی (M) ترکیب یونی با فرمول عمومی MA می‌دهد.

تست: با توجه به ارتباط عدد اتمی عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، کدام عنصر، یک عنصر اصلی است؟

۱) $_{28}X$ ۲) $_{29}A$ ۳) $_{31}D$ ۴) $_{39}M$

تست: اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G که عدد اتمی آن برابر ۳۴ است، هم دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در بیرونی‌ترین زیر لایه الکترونی آن، چند الکترون وجود دارد؟

۱) ۳۳- ۳ ۲) ۳۵- ۳ ۳) ۳۳- ۵ ۴) ۳۵- ۵

تست: با توجه به ارتباط آرایش الکترونی اتم عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصری که هم‌گروه $_{51}Sb$ است و در دوره چهارم جای دارد، کدام است؟

۱) $4s^2 4p^5$ ۲) $4s^2 4p^3$ ۳) $5s^2 5p^3$ ۴) $5s^2 5p^5$

تست: کدام بیان درباره عنصر $_{34}M$ نادرست است؟

۱) عنصری اصلی است و در گروه ۱۶ جای دارد.

۲) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^2$ است.

۳)با عنصر $_{19}X$ در یک دوره از جدول تناوبی جای دارد.

۴)اتم آن ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ دارد.

تست: آرایش الکترونی کدام اتم نادرست است اما شماره دوره و گروه آن در جدول تناوبی درست بیان شده است؟

۱) $_{24}Cr: [_{18}Ar]3d^5\ 4s^1$ - چهارم- ۶
۲) $_{47}Ag: [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^1$ - پنجم – ۱۱
۳) $_{53}I: [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^3$ - پنجم- ۱۷
۴) $_{32}Ge: [_{18}Ar]3d^{10}4s^24p^4$ - چهارم - ۱۶

تست: اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ باشد، آخرین زیرلایه اشغال شده‌ی اتم آن دارای ..... الکترون است و این عنصر در دوره‌ی ..... و گروه ..... جدول تناوبی جای دارد.

۱) ۵- چهارم- ۱۷
۲) ۵- پنجم- ۱۴
۳) ۷- پنجم- ۱۴
۴) ۷ – چهارم- ۱۷

تست- اگر شمار الکترون‌های زیرلایه 4s اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیر لایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایه 3d اتم آن نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر در دوره چهارم جدول تناوبی‌اند؟

۱) $_{29}Cu, _{24}Cr$
۲) $_{29}Cu, _{25}Mn$
۳) $_{30}Zn, _{24}Cr$
۴) $_{30}Zn, _{25}Mn$

تست: عنصری که در دوره‌ی چهارم و گروه ۱۷ جدول تناوبی جای دارد، به ترتیب از راست به چپ، چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ دارد و چند الکترون در آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی آن جای دارد؟

۱) ۱۵- ۳
۲) ۱۵- ۵
۳) ۱۷- ۳
۴) ۱۷- ۵

تست: عنصر $_{52}A$ با عنصر ..... در جدول تناوبی هم گروه است و آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن، ..... است و یک ..... به حساب می‌آید

۱) $_{34}X: 4p^4$، شبه فلز
۲) $_{32}Y: 4p^2$، نافلز
۳) $_{34}X: 5p^4$، شبه فلز
۴) $_{32}Y: 5p^2$، نافلز

تست: کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل $(_{28}Ni)$ هم گروه است؟

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

تست: 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 از جدول تناوبی جای دارند؟

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

تست: عنصر واسطه‌ای که شمار الکترون‌های زیر لایه 3d با 4s در اتم آن برابر است، در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

۱) 2 ۲) 3 ۳) 4 ۴) 6

تست: اتمی که دارای الکترونی با عددهای کوانتومی $n = 4$ و $l = 3$ است. در کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟

۱) چهارم ۲) پنجم ۳) ششم ۴) هفتم

تست: اگر عنصر $_{32}A$ با عنصر X از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم دوره باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی عنصر X کدام است؟

۱) سیزدهم، ۳۱ ۲) سیزدهم، ۳۳ ۳) چهاردهم، ۳۱ ۴) چهاردهم، ۳۳

تست: در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ) شمار الکترون‌های زیر لایه‌های 3d و 3p برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های زیر لایه 3d با شمار الکترون‌های زیر لایه 4s برابر است؟

۱) $_{26}Fe$، $_{22}Ti$ ۳) $_{26}Fe$، $_{24}Cr$

۳) $_{24}Cr$، $_{25}Mn$ ۴) $_{24}Cr$، $_{22}Ti$

تست: عنصری که آخرین لایه الکترونی اشغال شده اتم آن $4s^2\ 4p^3$ است، در کدام گروه و کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟

۱) ۱۳- چهارم ۲) ۱۳- پنجم ۳) ۱۵- چهارم ۴) ۱۵- سوم

تست: کدام مطلب درباره جدول تناوبی عنصرها درست است؟

۱)آخرین عنصر واسطه هر دوره در گروه ۱۰ جای دارد.

۲) نخستین عنصر گروه‌های ۱۴ تا ۱۸ در شرایط معمولی گازند.

۳) آخرین زیرلایه اشغال شده اتم عنصرهای واسطه دارای ۲ الکترون است.

۴) در عنصرهای گروه ۱۷، با افزایش عدد اتمی، تمایل به گرفتن الکترون و واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد.

تست: انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از اتم هلیم برابر $kJ.mol^{-1}$ ۲۳۵۰ است. انرژی این فرایند وقتی الکترون‌ها قبلا به لایه سوم آن برانگیخته شده باشند، حدود $kJ.mol^{-1}$ ۱۳۵۰ و هنگامی که الکترون‌ها قبلا به لایه دوم برانگیخته شده باشند، برابر $kJ.mol^{-1}$ ۱۵۵۰ است. تفاوت انرژی لایه‌های اول و سوم این عنصر، چند برابر تفاوت انرژی لایه‌های اول و دوم است؟

۱) ۰.۲۵ ۲) ۱.۲۵ ۳) ۱.۵۱ ۴) ۱.۷۴

تست: جدول تناوبی عنصرها(به ترتیب از راست به چپ) دارای چند دوره و چند گروه است؟

۱) ۷- ۱۶ ۲) ۷- ۱۸ ۳) ۸- ۱۶ ۴) ۸- ۱۸

تست: فلزهای واسطه در هر دوره از جدول تناوبی، در کدام گروه‌ها جای دارند و کوچکترین عدد اتمی ممکن برای این فلزات، کدام است؟

۱) ۳ تا ۱۲- ۲۱ ۲) ۲ تا ۱۲- ۲۱ ۳) ۳ تا ۱۲- ۲۲ ۴) ۲ تا ۱۲- ۲۲

تست: کدام سه عنصر در زیرلایه p بالاترین لایه اشغال شده اتم خود، الکترون ندارند؟

۱) ${}_{39}G, {}_{30}X, {}_{27}A$ ۲) ${}_{39}G, {}_{31}Z, {}_{27}A$ ۳) ${}_{36}E, {}_{30}X, {}_{21}M$ ۴) ${}_{36}E, {}_{31}Z, {}_{21}M$

تست: در چهارمین لایه الکترونی اتم عنصرها، ..... مقدار برای عدد کوانتومی l و در کل حداکثر ..... الکترون وجود دارد و عنصرهایی که آخرین الکترون آنها در زیرلایه‌های مربوط به این لایه قرار می‌گیرند، در ..... دوره مختلف جدول تناوبی جای دارند.

۱) ۴- ۳۲- دو ۲) ۴- ۳۲- سه ۳) ۳- ۱۸- دو ۴) ۳- ۱۸- سه

تست: آرایش الکترونی لایه آخر اتم کدام عنصر، مشابه با آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم $_{19}K$ است؟

۱) $_{29}A$ ۲) $_{21}D$ ۳) $_{27}X$ ۴) $_{31}Z$

تست: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) سومین لایه الکترونی اتم، زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d را دربردارد.

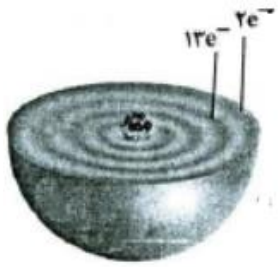
ب) ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.

پ) در سومین دوره جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آنها دو عنصر گازی‌اند.

ت) در اتم عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای (تناوبی)، زیر لایه‌های ۳s، ۳p از الکترون پر می‌شوند.

۱) آ، ت ۲)ب، پ ۳)آ، پ، ت ۴) آ، ب، ت

تست: اگر دایره‌های تیره رنگ در شکل زیر، نشان دهنده لایه‌های الکترونی اتم عنصر A باشد، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟



- A عنصری اصلی از گروه ۱۵ است.
- برخی از ترکیب‌های آن، رنگی هستند.
- بالاترین عدد اکسایش آن برابر ۷ است.
- سه زیر لایه از لایه سوم آن از الکترون اشغال شده است.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

تست: چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- جرم اتمی $_1^1H$اندکی از ۱amu بیشتر است.
- عنصر $_{35}X$ با عنصر $_{17}Z$ هم گروه و با عنصر $_{21}Y$ هم دوره است.
- در تناوب سوم جدول تناوبی، پنج عنصر جای دارند که نماد شیمیایی آنها، دو حرفی است.
- هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

تست: $n + l$ برای a الکترون ظرفیتی اتم کروم $(_{24}Cr)$ برابر m است و برای b الکترون ظرفیتی دیگر، برابر x است. a، m، b و x، به ترتیب از راست به چپ کدام عددها می‌توانند باشند؟

۱)۱، ۴، ۵، ۵ ۲) ۲، ۴، ۴، ۵ ۳)۲، ۵، ۴، ۵ ۴) ۱، ۵، ۴، ۵

تست: چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- در عنصرهای اصلی، به لایه آخر هر اتم، لایه ظرفیت گفته می‌شود.
- انرژی زیرلایه ۵d از زیرلایه ۶p کم‌تر و از زیرلایه ۴f بیشتر است.
- عنصری که اتم آن در لایه ظرفیت خود الکترون بیشتری دارد، واکنش‌پذیری بیشتری دارد.
- گنجایش الکترونی زیر لایه $l = 4$ یک اتم، با شمار عنصرهای دوره پنجم جدول تناوبی، برابر است.
- دو یا چند عنصر که شمار الکترون‌های ظرفیتی آنها برابر باشد، در یک گروه جدول تناوبی جای دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست: در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = 1$، برابر مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = 0$ و $l = 2$ است و شمار الکترون‌های ظرفیتی این عنصر، با شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم کدام عنصر، برابر است؟(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) $_{24}M$ ،$_{16}X$ ۲) $_{24}M$ ،$_{14}D$ ۳) $_{28}A$ ،$_{14}D$ ۴) $_{28}A$ ،$_{16}X$

ساختار اتم و رفتار آن

می‌دانیم گازهای نجیب به صورت تک اتمی هستند و واکنش پذیری بسیار کمی دارند.

این موضوع به آرایش الکترونی کاملا پر آن‌ها ارتباط دارد. به طور کلی یک آرایش الکترونی کاملا پر، پایدارتر از آرایش‌های دیگر است. در واقع در تمام گازهای نجیب هشت الکترون وجود دارد. (به جز هلیم که در تنها لایه الکترونی خود فقط ۲ الکترون دارد). پس به طور کلی اگر آرایش الکترونی یک گونه به صورت هشت‌تایی باشد، پایداری بیشتری خواهد داشت.

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایش الکترون-نقطه‌ای را ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود. برای هر اتم به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت باید الکترون اطراف آن قرار دهیم.

رفتار هر اتم به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن بستگی دارد، به طوریکه می‌توان هشت‌تایی شدن لایه ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری آنها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند و پایدار شوند.

به عنوان مثال در تهیه سدیم کلرید از اتم‌های فلز سدیم و گاز کلر، اتم سدیم (اتم فلز) یک الکترون از دست داده و به یون سدیم مثبت (Na^+) تبدیل شده و اتم کلر(اتم نافلز) این الکترون را گرفته و به یون کلرید (Cl^-) تبدیل می‌شود.

$$_{11}Na: [_{10}Ne]3s^1, \qquad _{17}Cl: [_{10}Ne]3s^2 3p^5$$

آرایش الکترونی یون ها

۱- آنیون ها: آنیون‌های پایدار تک اتمی آرایش الکترونی‌شان به گاز نجیب هم دوره‌ی خود می‌رسد. فقط کافی است عدد اتمی را با قدر مطلق بار یون جمع کنیم تا عدد اتمی گاز نجیب مربوطه بدست آید.

$_{7}N^{3-}$
$_{16}S^{2-}$
$_{53}I^{-}$

۲- کاتیون ها: برخی از کاتیون‌ها به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسند. آرایش این یون‌ها همان آرایش گاز نجیب مربوطه است. عناصر فلزات قلیایی، فلزات قلیایی خاکی (به جز Be)، Sc، Al یون هایی با آرایش گاز نجیب تشکیل می‌دهند.

$_{19}\mathrm{K}^{+}$
$_{21}\mathrm{Sc}^{3+}$
$_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$

نکته: اغلب کاتیون‌های فلزی به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند، برای رسم آرایش الکترونی این نوع یون‌ها ابتدا آرایش اتم خنثی را رسم کرده و سپس با توجه به بار یون با اولویت مکانی از زیر لایه‌ها الکترون جدا می‌کنیم. زیرلایه‌ای که ضریب بزرگتر داشته باشد و دورتر از هسته باشد زودتر الکترون از دست می دهد.

$_{26}Fe^{2+}$
$_{47}Ag^{+}$
$_{31}Ga^{3+}$

نکته : در آرایش الکترونی یون‌ها و اتم‌ها منظور از آخرین زیرلایه یا آخرین تراز همان زیرلایه با بزرگترین ضریب (n) می‌باشد. به عبارتی آخرین زیرلایه دورترین زیرلایه ار نظر مکانی نسبت به هسته می باشد.

تعیین عدد اتمی با توجه به آرایش الکترونی و بار یون

با داشتن آرایش الکترونی یون تعداد الکترون های موجود در یون را بدست می آوریم. سپس به تعداد بار مثبت یا منفی به الکترون‌های آن اضافه یا کم می کنیم تا عدد اتمی بدست آید.

A^{2+} : $3d^5$
B^{+} : $3d^{10}$
C^{3+} : $3d^{10}$
D^{2+} : $5S^2$

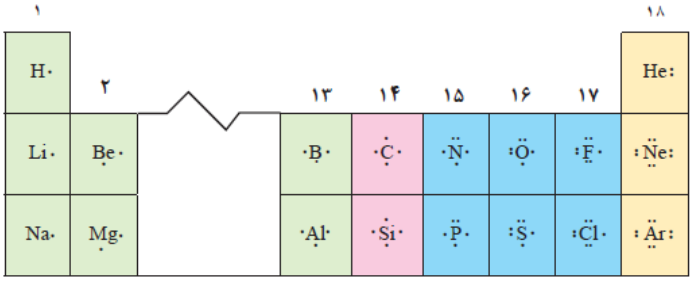
آنیون‌ها و کاتیون‌هایی که به آرایش گاز نجیب می رسند، آخرین ترازشان به np^6 ختم می‌شود. برای تعیین شماره دوره و گروه اتم مورد نظر با استفاده از الگوی ساده زیر استفاده می کنیم:

X^{3-}	X^{2-}	X^{-}	np^6	X^{+}	X^{2+}	X^{3+}
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱	۲	۳ یا ۱۳

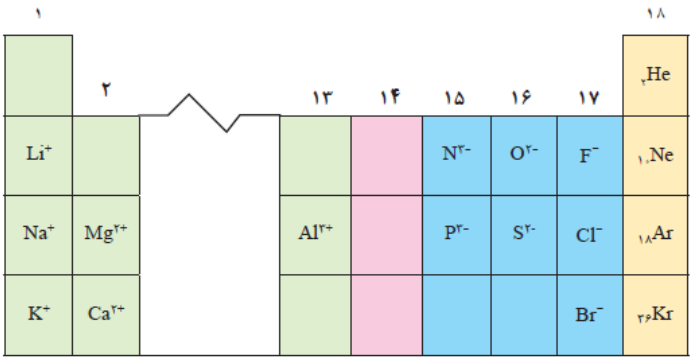
دوره n — دوره $n+1$

نکته: اگر آرایش الکترونی یک ذره به np^6 ختم شود، آن ذره می تواند گاز نجیب، آنیون و یا کاتیون باشد.

آرایش الکترون نقطه‌ای ۱۸ عنصر اول جدول



یون‌های متداول ۳۶ عنصر اصلی جدول



تست: آرایش الکترونی کدام گونه شیمیایی با آرایش الکترونی هر یک از سه گونه دیگر تفاوت دارد؟

۱) $_{28}Ni^{2+}$ ۲) $_{29}Cu^{+}$ ۳) $_{30}Zn^{2+}$ ۴) $_{31}Ga^{3+}$

تست: اگر شمار الکترون‌های یون تک اتمی M^{+} برابر ۳۶ باشد، عنصر M در دوره ..... جدول تناوبی جای داشته، عدد اتمی آن برابر ..... است و با گوگرد ترکیبی با فرمول ..... تشکیل می‌دهد.

۱)چهارم-MS-۳۷ ۲)چهارم- M_2S- ۳۵ ۳)پنجم- MS-۳۵ ۴)پنجم -M_2S-۳۷

تست: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{207}M^{2+}$ برابر ۴۵ باشد، عنصر M در کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

۱)پنجم- ۱۳ ۲)ششم- ۱۴ ۳) پنجم – ۱۵ ۴)ششم- ۱۶

تست: کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون به پایدار نسبت داد؟

۱) $1s^2\ 2s^2 2p^6$ ۲) $1s^2\ 2s^2 2p^3$ ۳) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ۴) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

تست: کدام سه گونه شیمیایی، آرایش الکترونی یکسانی دارند؟

۱) $_{55}Cs^{+}, {}_{54}Xe, {}_{53}I^{-}$ ۲) $_{14}Si^{4-}, {}_{15}\mathrm{P}^{-}, {}_{16}\mathrm{S}^{2-}$

۳) $_{37}Rb^{+}, {}_{19}\mathrm{K}^{+}, {}_{11}\mathrm{Na}^{+}$ ۴) $_{27}Co^{3+}, {}_{28}\mathrm{Ni}^{2+}, {}_{29}\mathrm{Cu}^{+}$

تست: آرایش الکترونی کاتیون $^{65}_{30}Zn^{2+}$ به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟

۱) $^{60}_{27}Co^{2+}$،$_{32}Ge^{2+}$ ۲) $^{64}_{29}Cu^{+}$،$_{32}Ge^{2+}$

۳) $^{60}_{27}Co^{2+}$،$_{31}Ga^{3+}$ ۴) $^{64}_{29}Cu^{+}$،$_{31}Ga^{3+}$

تست: اگر عنصری در گروه ۱۵ با عنصری که بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن $4p^5$ است هم دوره باشد، کدام مطالب زیر، درباره آن درست‌اند؟

آ) عدد اتمی آن ۳۳ است.

ب) بیرونی‌ترین لایه اتم آن ۷ الکترون دارد

پ) ۸ زیرلایه در آن از الکترون پر شده است.

ت) در ساختار الکترون نقطه آن ۳ الکترون تکی وجود دارد.

۱)آ، ب ۲)ب، پ ۳)ب، پ، ت ۴)آ، ت

تست: در کدام گزینه، آرایش الکترونی کاتیون و آنیون در هر دو ترکیب مشابه آرایش الکترونی اتم گاز نجیب دوره‌ی سوم جدول تناوبی است؟(عدد اتمی سدیم، منیزیم، گوگرد، کلر، کلسیم و برم به ترتیب برابر ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۳۵ است.)

۱) $CaBr_2$ ،Na_2S ۲) $CaCl_2$ ،K_2S

۳) $MgCl_2$ ،Na_2S ۴) $MgCl_2$ ،KCl

تست: در بالاترین لایه اشغال شده کدام یون گازی، هشت الکترون وجود دارد؟

۱) $_{33}As^{+}$ ۲) $_{22}Ti^{2+}$ ۳) $_{30}Zn^{2+}$ ۴) $_{34}Se^{2-}$

تست: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون تک اتمی $^{79}X^{3-}$ برابر ۱۰ باشد، در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن ..... الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر X، برابر ..... است.

۱)۳- ۳۱ ۲)۳- ۳۳ ۳)۵- ۳۱ ۴)۵- ۳۳

تست: شمار پروتون‌های یون $^{72}M^{2+}$ برابر 0.8 شمار نوترون‌های آن است. عنصر M با کدام عنصر در جدول تناوبی هم‌دوره است و در این یون چند لایه از الکترون پر شده است؟

۱) $_{36}A$، ۳ ۲) $_{36}A$، ۴ ۳) $_{16}D$، ۳ ۴) $_{16}D$، ۴

تست: با توجه به جدول زیر، داده‌های کدام ردیف‌های آن، درست است؟

ردیف	ویژگی‌ها	$^{65}_{29}Z$	$^{48}_{22}X$	$^{52}_{24}D$	$^{70}_{31}A$
۱	شمارهٔ گروه عنصر در جدول تناوبی	۱۱	۴	۸	۱۳
۲	تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها	۷	۴	۴	۸
۳	نسبت شمار الکترون‌های دارای $l=0$ به $l=2$ در اتم	۰/۷	۴	۱/۴	۰/۶
۴	اکسید با بالاترین عدد اکسایش	ZO	XO_2	DO_3	A_2O_3

۱)۲، ۴ ۲)۱، ۲ ۳)۱، ۲ و ۳ ۴) ۲، ۳ و ۴

تست: چند مورد از مطالب زیر، درباره عنصرهای $_{20}X$ و $_{30}Z$ جدول تناوبی درست است؟

- شمار الکترون‌های لایه سوم اتم هر دو عنصر، برابر است.
- یون‌های X^{2+} و Z^{2+}، آرایش الکترونی اتم گازهای نجیب را دارند.
- هر دو عنصر، تنها با ظرفیت ۲+، در ترکیب‌های خود شرکت دارند.
- $_{20}X$ یک فلز از گروه ۲ و $_{30}Z$، آخرین عنصر واسطه دوره چهارم است.
- همه لایه‌ها و زیرلایه‌های اشغال شده در یون پایدار آن‌ها، از الکترون پر شده است.

۱)۲ ۲)۳ ۳)۴ ۴)۵

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب هم دوره خود نیاز به ۲ الکترون دارد، در حالی که اتم کلسیم برای رسیدن به گاز نجیب قبل از خود باید ۲ الکترون از دست بدهد. در نتیجه در ترکیب حاصل از این دو اتم دو الکترون بین آنها جابجا شده و یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تولید می‌شود. میان این یون‌های با بار ناهمنام جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود که **پیوند یونی** نام دارد.

در ترکیب بین این دو یون، تعداد آنها باید به صورتی باشد که ترکیب در مجموع خنثی باشد. ساده‌ترین نسبت بین آنها ۱ به ۱ است. در نتیجه ترکیب آنها $Ca^{2+},\ O^{2-} \rightarrow CaO_{(s)}$ می‌شود.

اما ترکیب یونی بین دو عنصر منیزیم و فلوئور به این صورت است:

$$\begin{cases} Mg \rightarrow Mg^{2+} \\ F \rightarrow F^{-} \end{cases} \Rightarrow MgF_2 \quad (1*(+2)+2*(-1)=0)$$

نکته: یون تک اتمی کاتیون یا آنیونی است که تنها از **یک اتم** تشکیل شده است.مانند K^+, S^{2-}, N^{3-}

نکته: ترکیبات یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب **یونی دوتایی** نامیده می‌شود. مانند .... ,$CaCl_2, Na_3N$

نکته مهم: ترکیبات یونی مولکول ندارند. در این ترکیبات، میلیاردها میلیارد یون ناهمنام در کنار یکدیگر در یک شبکه منظم به صورتی چیده شده‌اند که جاذبه حداکثر و دافعه حداقل شود. در واقع وقتی ترکیب MgF_2 را بررسی می‌کنیم اینگونه نیست که فقط دوتا یون F^- و یک یون Mg^{2+} کنار هم قرار گرفته باشند. بلکه بینهایت یون مثبت و منفی به صورتی که کنار هم قرار گرفته‌اند که نسبت آنیون به کاتیون در آنها ۲ به ۱ است.

در ادامه شیوه فرمول نویسی و نام‌گذاری کلی ترکیبات یونی را آورده‌ایم.

فرمول نویسی و نامگذاری

نوشتن فرمول ترکیب یونی دوتایی

1- نشانه‌ی فلز را در سمت چپ و نشانه‌ی نافلز را در سمت راست می‌نویسیم، به عبارتی کاتیون‌ها در سمت چپ نوشته و آنیون در سمت راست نوشته می‌شود.

$$NH_4^+NO_3^-, \qquad Na^+Cl^-$$

2- ظرفیت یک عنصر یا یون را ضریب عنصر یا یون دیگر و برعکس می‌نویسیم.

3- چنانچه ضرایب قابل ساده کردن باشد آن ها را ساده می‌کنیم، از نوشتن و خواندن ضریب 1 صرف نظر می‌کنیم.

مثال :

(Mg^{2+}, Cl^-):	(Al^{3+}, N^{3-})
(Sc^{3+}, F^-):	(Na^+, O^{2-})
(K^+, NO_3^-):	(Mg^{2+}, O^{2-})
(Fe^{2+}, PO_4^{3-}):	(Al^{3+}, SO_4^{2-})

نام گذاری ترکیبات دوتایی

الف)ترکیبات دوتایی فلز با نافلز: همانطور که در یک فرمول از چپ می‌نویسیم از چپ نیز می‌خوانیم، ابتدا نام فلز سپس نام نافلز و یا ریشه‌ی آن همراه پسوند (ید) می‌نویسیم.

نام نافلزها و ظرفیت آنها با پسوند «ید»

N^{3-}:	P^{3-}:	O^{2-}:	S^{2-}:
F^-:	Cl^-:	Br^-:	I^-:

(K, Cl): KCl پتاسیم کلرید (Ca, S): CaS کلسیم سولفید (Sc, F): ScF_3 اسکاندیم فلوئورید

(Mg, Cl): (Al, F): (Na, S):

نکته: اغلب فلزات واسطه ظرفیت متغیر دارند و در هنگام نامگذاری این ترکیبات، ظرفیت فلز در ترکیب با نماد یونانی در کنار آن نوشته می‌شود.

اعداد یونانی به صورت زیر هستند:

I: مونو II: دی III: تری IV: تترا V: پنتا VI: هگزا VII: هپتا $VIII$: اوکتا IX: نونا X: دکا

نکته: عناصر مهم که دارای ظرفیت متغیر هستند عبارت اند از:

$$V, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Pb, Sn, Hg$$

همچنین عناصر گروه ۱، ۲، Sc و Al دارای ظرفیت ثابت ۱، ۲، ۳، ۳ بوده و همچنین عناصر روی(Zn) و کادمیم(Cd) دارای ظرفیت ثابت ۲ و نقره(Ag) دارای ظرفیت ۱ می‌باشند.

مثال: نام ترکیبات زیر را بنویسید.

Cu^{2+}, F^-: Fe^{2+}, S^{2-}:

Cu^{+}, F^-: Zn^{2+}, Br^-:

Fe^{3+}, Cl^-: Pb^{2+}, O^{2-}:

Fe^{2+}, Cl^-: Pb^{4+}, O^{2-}:

Mn^{4+}, O^{2-}: Mn^{2+}, O^{2-}:

تست: آرایش الکترونی کاتیون در $CoCl_3$، کدام است؟(کبالت در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد.)

۱) $[_{18}Ar]3d^7$ ۲) $[_{18}Ar]3d^6$

۳) $[_{18}Ar]4s^24p^4$ ۴) $[_{18}Ar]4s^24p^5$

تست: عنصر X با ید $(_{53}I)$ هم دوره و با کربن $(_{6}C)$ در جدول تناوبی هم‌گروه است. کدام گزینه درباره‌ی آنها نادرست است؟

۱) عدد اتمی آن برابر ۵۰ است.

۲) اکسیدهایی با فرمول عمومی XO و XO_2 تشکیل می‌دهد.

۳) در ساختار الکترون نقطه‌ای آن ۴ الکترون تکی وجود دارد.

۴) عنصری از گروه ۱۴ است و یون پایدار X^{4+} با آرایش الکترونی مشابه گاز نجیب $_{36}Kr$ تشکیل می‌دهد.

تست: عنصر A با عدد اتمی ۳۸ به احتمال زیاد با عنصر X با عدد اتمی ..... واکنش داده و ترکیب ..... با فرمول ..... تشکیل می‌دهد.

۱)۳۵- کووالانسی- A_2X ۲)۳۵- یونی- AX_2 ۳)۱۶- کووالانسی- AX_2 ۴)۱۶- یونی- A_2X

تست‌های کنکور ۱۴۰۰

۳ دربارهٔ اتم $_{27}^{60}M$، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ خارج از کشور

آ) یکی از ایزوتوپ‌های آن، اتم $_{28}^{60}A$ است.

ب) تفاوت شمار پروتون‌ها نوترون‌های آن، برابر ۶ است.

پ) مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $l=1$ در آن، برابر ۲۰ است.

ت) تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایهٔ d آن با شمار الکترون‌های زیرلایهٔ d اتم $_{24}X$، برابر ۳ است.

(۱) آ، ب (۲) ب، پ (۳) ب، پ، ت (۴) آ، پ، ت

۴ چند مورد از مطالب زیر درست است؟ سراسری

- **هر زیرلایه با اعداد کوانتومی n و l، مشخص می‌شود.**
- **ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است.**
- **از رابطهٔ $a=4l+2$، گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها (a) را می‌توان معیّن کرد.**
- **در اتم $_{29}Cu$، نسبت شمار الکترون‌های دارای $l=0$ به $l=2$، برابر ۰٫۷ است.**

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶ با توجه به جایگاه عنصرهای $A_{۸}$، $M_{۱۵}$، $E_{۲۱}$ و $X_{۳۵}$ در جدول تناوبی و آرایش الکترونی اتم آن‌ها، در کدام گزینه تشکیل هر دو ترکیب، **ناممکن** است؟ سراسری

۱) $MX_{۵}, E_{۲}A_{۳}$
۲) $EA, MX_{۲}$
۳) $EX_{۳}, M_{۲}A_{۵}$
۴) $X_{۲}A_{۳}, EM$

۷ آرایش الکترونی اتم عنصر A به $۳p^{۴}$ و یون $X^{۲+}$ به $۳d^{۱۰}$ ختم می‌شود. کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ آن‌ها درست است؟ خارج از کشور

آ) X^{-}، فلزی از گروه ۲ و دورهٔ ۴ جدول تناوبی است.

ب) تفاوت شمار الکترون‌های اتم A و اتم X^{-}، برابر ۱۳ است.

پ) ترکیب این دو عنصر با یکدیگر، می‌تواند به‌صورت XA وجود داشته باشد.

ت) A، نافلزی هم‌گروه با عنصر $D_{۳۴}$ و هم دوره با عنصر $E_{۱۳}$ در جدول تناوبی است.

۱) آ، ب
۲) آ، ت
۳) ب، پ
۴) پ، ت

۸ دربارهٔ عنصر $X_{۳۴}$ در جدول تناوبی، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ خارج از کشور

- خواص شیمیایی آن، مشابه خواص شیمیایی شانزدهمین عنصر جدول تناوبی است.
- شمار الکترون‌های دارای $l = ۱$ اتم آن، ۲ برابر شمار الکترون‌های دارای $l = ۰$ است.
- شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم آن، با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $Cr_{۲۴}$ برابر است.
- با یکی از عنصرهای گازی جدول، هم‌گروه و با یکی از عنصرهای مایع جدول، هم‌دوره است.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

به نام او

فصل اول

کیهان زادگاه الفبای هستی

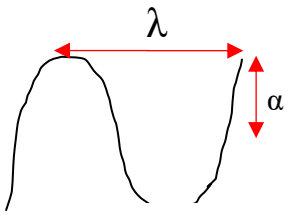
نور کلید شناخت جهان

به دلیل دوری خورشید و دیگر ستارگان از ما امکان اندازه‌گیری ویژگی‌های آنها به صورت مستقیم وجود ندارد. همچنین اندازه‌گیری دمای اجسام بسیار داغ با دماسنج عملی نیست. نور امکان یافتن پاسخ این پرسش‌ها را فراهم می‌آورد. نوری که از ستاره‌ها یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است.

نور خورشید اگرچه سفید به نظر می‌رسد، اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می‌شود و گستره‌ای پیوسته از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گستره‌ی رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.

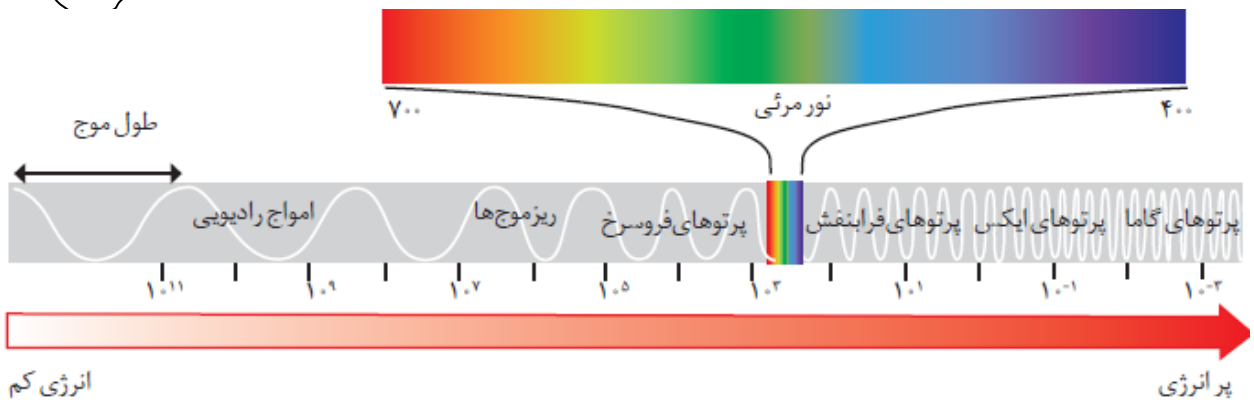
اگر یک موج الکترومغناطیس(ترکیب یک موج الکتریکی و یک موج مغناطیسی) را در نظر بگیریم برای معرفی آن از پارامترهای زیر استفاده می‌کنیم.

طول موج (λ) : فاصله دو قله متوالی



فرکانس (f) : تعداد دفعاتی که یک موج از نقطه‌ای در یک ثانیه مشخص عبور می کند.

فرکانس و طول موج رابطه عکس دارند : $f = \frac{C}{\lambda}$



انرژی یک موج الکترومغناطیس با فرکانس آن رابطه مستقیم دارد. هرچه فرکانس بیشتر باشد، انرژی نیز بیشتر می‌شود.

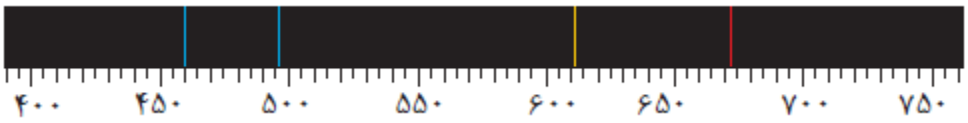
پرتوهای مختلف طول موج‌های متفاوتی دارند. هرچه دما بیشتر باشد، طول موج کمتر (انرژی بیشتر) دارد.

نشر نور و طیف نشری

کشف طیف نشری خطی به آتش بازی چینی ها باز می‌گردد. آن‌ها از باروت سیاه استفاده می‌کردند. اگر براده بعضی از فلزات را به آن‌ها اضافه کنیم، نور ایجاد شده رنگی می‌شود. براده‌های **سدیم به رنگ زرد، مس به رنگ سبز و لیتیم سرخ** تولید می‌کنند. این موضوع پایه‌ای برای کشف طیف نشری خطی شد. (همچنین استفاده از ترکیب های دارای این فلزات نیز همین رنگ‌ها را به شعله می‌دهد.)

نکته: نور زرد لامپ‌های آزادراه‌ها به دلیل وجود بخار سدیم در آنهاست. همچنین از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود.

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی از خود، پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر بدست می‌آید که به آن طیف نشری خطی(زیرا فقط شامل چهار خط در ناحیه مرئی بوده و پیوسته نیست) لیتیم می‌گویند.



نکته: کاربرد طیف نشری خطی شبیه به بارکد روی جعبه یا بسته مواد غذایی و کالاهاست. با استفاده از بارکد می‌توان اطلاعات کامل کالا را بدست آورد. در مورد فلزات نیز به همین صورت است و با استفاده از آن می‌توان وجود یک فلز در یک ترکیب را مشخص کرد.

کشف ساختار اتم

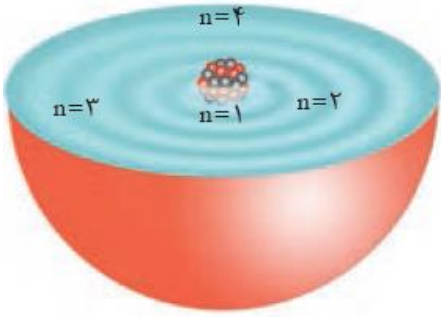
مدل اتمی بور

بعد از مشاهده طیف نشری خطی اتم هیدروژن و با توجه به اینکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی نوری با طول موج معین و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور مدلی برای ساختار الکترونی این اتم ارائه کرد. از آنجا که هر نوار رنگی در این طیف نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن بدست آورد. مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

مدل کوانتومی

دانشمندان برای توجیه ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، **ساختاری لایه‌ای** برای اتم ارائه کردند. در این مدل اتم کره‌ای در نظر گرفته می‌شود که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند.

عدد کوانتومی اصلی



در مدل کوانتومی لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شماره هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n، عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود که برای لایه‌ی اول n=1 ، برای لایه دوم n=2، ..... و برای لایه هفتم n=7 است.

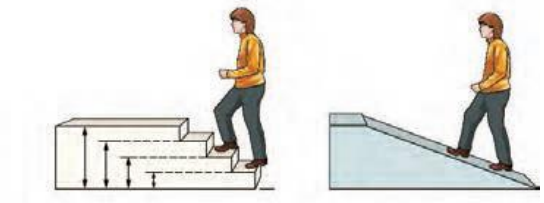
$$n = 1, 2, 3, \ldots, 7$$

در ساختار لایه‌ای اتم، مطابق شکل روبرو، هر بخش پررنگ، مهمترین بخش از یک لایه‌ی الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند، به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدوده یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

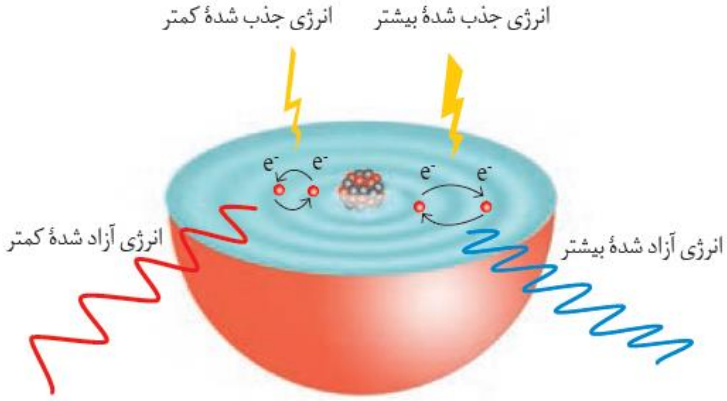
به این نکته توجه شود که داد و ستد انرژی هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر، به صورت کوانتومی است. در واقع این انتقال الکترون به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌شود.

در واقع تعداد این لایه‌ها در اتم محدود است و هر الکترون برای بالا رفتن در لایه‌ها (یا پایین آمدن) باید مقدار خاص و معینی از انرژی را دریافت (نشر) کند. از سوی دیگر هرچه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

با این توصیف انرژی دادو ستد شده هنگام انتقال الکترون‌ها در اتم، کوانتومی است که انرژی در پیمانه‌های معینی، جذب یا نشر می‌شود، به همین دلیل چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتومی اتم** نامیده‌اند. براساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد.

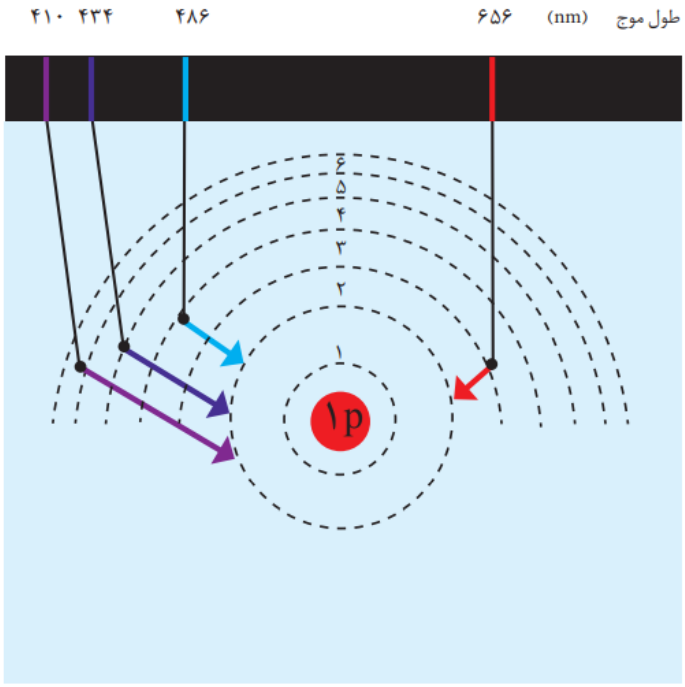


حالت برانگیخته



در این ساختار انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته افزایش می‌یابد. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آنها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابد. به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های برانگیخته می‌گویند.

اتم‌های برانگیخته پرانرژی‌تر، و ناپایدارند، از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجا که برای الکترون، نشر نور، مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.



در شکل روبرو انتقال‌های الکترونی در اتم هیدروژن که منجر به نشر نور در ناحیه مرئی می‌شود را مشاهده می‌کنید. این انتقال‌ها از لایه‌های ۶، ۵، ۴، ۳ به ۲ است. که به ترتیب رنگ‌های بنفش، نیلی، آبی و قرمز دارند.

عدد کوانتومی فرعی

هر لایه الکترونی از چند زیرلایه تشکیل شده است. زیرلایه‌ها را با نماد l نشان می‌دهند و به آن **عدد کوانتومی فرعی** می‌گویند. مقادیر مجاز آن به صورت زیر است:

$$l = 0, 1, \ldots, n-1$$

در واقع عدد کوانتومی اصلی تعداد زیر لایه‌ها را نیز نشان می دهد. لایه اول $(n = 1)$ یک زیرلایه، لایه دوم $(n = 2)$ دو زیرلایه و .....

به جای شماره برای زیرلایه‌ها می‌توان از نماد برای آنها استفاده کرد.

$$l = 0\,, s \qquad l = 1, p \qquad l = 2, d \qquad l = 3, f$$

حداکثر گنجایش زیرلایه‌ها از رابطه $4l + 2$ بدست می‌آید.

در نتیجه برای زیرلایه‌ها داریم:

$$l = 0, s \rightarrow 2e^{-}, \qquad l = 1, p \rightarrow 6e^{-}, \qquad l = 2, d \rightarrow 10e^{-}, \qquad l = 3, f \rightarrow 14e^{-}$$

به طور کلی برای نمایش یک زیرلایه از دو عدد کوانتومی n و l استفاده می‌شود. به عنوان مثال برای نمایش زیرلایه سوم $(l = 2)$ از لایه سوم $(n = 3)$ از نماد $3d$ استفاده می‌شود.

تست: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) طول موج نور بنفش از طول موج نور سبز، کوتاه‌تر است.

ب) انرژی هر رنگ نور مریی، با طول موج آن نسبت مستقیم دارد.

پ) نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایه n= ۲ است.

ت) هرچه فاصله میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته هیدروژن بیشتر باشد، طول موج نور، بلندتر است.

۱) ب، پ، ت ۲)ب، ت ۳)آ، ب، پ ۴)آ، پ

تست: طیف نشری خطی کدام اتم در ناحیه مریی، از خطوط بیشتری تشکیل شده است؟

۱)هلیم ۲)لیتیم ۳) سدیم ۴)هیدروژن

تست: کدام مطلب درست است؟

۱) با دور شدن الکترون از هسته انرژی آن کاهش می‌یابد.

۲) در همه اتم‌ها، تراز انرژی $n = 1$، حالت پایه به شمار می‌آید.

۳) در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، کمترین مقدار انرژی به نوار زرد رنگ مربوط است.

۴) الکترون در حالت برانگیخته، ناپایدار است و با از دست دادن انرژی، همواره به حالت پایه باز نمی‌گردد.

تست: کدام مطلب، درباره اتم درست است؟(ریاضی ۹۹ خارج)

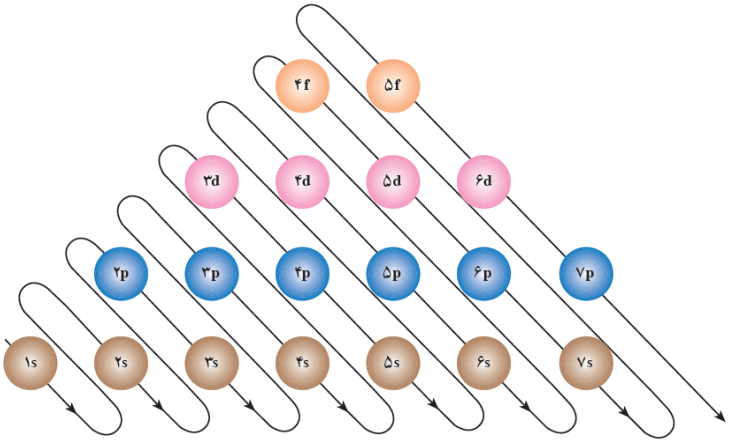
۱) انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها با دور شدن از هسته اتم بیشتر می‌شود.

۲) اتم برانگیخته وضعیت ناپایداری دارد و با از دست دادن انرژی، همواره به حالت پایه برمی‌گردد.

۳)هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه خود را دارد که با تفسیر آن می‌توان به انرژی لایه‌های الکترونی اتم آن پی برد.

۴) اگر طول موج بازگشت الکترون از لایه چهارم به لایه سوم برابر ۴۸۶nm باشد، طول موج بازگشت الکترون از لایه سوم به لایه دوم می‌تواند حدود ۴۳۲nm باشد.

آرایش الکترونی اتم



نحوه پر شدن زیرلایه‌ها فقط به عدد کوانتومی اصلی وابسته نبوده و از یک قاعده کلی به نام قاعده آفبا پیروی می‌کند. مطابق این قاعده هنگام پر شدن زیرلایه‌ها، ابتدا آنها که به هسته نزدیک‌تر هستند الکترون گرفته و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهند شد. در واقع هر زیرلایه‌ای که به هسته نزدیک‌تر باشد، انرژی کمتری داشته و زودتر الکترون می‌گیرد.

برای تعیین انرژی زیرلایه‌ها به مجموع $n+l$ توجه می‌کنیم. هر زیرلایه‌ای که مجموع کمتری داشته باشد زودتر پر می‌شود. اگر دو زیرلایه دارای $n+l$ برابر بودند، آن زیرلایه که n کوچکتر دارد، اول پر می‌شود.

فرم آفبا

$$/ns\ \ (n-2)f\ \ (n-1)d\ \ np/$$

$$n\geq 6 \quad n\geq 4 \quad n\geq 2$$

$$1s/2s,2p/3s,3p/4s,3d,4p/5s,4d,5p/6s,4f,5d,6p/7s,5f,6d,7p$$

نکته: زیرلایه s ($l=0$) در تمام لایه ها وجود دارد. کوچکترین ضریب آن 1 می باشد. زیر لایه p به جز لایه اول در تمامی لایه‌ها وجود دارد و کوچکترین ضریب آن 2 است.

نکته: برای رسم آرایش الکترونی باید هر زیرلایه به ترتیب حداکثر تعداد الکترون ممکن را گرفته و بعد به سراغ زیرلایه بعدی برویم.

نکته: بعد از پرکردن زیرلایه‌ها با توجه به فرم آفبا، باید زیرلایه‌ها به ترتیب عدد کوانتومی اصلی (n) نوشته شود.

آرایش الکترونی هر یک از گونه‌های زیر را با استفاده از اصل آفبا رسم کنید.

$_{17}Cl$:

$_{31}Ga$:

$_{26}Fe$:

$_{33}As$:

$_{20}Ca$:

$_{83}Bi$:

رسم آرایش الکترونی با استفاده از گازهای نجیب

رسم آرایش الکترونی برای اتم‌هایی با عدد اتمی بزرگ کاری دشوار است. برای راحتی، سرعت عمل و دقت بالا می‌توانیم از گاز نجیب استفاده نماییم. در این روش نزدیکترین گاز نجیب قبل از اتم مورد نظر را نوشته و با توجه به شماره‌ی دوره گاز نجیب در فرم کلی آفبا عددی مناسب برای n قرار داده و زیرلایه‌های مورد نظر را می نویسیم، سپس باقی مانده الکترون‌ها را در این زیرلایه‌ها وارد می کنیم و در نهایت لایه‌ها را به صورت مکانی مرتب می‌کنیم.

$_{48}Cd$:

$_{50}Sn$:

$_{72}Hf$:

$_{82}Pb$:

قاعده آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

برای مثال اتم‌های **کروم** $(_{24}Cr)$ و **مس** $(_{29}Cu)$ دارای آرایش الکترونی متفاوتی هستند.

$_{24}Cr$:

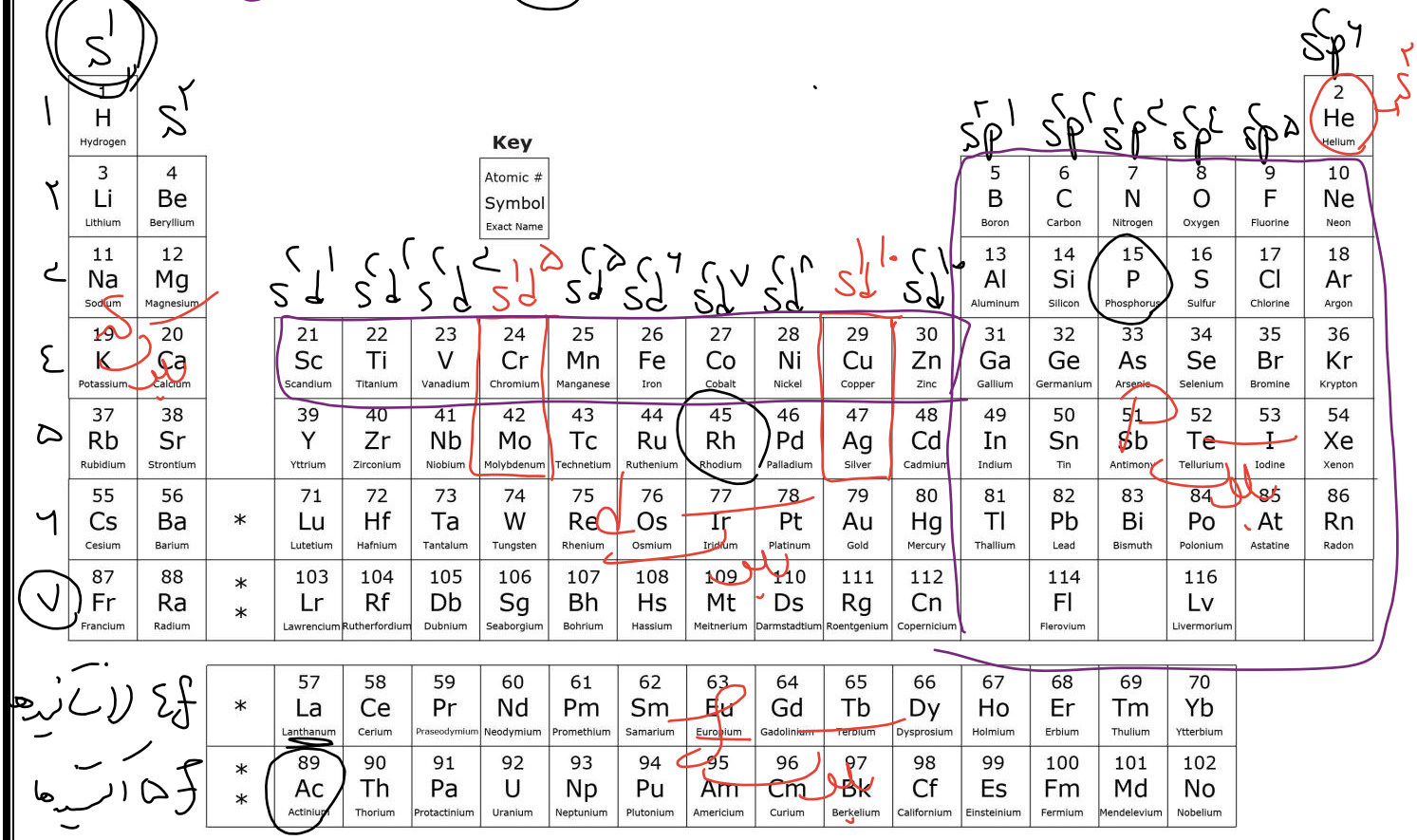
$_{29}Cu$:

$_{42}Mo$:

$_{47}Ag$:

تعیین دوره و گروه عناصر

جدول تناوبی



عناصر اصلی: اگر آخرین الکترون در یکی از زیر لایه های s یا p وارد شود ، عنصر گروه اصلی می باشد . برای تعیین دوره آخرین ضریب زیرلایه s استفاده می شود و برای تعیین گروه از مجموع تعداد الکترون های زیرلایه های s و p استفاده می کنیم.

آرایش الکترونی لایه آخر	s^1	s^2	s^2p^1	s^2p^2	s^2p^3	s^2p^4	s^2p^5	s^2p^6
مجموع تعداد الکترون s و p	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شماره گروه	1	2	13	14	15	16	17	18

نکته: در اتم‌های اصلی الکترون‌های موجود زیرلایه‌های s و p لایه آخر به عنوان الکترون‌های لایه ظرفیت شناخته می‌شوند.

نکته: تنها استثنایی که این رابطه وجود دارد He است که آرایش $1s^2$ دارد ولی در گروه ۱۸ است .

عناصر واسطه: اگر آخرین الکترون در زیرلایه d یا f وارد شود، واسطه یا فرعی است. اگر آخرین الکترون در d وارد شود واسطه خارجی و اگر در f وارد شود ، واسطه داخلی است. برای تعیین دوره به آخرین ضریب زیرلایه s توجه می کنیم و برای تعیین گروه در عناصر واسطه خارجی به مجموع s و d توجه می کنیم.

آرایش الکترونی لایه آخر	s^2d^1	s^2d^2	s^2d^3	s^1d^5	s^2d^5	s^2d^6	s^2d^7	s^2d^8	s^1d^{10}	s^2d^{10}
مجموع تعداد الکترون s و d	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
شماره گروه	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

نکته: در اتم‌های واسطه الکترون‌های موجود زیرلایه‌های s و d لایه آخر به عنوان الکترون‌های ظرفیت شناخته می‌شوند.

نکته مهم: اگر در یک اتم صحبت از آخرین زیرلایه (دورترین زیرلایه) شد، منظور زیرلایه با بزرگترین عددکوانتومی اصلی است. در واقع این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که بدانیم مثلا در عناصر واسطه آخرین زیرلایه، s است و نه d. زیرا زیرلایه s بعد از گرفتن الکترون از نظر سطح انرژی بالاتر از زیرلایه d قرار خواهد گرفت. به عنوان مثال در آرایش الکترونی اتم $_{25}Mn$ درست‌تر است که آرایش الکترونی به صورت $[_{18}Ar]3d^54s^2$ نوشته شود.

نکته مهم: در مورد آرایش الکترونی عناصر ۲۱ تا ۳۰ جدول تناوبی (تناوب چهارم، ردیف اول واسطه) می‌توان به سادگی و سریع با توجه به عدد اتمی آنها آرایش الکترونی آنها را رسم کرد. در این عناصر رقم یکان عدد اتمی تعداد الکترون‌های زیرلایه d و رقم دهگان هم که ۲ می‌باشد، تعداد الکترون s را نشان می‌دهد. البته در این مورد باید به دو عنصر استثنا $_{29}Cu$ و $_{24}Cr$ حتما توجه شود.

نکته بسیار مهم: برای رسم آرایش الکترونی عناصر بلوک p (عناصر گروه‌های ۱۳ تا ۱۸) می‌توان به جای استفاده از گاز نجیب قبلی از گاز نجیب بعدی استفاده کرد. این کار باعث می‌شود که بتوان برای بدست آوردن آرایش لایه ظرفیت عناصر بلوک p زمانی کمتر از ۵ ثانیه! نیاز باشد.

باید توجه داشت که آرایش الکترونی تمام گازهای نجیب (به جز هلیم) به ns^2sp^6 ختم می‌شود. در نتیجه با توجه به اینکه عدد اتمی اتم مورد نظر چندتا با گاز نجیب هم دوره خود فاصله دارد، به همان تعداد از تعداد الکترون‌های زیرلایه p آن کم می‌کنیم. همچنین برای تعیین n در این آرایش الکترونی از شماره تناوب همان گاز نجیب استفاده می‌شود.

تست: در چند اتم عنصرهای واسطه تناوب چهارم، زیرلایه $3d$ به ترتیب پر و نیم پر شده است؟

۱) ۲-۲ ۲) ۲-۳ ۳) ۲-۳ ۴) ۱-۱

تست: اگر تفاوت عدد اتمی و شمار نوترون‌های اتم عنصر ^{80}A برابر با ۱۰ باشد، کدام بیان درباره این عنصر درست است؟

۱)عنصری گازی از گروه ۱۷ است. ۲)عنصری اصلی از گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

۳)آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^4$ است. ۴)با فلزهای قلیایی (M) ترکیب یونی با فرمول عمومی MA می‌دهد.

تست: با توجه به ارتباط عدد اتمی عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، کدام عنصر، یک عنصر اصلی است؟

۱) $_{28}X$ ۲) $_{29}A$ ۳) $_{31}D$ ۴) $_{39}M$

تست: اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G که عدد اتمی آن برابر ۳۴ است، هم دوره باشد، عدد اتمی عنصر E کدام است و در بیرونی‌ترین زیر لایه الکترونی آن، چند الکترون وجود دارد؟

۱) ۳۳- ۳ ۲) ۳۵- ۳ ۳) ۳۳- ۵ ۴) ۳۵- ۵

تست: با توجه به ارتباط آرایش الکترونی اتم عنصرها با موقعیت آنها در جدول تناوبی، آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصری که هم‌گروه $_{51}Sb$ است و در دوره چهارم جای دارد، کدام است؟

۱) $4s^2 4p^5$ ۲) $4s^2 4p^3$ ۳) $5s^2 5p^3$ ۴) $5s^2 5p^5$

تست: کدام بیان درباره عنصر $_{34}M$ نادرست است؟

۱) عنصری اصلی است و در گروه ۱۶ جای دارد.

۲) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن $4s^2 4p^2$ است.

۳)با عنصر $_{19}X$ در یک دوره از جدول تناوبی جای دارد.

۴)اتم آن ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی $l = 2$ دارد.

تست: آرایش الکترونی کدام اتم نادرست است اما شماره دوره و گروه آن در جدول تناوبی درست بیان شده است؟

۱) $_{24}Cr: [_{18}Ar]3d^5\ 4s^1$ - چهارم- ۶
۲) $_{47}Ag: [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^1$ - پنجم – ۱۱
۳) $_{53}I: [_{36}Kr]4d^{10}\ 5s^2\ 5p^3$ - پنجم- ۱۷
۴) $_{32}Ge: [_{18}Ar]3d^{10}4s^24p^4$ - چهارم - ۱۶

تست: اگر اتم عنصری دارای ۱۷ الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ باشد، آخرین زیرلایه اشغال شده‌ی اتم آن دارای ..... الکترون است و این عنصر در دوره‌ی ..... و گروه ..... جدول تناوبی جای دارد.

۱) ۵- چهارم- ۱۷
۲) ۵- پنجم- ۱۴
۳) ۷- پنجم- ۱۴
۴) ۷ – چهارم- ۱۷

تست- اگر شمار الکترون‌های زیرلایه 4s اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون‌های این زیر لایه در اتم عنصر B و شمار الکترون‌های زیرلایه 3d اتم آن نصف شمار الکترون‌های این زیرلایه در اتم B باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر در دوره چهارم جدول تناوبی‌اند؟

۱) $_{29}Cu, _{24}Cr$
۲) $_{29}Cu, _{25}Mn$
۳) $_{30}Zn, _{24}Cr$
۴) $_{30}Zn, _{25}Mn$

تست: عنصری که در دوره‌ی چهارم و گروه ۱۷ جدول تناوبی جای دارد، به ترتیب از راست به چپ، چند الکترون با عدد کوانتومی $l = 1$ دارد و چند الکترون در آخرین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی آن جای دارد؟

۱) ۱۵- ۳
۲) ۱۵- ۵
۳) ۱۷- ۳
۴) ۱۷- ۵

تست: عنصر $_{52}A$ با عنصر ..... در جدول تناوبی هم گروه است و آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن، ..... است و یک ..... به حساب می‌آید

۱) $_{34}X: 4p^4$، شبه فلز
۲) $_{32}Y: 4p^2$، نافلز
۳) $_{34}X: 5p^4$، شبه فلز
۴) $_{32}Y: 5p^2$، نافلز

تست: کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل $(_{28}Ni)$ هم گروه است؟

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

تست: 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 از جدول تناوبی جای دارند؟

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

تست: عنصر واسطه‌ای که شمار الکترون‌های زیر لایه 3d با 4s در اتم آن برابر است، در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

۱) 2 ۲) 3 ۳) 4 ۴) 6

تست: اتمی که دارای الکترونی با عددهای کوانتومی $n = 4$ و $l = 3$ است. در کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟

۱) چهارم ۲) پنجم ۳) ششم ۴) هفتم

تست: اگر عنصر $_{32}A$ با عنصر X از گروه ۱۵ جدول تناوبی هم دوره باشد، عنصر A در کدام گروه جدول تناوبی جای دارد و عدد اتمی عنصر X کدام است؟

۱) سیزدهم، ۳۱ ۲) سیزدهم، ۳۳ ۳) چهاردهم، ۳۱ ۴) چهاردهم، ۳۳

تست: در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ) شمار الکترون‌های زیر لایه‌های 3d و 3p برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های زیر لایه 3d با شمار الکترون‌های زیر لایه 4s برابر است؟

۱) $_{26}Fe$، $_{22}Ti$ ۳) $_{26}Fe$، $_{24}Cr$

۳) $_{24}Cr$، $_{25}Mn$ ۴) $_{24}Cr$، $_{22}Ti$

تست: عنصری که آخرین لایه الکترونی اشغال شده اتم آن $4s^2\ 4p^3$ است، در کدام گروه و کدام دوره جدول تناوبی جای دارد؟

۱) ۱۳- چهارم ۲) ۱۳- پنجم ۳) ۱۵- چهارم ۴) ۱۵- سوم

تست: کدام مطلب درباره جدول تناوبی عنصرها درست است؟

۱)آخرین عنصر واسطه هر دوره در گروه ۱۰ جای دارد.

۲) نخستین عنصر گروه‌های ۱۴ تا ۱۸ در شرایط معمولی گازند.

۳) آخرین زیرلایه اشغال شده اتم عنصرهای واسطه دارای ۲ الکترون است.

۴) در عنصرهای گروه ۱۷، با افزایش عدد اتمی، تمایل به گرفتن الکترون و واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد.

تست: انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از اتم هلیم برابر $kJ.mol^{-1}$ ۲۳۵۰ است. انرژی این فرایند وقتی الکترون‌ها قبلا به لایه سوم آن برانگیخته شده باشند، حدود $kJ.mol^{-1}$ ۱۳۵۰ و هنگامی که الکترون‌ها قبلا به لایه دوم برانگیخته شده باشند، برابر $kJ.mol^{-1}$ ۱۵۵۰ است. تفاوت انرژی لایه‌های اول و سوم این عنصر، چند برابر تفاوت انرژی لایه‌های اول و دوم است؟

۱) ۰.۲۵ ۲) ۱.۲۵ ۳) ۱.۵۱ ۴) ۱.۷۴

تست: جدول تناوبی عنصرها(به ترتیب از راست به چپ) دارای چند دوره و چند گروه است؟

۱) ۷- ۱۶ ۲) ۷- ۱۸ ۳) ۸- ۱۶ ۴) ۸- ۱۸

تست: فلزهای واسطه در هر دوره از جدول تناوبی، در کدام گروه‌ها جای دارند و کوچکترین عدد اتمی ممکن برای این فلزات، کدام است؟

۱) ۳ تا ۱۲- ۲۱ ۲) ۲ تا ۱۲- ۲۱ ۳) ۳ تا ۱۲- ۲۲ ۴) ۲ تا ۱۲- ۲۲

تست: کدام سه عنصر در زیرلایه p بالاترین لایه اشغال شده اتم خود، الکترون ندارند؟

۱) ${}_{39}G, {}_{30}X, {}_{27}A$ ۲) ${}_{39}G, {}_{31}Z, {}_{27}A$ ۳) ${}_{36}E, {}_{30}X, {}_{21}M$ ۴) ${}_{36}E, {}_{31}Z, {}_{21}M$

تست: در چهارمین لایه الکترونی اتم عنصرها، ..... مقدار برای عدد کوانتومی l و در کل حداکثر ..... الکترون وجود دارد و عنصرهایی که آخرین الکترون آنها در زیرلایه‌های مربوط به این لایه قرار می‌گیرند، در ..... دوره مختلف جدول تناوبی جای دارند.

۱) ۴- ۳۲- دو ۲) ۴- ۳۲- سه ۳) ۳- ۱۸- دو ۴) ۳- ۱۸- سه

تست: آرایش الکترونی لایه آخر اتم کدام عنصر، مشابه با آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم $_{19}K$ است؟

۱) $_{29}A$ ۲) $_{21}D$ ۳) $_{27}X$ ۴) $_{31}Z$

تست: کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) سومین لایه الکترونی اتم، زیرلایه‌های ۳s، ۳p و ۳d را دربردارد.

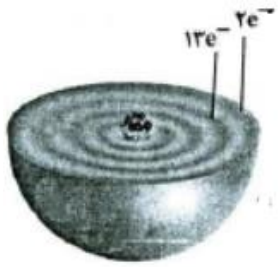
ب) ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته است.

پ) در سومین دوره جدول دوره‌ای (تناوبی)، ۱۸ عنصر جای دارند که از میان آنها دو عنصر گازی‌اند.

ت) در اتم عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای (تناوبی)، زیر لایه‌های ۳s، ۳p از الکترون پر می‌شوند.

۱) آ، ت ۲)ب، پ ۳)آ، پ، ت ۴) آ، ب، ت

تست: اگر دایره‌های تیره رنگ در شکل زیر، نشان دهنده لایه‌های الکترونی اتم عنصر A باشد، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟



- A عنصری اصلی از گروه ۱۵ است.
- برخی از ترکیب‌های آن، رنگی هستند.
- بالاترین عدد اکسایش آن برابر ۷ است.
- سه زیر لایه از لایه سوم آن از الکترون اشغال شده است.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

تست: چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- جرم اتمی $_1^1H$اندکی از ۱amu بیشتر است.
- عنصر $_{35}X$ با عنصر $_{17}Z$ هم گروه و با عنصر $_{21}Y$ هم دوره است.
- در تناوب سوم جدول تناوبی، پنج عنصر جای دارند که نماد شیمیایی آنها، دو حرفی است.
- هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

تست: $n + l$ برای a الکترون ظرفیتی اتم کروم $(_{24}Cr)$ برابر m است و برای b الکترون ظرفیتی دیگر، برابر x است. a، m، b و x، به ترتیب از راست به چپ کدام عددها می‌توانند باشند؟

۱)۱، ۴، ۵، ۵ ۲) ۲، ۴، ۴، ۵ ۳)۲، ۵، ۴، ۵ ۴) ۱، ۵، ۴، ۵

تست: چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- در عنصرهای اصلی، به لایه آخر هر اتم، لایه ظرفیت گفته می‌شود.
- انرژی زیرلایه ۵d از زیرلایه ۶p کم‌تر و از زیرلایه ۴f بیشتر است.
- عنصری که اتم آن در لایه ظرفیت خود الکترون بیشتری دارد، واکنش‌پذیری بیشتری دارد.
- گنجایش الکترونی زیر لایه $l = 4$ یک اتم، با شمار عنصرهای دوره پنجم جدول تناوبی، برابر است.
- دو یا چند عنصر که شمار الکترون‌های ظرفیتی آنها برابر باشد، در یک گروه جدول تناوبی جای دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست: در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های دارای عدد کوانتومی $l = 1$، برابر مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l = 0$ و $l = 2$ است و شمار الکترون‌های ظرفیتی این عنصر، با شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم کدام عنصر، برابر است؟(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) $_{24}M$ ،$_{16}X$ ۲) $_{24}M$ ،$_{14}D$ ۳) $_{28}A$ ،$_{14}D$ ۴) $_{28}A$ ،$_{16}X$

ساختار اتم و رفتار آن

می‌دانیم گازهای نجیب به صورت تک اتمی هستند و واکنش پذیری بسیار کمی دارند.

این موضوع به آرایش الکترونی کاملا پر آن‌ها ارتباط دارد. به طور کلی یک آرایش الکترونی کاملا پر، پایدارتر از آرایش‌های دیگر است. در واقع در تمام گازهای نجیب هشت الکترون وجود دارد. (به جز هلیم که در تنها لایه الکترونی خود فقط ۲ الکترون دارد). پس به طور کلی اگر آرایش الکترونی یک گونه به صورت هشت‌تایی باشد، پایداری بیشتری خواهد داشت.

لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایش الکترون-نقطه‌ای را ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود. برای هر اتم به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت باید الکترون اطراف آن قرار دهیم.

رفتار هر اتم به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن بستگی دارد، به طوریکه می‌توان هشت‌تایی شدن لایه ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری آنها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکترون، گرفتن الکترون و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند و پایدار شوند.

به عنوان مثال در تهیه سدیم کلرید از اتم‌های فلز سدیم و گاز کلر، اتم سدیم (اتم فلز) یک الکترون از دست داده و به یون سدیم مثبت (Na^+) تبدیل شده و اتم کلر(اتم نافلز) این الکترون را گرفته و به یون کلرید (Cl^-) تبدیل می‌شود.

$$_{11}Na: [_{10}Ne]3s^1, \qquad _{17}Cl: [_{10}Ne]3s^2 3p^5$$

آرایش الکترونی یون ها

۱- آنیون ها: آنیون‌های پایدار تک اتمی آرایش الکترونی‌شان به گاز نجیب هم دوره‌ی خود می‌رسد. فقط کافی است عدد اتمی را با قدر مطلق بار یون جمع کنیم تا عدد اتمی گاز نجیب مربوطه بدست آید.

$_{7}N^{3-}$
$_{16}S^{2-}$
$_{53}I^{-}$

۲- کاتیون ها: برخی از کاتیون‌ها به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسند. آرایش این یون‌ها همان آرایش گاز نجیب مربوطه است. عناصر فلزات قلیایی، فلزات قلیایی خاکی (به جز Be)، Sc، Al یون هایی با آرایش گاز نجیب تشکیل می‌دهند.

$_{19}\mathrm{K}^{+}$
$_{21}\mathrm{Sc}^{3+}$
$_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$

نکته: اغلب کاتیون‌های فلزی به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند، برای رسم آرایش الکترونی این نوع یون‌ها ابتدا آرایش اتم خنثی را رسم کرده و سپس با توجه به بار یون با اولویت مکانی از زیر لایه‌ها الکترون جدا می‌کنیم. زیرلایه‌ای که ضریب بزرگتر داشته باشد و دورتر از هسته باشد زودتر الکترون از دست می دهد.

$_{26}Fe^{2+}$
$_{47}Ag^{+}$
$_{31}Ga^{3+}$

نکته : در آرایش الکترونی یون‌ها و اتم‌ها منظور از آخرین زیرلایه یا آخرین تراز همان زیرلایه با بزرگترین ضریب (n) می‌باشد. به عبارتی آخرین زیرلایه دورترین زیرلایه ار نظر مکانی نسبت به هسته می باشد.

تعیین عدد اتمی با توجه به آرایش الکترونی و بار یون

با داشتن آرایش الکترونی یون تعداد الکترون های موجود در یون را بدست می آوریم. سپس به تعداد بار مثبت یا منفی به الکترون‌های آن اضافه یا کم می کنیم تا عدد اتمی بدست آید.

A^{2+} : $3d^5$
B^{+} : $3d^{10}$
C^{3+} : $3d^{10}$
D^{2+} : $5S^2$

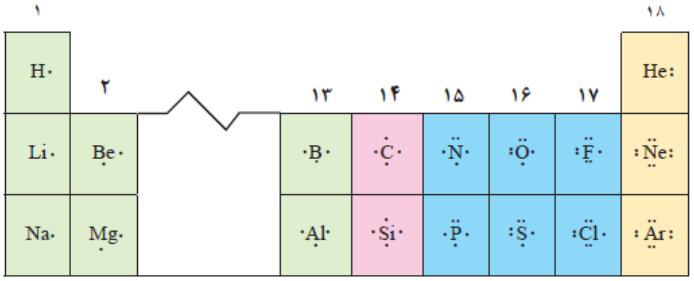
آنیون‌ها و کاتیون‌هایی که به آرایش گاز نجیب می رسند، آخرین ترازشان به np^6 ختم می‌شود. برای تعیین شماره دوره و گروه اتم مورد نظر با استفاده از الگوی ساده زیر استفاده می کنیم:

X^{3-}	X^{2-}	X^{-}	np^6	X^{+}	X^{2+}	X^{3+}
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱	۲	۳ یا ۱۳

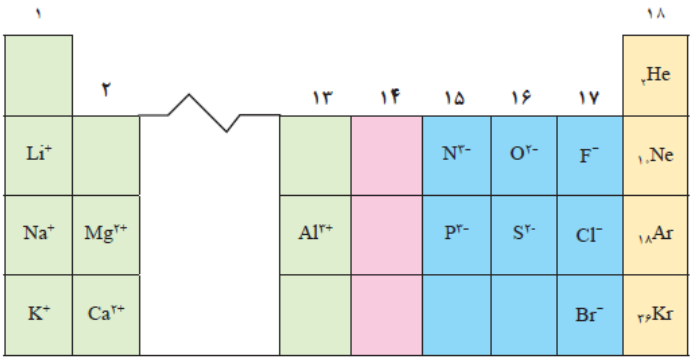
دوره n — دوره $n+1$

نکته: اگر آرایش الکترونی یک ذره به np^6 ختم شود، آن ذره می تواند گاز نجیب، آنیون و یا کاتیون باشد.

آرایش الکترون نقطه‌ای ۱۸ عنصر اول جدول



یون‌های متداول ۳۶ عنصر اصلی جدول



تست: آرایش الکترونی کدام گونه شیمیایی با آرایش الکترونی هر یک از سه گونه دیگر تفاوت دارد؟

۱) $_{28}Ni^{2+}$ ۲) $_{29}Cu^{+}$ ۳) $_{30}Zn^{2+}$ ۴) $_{31}Ga^{3+}$

تست: اگر شمار الکترون‌های یون تک اتمی M^{+} برابر ۳۶ باشد، عنصر M در دوره ..... جدول تناوبی جای داشته، عدد اتمی آن برابر ..... است و با گوگرد ترکیبی با فرمول ..... تشکیل می‌دهد.

۱)چهارم-MS-۳۷ ۲)چهارم- M_2S- ۳۵ ۳)پنجم- MS-۳۵ ۴)پنجم -M_2S-۳۷

تست: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{207}M^{2+}$ برابر ۴۵ باشد، عنصر M در کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟

۱)پنجم- ۱۳ ۲)ششم- ۱۴ ۳) پنجم – ۱۵ ۴)ششم- ۱۶

تست: کدام آرایش الکترونی را می‌توان هم به یک اتم خنثی هم به یک کاتیون و هم به یک آنیون به پایدار نسبت داد؟

۱) $1s^2\ 2s^2 2p^6$ ۲) $1s^2\ 2s^2 2p^3$ ۳) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ۴) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

تست: کدام سه گونه شیمیایی، آرایش الکترونی یکسانی دارند؟

۱) $_{55}Cs^{+}, {}_{54}Xe, {}_{53}I^{-}$ ۲) $_{14}Si^{4-}, {}_{15}\mathrm{P}^{-}, {}_{16}\mathrm{S}^{2-}$

۳) $_{37}Rb^{+}, {}_{19}\mathrm{K}^{+}, {}_{11}\mathrm{Na}^{+}$ ۴) $_{27}Co^{3+}, {}_{28}\mathrm{Ni}^{2+}, {}_{29}\mathrm{Cu}^{+}$

تست: آرایش الکترونی کاتیون $^{65}_{30}Zn^{2+}$ به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟

۱) $^{60}_{27}Co^{2+}$،$_{32}Ge^{2+}$ ۲) $^{64}_{29}Cu^{+}$،$_{32}Ge^{2+}$

۳) $^{60}_{27}Co^{2+}$،$_{31}Ga^{3+}$ ۴) $^{64}_{29}Cu^{+}$،$_{31}Ga^{3+}$

تست: اگر عنصری در گروه ۱۵ با عنصری که بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن $4p^5$ است هم دوره باشد، کدام مطالب زیر، درباره آن درست‌اند؟

آ) عدد اتمی آن ۳۳ است.

ب) بیرونی‌ترین لایه اتم آن ۷ الکترون دارد

پ) ۸ زیرلایه در آن از الکترون پر شده است.

ت) در ساختار الکترون نقطه آن ۳ الکترون تکی وجود دارد.

۱)آ، ب ۲)ب، پ ۳)ب، پ، ت ۴)آ، ت

تست: در کدام گزینه، آرایش الکترونی کاتیون و آنیون در هر دو ترکیب مشابه آرایش الکترونی اتم گاز نجیب دوره‌ی سوم جدول تناوبی است؟(عدد اتمی سدیم، منیزیم، گوگرد، کلر، کلسیم و برم به ترتیب برابر ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۳۵ است.)

۱) $CaBr_2$ ،Na_2S ۲) $CaCl_2$ ،K_2S

۳) $MgCl_2$ ،Na_2S ۴) $MgCl_2$ ،KCl

تست: در بالاترین لایه اشغال شده کدام یون گازی، هشت الکترون وجود دارد؟

۱) $_{33}As^{+}$ ۲) $_{22}Ti^{2+}$ ۳) $_{30}Zn^{2+}$ ۴) $_{34}Se^{2-}$

تست: اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون تک اتمی $^{79}X^{3-}$ برابر ۱۰ باشد، در بیرونی‌ترین زیرلایه اتم آن ..... الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر X، برابر ..... است.

۱)۳- ۳۱ ۲)۳- ۳۳ ۳)۵- ۳۱ ۴)۵- ۳۳

تست: شمار پروتون‌های یون $^{72}M^{2+}$ برابر 0.8 شمار نوترون‌های آن است. عنصر M با کدام عنصر در جدول تناوبی هم‌دوره است و در این یون چند لایه از الکترون پر شده است؟

۱) $_{36}A$، ۳ ۲) $_{36}A$، ۴ ۳) $_{16}D$، ۳ ۴) $_{16}D$، ۴

تست: با توجه به جدول زیر، داده‌های کدام ردیف‌های آن، درست است؟

ردیف	ویژگی‌ها	$^{65}_{29}Z$	$^{48}_{22}X$	$^{52}_{24}D$	$^{70}_{31}A$
۱	شمارهٔ گروه عنصر در جدول تناوبی	۱۱	۴	۸	۱۳
۲	تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها	۷	۴	۴	۸
۳	نسبت شمار الکترون‌های دارای $l=0$ به $l=2$ در اتم	۰/۷	۴	۱/۴	۰/۶
۴	اکسید با بالاترین عدد اکسایش	ZO	XO_2	DO_3	A_2O_3

۱)۲، ۴ ۲)۱، ۲ ۳)۱، ۲ و ۳ ۴) ۲، ۳ و ۴

تست: چند مورد از مطالب زیر، درباره عنصرهای $_{20}X$ و $_{30}Z$ جدول تناوبی درست است؟

- شمار الکترون‌های لایه سوم اتم هر دو عنصر، برابر است.
- یون‌های X^{2+} و Z^{2+}، آرایش الکترونی اتم گازهای نجیب را دارند.
- هر دو عنصر، تنها با ظرفیت ۲+، در ترکیب‌های خود شرکت دارند.
- $_{20}X$ یک فلز از گروه ۲ و $_{30}Z$، آخرین عنصر واسطه دوره چهارم است.
- همه لایه‌ها و زیرلایه‌های اشغال شده در یون پایدار آن‌ها، از الکترون پر شده است.

۱)۲ ۲)۳ ۳)۴ ۴)۵

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب هم دوره خود نیاز به ۲ الکترون دارد، در حالی که اتم کلسیم برای رسیدن به گاز نجیب قبل از خود باید ۲ الکترون از دست بدهد. در نتیجه در ترکیب حاصل از این دو اتم دو الکترون بین آنها جابجا شده و یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تولید می‌شود. میان این یون‌های با بار ناهمنام جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود که **پیوند یونی** نام دارد.

در ترکیب بین این دو یون، تعداد آنها باید به صورتی باشد که ترکیب در مجموع خنثی باشد. ساده‌ترین نسبت بین آنها ۱ به ۱ است. در نتیجه ترکیب آنها $Ca^{2+},\ O^{2-} \rightarrow CaO_{(s)}$ می‌شود.

اما ترکیب یونی بین دو عنصر منیزیم و فلوئور به این صورت است:

$$\begin{cases} Mg \rightarrow Mg^{2+} \\ F \rightarrow F^{-} \end{cases} \Rightarrow MgF_2 \quad (1*(+2)+2*(-1)=0)$$

نکته: یون تک اتمی کاتیون یا آنیونی است که تنها از **یک اتم** تشکیل شده است.مانند K^+, S^{2-}, N^{3-}

نکته: ترکیبات یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب **یونی دوتایی** نامیده می‌شود. مانند .... ,$CaCl_2, Na_3N$

نکته مهم: ترکیبات یونی مولکول ندارند. در این ترکیبات، میلیاردها میلیارد یون ناهمنام در کنار یکدیگر در یک شبکه منظم به صورتی چیده شده‌اند که جاذبه حداکثر و دافعه حداقل شود. در واقع وقتی ترکیب MgF_2 را بررسی می‌کنیم اینگونه نیست که فقط دوتا یون F^- و یک یون Mg^{2+} کنار هم قرار گرفته باشند. بلکه بینهایت یون مثبت و منفی به صورتی که کنار هم قرار گرفته‌اند که نسبت آنیون به کاتیون در آنها ۲ به ۱ است.

در ادامه شیوه فرمول نویسی و نام‌گذاری کلی ترکیبات یونی را آورده‌ایم.

فرمول نویسی و نامگذاری

نوشتن فرمول ترکیب یونی دوتایی

1- نشانه‌ی فلز را در سمت چپ و نشانه‌ی نافلز را در سمت راست می‌نویسیم، به عبارتی کاتیون‌ها در سمت چپ نوشته و آنیون در سمت راست نوشته می‌شود.

$$NH_4^+NO_3^-, \qquad Na^+Cl^-$$

2- ظرفیت یک عنصر یا یون را ضریب عنصر یا یون دیگر و برعکس می‌نویسیم.

3- چنانچه ضرایب قابل ساده کردن باشد آن ها را ساده می‌کنیم، از نوشتن و خواندن ضریب 1 صرف نظر می‌کنیم.

مثال :

(Mg^{2+}, Cl^-):	(Al^{3+}, N^{3-})
(Sc^{3+}, F^-):	(Na^+, O^{2-})
(K^+, NO_3^-):	(Mg^{2+}, O^{2-})
(Fe^{2+}, PO_4^{3-}):	(Al^{3+}, SO_4^{2-})

نام گذاری ترکیبات دوتایی

الف)ترکیبات دوتایی فلز با نافلز: همانطور که در یک فرمول از چپ می‌نویسیم از چپ نیز می‌خوانیم، ابتدا نام فلز سپس نام نافلز و یا ریشه‌ی آن همراه پسوند (ید) می‌نویسیم.

نام نافلزها و ظرفیت آنها با پسوند «ید»

N^{3-}:	P^{3-}:	O^{2-}:	S^{2-}:
F^-:	Cl^-:	Br^-:	I^-:

(K, Cl): KCl پتاسیم کلرید (Ca, S): CaS کلسیم سولفید (Sc, F): ScF_3 اسکاندیم فلوئورید

(Mg, Cl): (Al, F): (Na, S):

نکته: اغلب فلزات واسطه ظرفیت متغیر دارند و در هنگام نامگذاری این ترکیبات، ظرفیت فلز در ترکیب با نماد یونانی در کنار آن نوشته می‌شود.

اعداد یونانی به صورت زیر هستند:

I: مونو II: دی III: تری IV: تترا V: پنتا VI: هگزا VII: هپتا $VIII$: اوکتا IX: نونا X: دکا

نکته: عناصر مهم که دارای ظرفیت متغیر هستند عبارت اند از:

$$V, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Pb, Sn, Hg$$

همچنین عناصر گروه ۱، ۲، Sc و Al دارای ظرفیت ثابت ۱، ۲، ۳، ۳ بوده و همچنین عناصر روی(Zn) و کادمیم(Cd) دارای ظرفیت ثابت ۲ و نقره(Ag) دارای ظرفیت ۱ می‌باشند.

مثال: نام ترکیبات زیر را بنویسید.

Cu^{2+}, F^-: Fe^{2+}, S^{2-}:

Cu^{+}, F^-: Zn^{2+}, Br^-:

Fe^{3+}, Cl^-: Pb^{2+}, O^{2-}:

Fe^{2+}, Cl^-: Pb^{4+}, O^{2-}:

Mn^{4+}, O^{2-}: Mn^{2+}, O^{2-}:

تست: آرایش الکترونی کاتیون در $CoCl_3$، کدام است؟(کبالت در دوره چهارم و گروه ۹ جدول تناوبی جای دارد.)

۱) $[_{18}Ar]3d^7$ ۲) $[_{18}Ar]3d^6$

۳) $[_{18}Ar]4s^24p^4$ ۴) $[_{18}Ar]4s^24p^5$

تست: عنصر X با ید $(_{53}I)$ هم دوره و با کربن $(_{6}C)$ در جدول تناوبی هم‌گروه است. کدام گزینه درباره‌ی آنها نادرست است؟

۱) عدد اتمی آن برابر ۵۰ است.

۲) اکسیدهایی با فرمول عمومی XO و XO_2 تشکیل می‌دهد.

۳) در ساختار الکترون نقطه‌ای آن ۴ الکترون تکی وجود دارد.

۴) عنصری از گروه ۱۴ است و یون پایدار X^{4+} با آرایش الکترونی مشابه گاز نجیب $_{36}Kr$ تشکیل می‌دهد.

تست: عنصر A با عدد اتمی ۳۸ به احتمال زیاد با عنصر X با عدد اتمی ..... واکنش داده و ترکیب ..... با فرمول ..... تشکیل می‌دهد.

۱)۳۵- کووالانسی- A_2X ۲)۳۵- یونی- AX_2 ۳)۱۶- کووالانسی- AX_2 ۴)۱۶- یونی- A_2X

تست‌های کنکور ۱۴۰۰

۳ دربارهٔ اتم $_{27}^{60}M$، کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ خارج از کشور

آ) یکی از ایزوتوپ‌های آن، اتم $_{28}^{60}A$ است.

ب) تفاوت شمار پروتون‌ها نوترون‌های آن، برابر ۶ است.

پ) مجموع شمار الکترون‌های دارای عددهای کوانتومی $l=0$ و $l=1$ در آن، برابر ۲۰ است.

ت) تفاوت شمار الکترون‌های زیرلایهٔ d آن با شمار الکترون‌های زیرلایهٔ d اتم $_{24}X$، برابر ۳ است.

(۱) آ، ب (۲) ب، پ (۳) ب، پ، ت (۴) آ، پ، ت

۴ چند مورد از مطالب زیر درست است؟ سراسری

- **هر زیرلایه با اعداد کوانتومی n و l، مشخص می‌شود.**
- **ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها، تنها به عدد کوانتومی اصلی وابسته است.**
- **از رابطهٔ $a=4l+2$، گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها (a) را می‌توان معیّن کرد.**
- **در اتم $_{29}Cu$، نسبت شمار الکترون‌های دارای $l=0$ به $l=2$، برابر ۰٫۷ است.**

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶ با توجه به جایگاه عنصرهای $A_{۸}$، $M_{۱۵}$، $E_{۲۱}$ و $X_{۳۵}$ در جدول تناوبی و آرایش الکترونی اتم آن‌ها، در کدام گزینه تشکیل هر دو ترکیب، **ناممکن** است؟ سراسری

۱) $MX_{۵}, E_{۲}A_{۳}$
۲) $EA, MX_{۲}$
۳) $EX_{۳}, M_{۲}A_{۵}$
۴) $X_{۲}A_{۳}, EM$

۷ آرایش الکترونی اتم عنصر A به $۳p^{۴}$ و یون $X^{۲+}$ به $۳d^{۱۰}$ ختم می‌شود. کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ آن‌ها درست است؟ خارج از کشور

آ) X^{-}، فلزی از گروه ۲ و دورهٔ ۴ جدول تناوبی است.

ب) تفاوت شمار الکترون‌های اتم A و اتم X^{-}، برابر ۱۳ است.

پ) ترکیب این دو عنصر با یکدیگر، می‌تواند به‌صورت XA وجود داشته باشد.

ت) A، نافلزی هم‌گروه با عنصر $D_{۳۴}$ و هم دوره با عنصر $E_{۱۳}$ در جدول تناوبی است.

۱) آ، ب
۲) آ، ت
۳) ب، پ
۴) پ، ت

۸ دربارهٔ عنصر $X_{۳۴}$ در جدول تناوبی، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ خارج از کشور

- خواص شیمیایی آن، مشابه خواص شیمیایی شانزدهمین عنصر جدول تناوبی است.
- شمار الکترون‌های دارای $l = ۱$ اتم آن، ۲ برابر شمار الکترون‌های دارای $l = ۰$ است.
- شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم آن، با شمار الکترون‌های ظرفیتی اتم $Cr_{۲۴}$ برابر است.
- با یکی از عنصرهای گازی جدول، هم‌گروه و با یکی از عنصرهای مایع جدول، هم‌دوره است.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴