



بخش 1

ساختار اتم

هدفهای رفتاری:

- پس از فراگیری محتوای این بخش انتظار می رود دانش آموزان بتوانند:
- 1- در باره پیشرفتهای اولیه تئوری اتمی بحث کنند.
 - 2- تئوریهای اتمی مختلف را توضیح دهند و در باره نارسائی آنها بحث کنند.
 - 3- ارتباط عدد اتمی و عدد جرمی را درک کنند و بتوانند تعداد الکترون و نوترون و پروتون عناصر را تعیین کنند.
 - 4- ایزوتوپ را تعریف کند و جرم اتمی میانگین را با توجه به درصد فراوانی ایزوتوپها بدست آورند.
 - 5- ارتباط انرژی یونش و فاصله الکترون نسبت به هسته را بیان کنند.
 - 6- اعداد کوانتومی را برای الکترونها یک اتم تعیین کنند.
 - 7- ترتیب پرشدن زیرلایه ها را با توجه به جدول آفبا بیان کنند.
 - 8- آرایش الکترونی عناصر و یونها را رسم کنند.
 - 9- آرایش اوربیتالی (نموداری) عناصر و یونها را رسم کنند.
 - 10- آرایش الکترونی عناصر را با استفاده از گاز نجیب رسم کنند.
 - 11- با توجه به آرایش الکترونی عدد اتمی عناصر را تعیین کنند.
 - 12- الکترونهاى ظرفیتی هر عنصر را تعیین کنند.
 - 13- با توجه به آرایش الکترونهاى ظرفیتی عناصر اصلی و واسطه را مشخص کنند.

مطالعه ساختار ماده: تلاشی به قدمت تاریخ

جدول

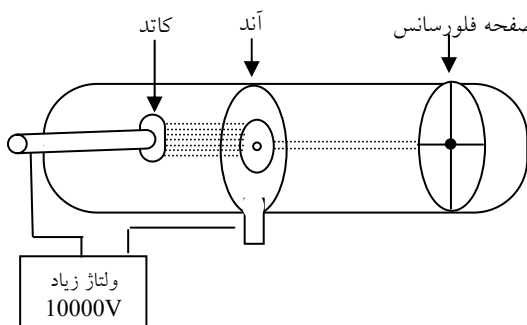
- نظریه دالتون می تواند بسیاری از پدیده ها را توجیه کند، برای نمونه:

ذوب شدن، جوشیدن، میعان گازها، انجماد مایعها، ترکیب شدن عنصر با یکدیگر با نسبت جرمی معین

- به تدریج پدیده هایی مورد توجه قرار گرفتند که نظریه دالتون نمی توانست آنها را توجیه کند برای نمونه: پدیده الکترولیز (تجزیه شدن برخی مواد بر اثر عبور جریان الکتریسیته) پرتوزایی، تشکیل پرتو کاتدی، خاصیت آهنربایی، ایزوتوپی، خواص تناوبی عنصرها در جدول و ...

- فیزیکدانها برای توجیه خواص الکتریکی ماده (مشاهداتی نظیر الکترولیز، روشن شدن لامپ در مدار ساده، دور شدن صفحات آلومینیومی الکتروسکوپ هنگام نزدیک کردن میله پلاستیکی مالش داده شده با پشم) ذره ای بنیادی به نام الکترون را پیشنهاد کردند اما به رابطه میان اتم و الکترون پی نبردند.

اشعه کاتدی: چنانچه در لوله ای مطابق شکل زیر (لوله کاتدی)، بین دو الکتروود فلزی اختلاف پتانسیل زیاد ایجاد شود و فشار گاز داخل لوله خیلی کم باشد، گاز درون لوله شروع به درخشیدن می کند به این باریکه درخشان که همواره از قطب منفی (کاتد) به قطب مثبت (آند) حرکت می کند پرتو کاتدی می گویند. صفحه فلورسانس



تمرین 2- جملات زیر را کامل کنید:

الف- پرتوهای کاتدی به خط حرکت می کند.

ب- چنانچه مانعی مقابل اشعه کاتدی قرار گیرد سایه تاریکی آن پشت مانع ایجاد می شود که نشانه خارج شدن اشعه مستقیم الخطی از می باشد.

ج- هر نوع گازی درون لوله باشد ملتهب می شود زیرا

قانون علمی: «ارتباط میان رویدادها را به صورت یک نظام کلی بیان می کند» ولی علت آن را بیان نمی کند. مانند قانون بقای جرم

نظریه علمی: «علت انجام یک رویداد را شرح می دهد»

- یک نظریه تا حدی معتبر است که با واقعیتها و آزمایشهای مربوط به آن تأیید شود یا در تفسیر واقعیتها کمک کند و در انجام پیشگوییها و دانسته های جدید یاری دهد.

- همواره احتمال دارد یک نظریه رد یا اصلاح شود یعنی در محدوده ای کوچکتر مورد استفاده قرار گیرد.

نظریه اتمی دالتون:

- 1- ماده از اجزای تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده است.
- 2- همه اتمهای یک عنصر مشابه یکدیگرند.
- 3- اتمها نه به وجود می آیند و نه از بین می روند.
- 4- همه اتمهای یک عنصر جرم یکسان و خواص شیمیایی مشابهی دارند.
- 5- اتمهای عنصرهای مختلف به هم متصل می شوند و مولکولها را بوجود می آورند.
- 6- در هر مولکول از یک ترکیب معین، همواره نوع و تعداد نسبی اتمهای سازنده آن یکسان است.
- 7- واکنشهای شیمیایی شامل جابه جایی اتمها یا تغییر در شیوه اتصال آن ها در مولکولهاست، در این واکنشها خود اتمها تغییری نمی کنند.

تمرین 1- باتوجه به آنچه سال گذشته در شیمی در مورد اتم

خوانده اید آیا قسمت اول نظریه دالتون مورد قبول است؟

آزمایش اول رادرفور در باره خواص اشعه رادیواکتیو: او اندکی رادیم را در محفظه سربی قرار داد، شکاف کوچکی که در کنار جعبه قرار داشت امکان می داد که پرتو باریکی از اشعه رادیواکتیو فقط در یک جهت معین تشعشع کند، این اشعه از میان دو صفحه فلزی که می تواند به دو قطب الکتریکی متصل شود عبور می کند.

در این مورد نیز برای آشکار کردن اشعه از روی سولفید (ZnS) استفاده میشود، روی سولفید در اثر تابش اشعه رادیواکتیو نور سبزرنگی می دهد.

- اگر صفحه های فلزی به جریان الکتریسیته متصل نباشد یک لکه سبزرنگ دیده می شود.

- اگر صفحه های فلزی (دو قطب الکتریکی) را به جریان الکتریسیته وصل کنیم لکه سبز رنگ در سه نقطه مشاهده خواهد شد.

د- با تغییر جنس کاتد باز هم گاز درون لوله ملتهب می شود زیرا

ن- چنانچه مطابق شکل، صفحه ای پوشیده از روی سولفید (ماده فلئوئورسانس) در مسیر اشعه قرار گیرد لکه سبز رنگی روی آن دیده می شود زیرا

و- برقرار کردن میدان الکتریکی در لوله کاتدی سبب انحراف اشعه کاتدی به سمت قطب می شود که نشان میدهد ذره های تشکیل دهنده پرتو کاتدی بار دارند.

ه- اگر اشعه کاتدی در میدان مغناطیسی قرار بگیرد منحرف می شود که نشان دهنده وجود در ذرات اشعه کاتدی است.

تمرین 3- پنج نتیجه گیری مهم تامسون از آزمایشهای لوله پرتوی کاتدی را بنویسید.

تمرین 4: با رسم شکل نشان دهید تابش مواد پرتوزا (اشعه رادیواکتیو) هنگام عبور از میدان الکتریکی چه میشود.

تمرین 5- جملات را کامل کنید.

الف- جزئی که به سمت قطب منفی منحرف شده است دارای بار الکتریکی است و اشعه نامیده می شود.

ب- جزئی که به سمت قطب مثبت منحرف شده است دارای بار الکتریکی است و اشعه نامیده می شود.

ج- جزئی که در میدان الکتریکی منحرف نشده است دارای بار الکتریکی مثبت و اشعه نامیده میشود.

د- تحقیقات بعدی نشان داد که اشعه گاما از جنس، اشعه آلفا از جنس و اشعه بتا از جنس میباشد.

تمرین 8- زاویه انحراف اشعه آلفا کمتر از اشعه بتا است. چرا؟

پرتوزایی (رادیواکتیویته): پدیده های تولید خودبخود پرتوها از هسته های اتمی ناپایدار را پرتوزایی گویند.

پرتوزا (مواد رادیواکتیو): به موادی مانند رادیم و اورانیوم که از خود ذرات یا انرژی یا مخلوطی از هر دو را در هنگام فروپاشی خود به خود هسته، گسیل می کنند، ماده پرتوزا گویند.

* مدل اتمی تامسون: اتم از الکترونهايي که مرتباً در کره‌ای از بار الکتریکی مثبت و یکنواخت در حال گردش هستند تشکیل شده است.

تمرین 1: مدل اتمی تامسون را رسم کنید و شرح دهید آیا این مدل تشکیل تابش‌های حاصل از مواد پرتوزا را توجیه می‌کند؟

تمرین 2: چهار ویژگی مدل اتمی تامسون را بنویسید.

آزمایش دوم رادرفورد برای تعیین موقعیت بارهای مثبت و منفی در اتم:

صفحه‌ای نازک از طلا را توسط اشعه آلفا بمباران کرد و برای مشخص شدن مسیر این ذرات از صفحه فلورسنت استفاده کرد و مدل اتم هسته‌دار را ارائه کرد.

تمرین 3: با رسم شکل آزمایش دوم رادرفورد و نتایج آن را شرح دهید.

اگر گاز یا بخار یک ماده شیمیایی را در یک قوس الکتریکی یا شعله چراغ بونزن گرم کنیم، نور از آنها منتشر می‌شود اگر این نور منتشر شده را توسط منشور تجزیه کنیم طیف نشری خطی بدست می‌آید که دارای تعداد محدودی خطوط رنگی است و هر عنصر طیف نشری خطی ویژه ای دارد.

طیف نشری خطی حاصل از اتمهای برانگیخته هیدروژن دارای چهار جایگاه است: 410nm (بنفش)، 434nm (آبی)، 486nm (سبز)، 656nm (نارنجی).

* نکته: طول موج و انرژی نسبت عکس دارند.

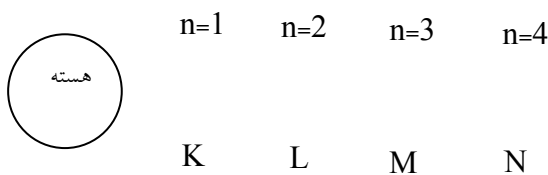
مدل اتمی بور: بور اتم هیدروژن را به صورت یک الکترون که در فاصله تقریباً 53pm به دور هسته می‌گردد توصیف کرد.

همچنین تصور کرد که این الکترون می‌تواند یک کوانتم انرژی جذب کند و به مدار بزرگتری برود.

هر گاه باز هم انرژی بیشتری به الکترون اضافه شود الکترون باز هم به مدار بزرگتری می‌رود.

حال اگر الکترون از مدار بزرگتر به مدار کوچکتر سقوط کند انرژی گسیل می‌کند و چون مدارها نمایانگر ترازهای انرژی معینی هستند مقدار انرژی معینی تابش می‌کند.

مدل اتمی بور: بور با توجه به مدل اتمی رادرفورد پیشنهاد کرد که در اطراف اتم مدارهای متحدالمرکزی با فاصله‌های معینی وجود دارد که الکترونها فقط مجازند روی این مدارها بچرخند، الکترون در هر مداری که حرکت می‌کند انرژی معینی دارد.



مدل اتمی رادرفورد (مدل اتمی هسته‌دار): هر اتم از توده بسیار فشرده‌ای به نام هسته تشکیل شده است که بار مثبت در آن قرار دارد و تقریباً همه جرم اتم مربوط به آن است و الکترونها با فاصله‌های نسبتاً زیاد دور هسته می‌چرخند.

تمرین 4: امواج الکترومغناطیس را به ترتیب افزایش طول موج بیان کنید.

تمرین 5: امواج نور مرئی را به ترتیب افزایش انرژی بیان کنید.

تمرین 6: در شکل 6 صفحه 20 مشخص کنید هر پرتو طیف نشری اتم هیدروژن مربوط به انتقال بین کدام ترازهای انرژی است و پرتوها را به ترتیب (الف- طول موج ب- انرژی) مرتب کنید.

تمرین 7: شش فرض بور را برای مدل اتمی که ارائه کرد بنویسید.

طیف‌های اتمی: وقتی پرتوی از نور از یک منشور می‌گذرد، پرتو شکسته می‌شود، میزان شکست یک موج به طول موج آن بستگی دارد. نور سفید معمولی شامل امواجی با تمام طول موجهای گسترده مرئی است، وقتی نور سفید توسط منشور شکافته می‌شود رنگهایی شبیه رنگین کمان پدید می‌آید. (محدوده طول موج 400 تا 700 نانومتر)

نظریه های اتمی

عدد جرمی

عدد اتمی $\frac{A}{Z}X$ نماد شیمیایی عنصر

e الکترون

p پروتون = عدد اتمی (Z)

n نوترون

$$A = Z + n$$

تمرین 3: کلر دارای دو ایزوتوپ $^{35}_{17}\text{Cl}$ ، $^{37}_{17}\text{Cl}$ با درصد فراوانی 75٪ و 25٪ است، جرم اتمی متوسط کلر را حساب کنید.

تمرین 1: جدول را کامل کنید.

A	Z	e	n	p	$\frac{A}{Z}X$
					$^{27}_{13}\text{Al}$
					$^{23}_{11}\text{Na}$
12	6				$\dots\text{C}$
			18	17	$\dots\text{Cl}$
37				17	$\dots\text{Cl}$

amu (واحد جرم اتمی): یکای جرم اتمی است، یک amu برابر

یک دوازدهم ($\frac{1}{12}$) جرم اتم کربن-12 است.

تمرین 4: جرم اتم کربن-12 چند amu است؟

ایزوتوپ: اتمهای مختلف یک عنصر که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند (p برابر، n متفاوت) مثلاً $^{35}_{17}\text{Cl}$ و $^{37}_{17}\text{Cl}$ ایزوتوپهای کلر هستند.

تمرین 2: ایزوتوپ های هیدروژن را نام ببرید و تعداد الکترون، پروتون و نوترون را در آنها مشخص کنید.

جرم		بار الکتریکی نسبی	جرم نسبی	نماد	نام ذره
g	amu				
1.6726×10^{-24}	1.0073	$+1$	1	p	پروتون
9.109×10^{-28}	0.0005	-1	0	e	الکترون
	1.6726×10^{-24}				بار الکتریکی الکترون: کولن (c) 1.602×10^{-19}
					بار الکتریکی پروتون:

تمرین 5: چرا اتمها خنثی هستند؟

یون: اتمها با گرفتن الکترون یا از دست دادن الکترون به ذرات باردار به نام یون تبدیل می شوند و یون منفی (آنیون) یا یون مثبت (کاتیون) تشکیل میشود.

تمرین 6: جدول را کامل کنید.

جرم اتمی میانگین: برای عناصری که ایزوتوپهای متفاوت دارند بیان شده است و عوامل مؤثر در آن عبارتند از:

1- عدد جرمی ایزوتوپ 2- درصد فراوانی ایزوتوپ

$$\text{جرم اتمی متوسط} = \frac{M_1A_1 + M_2A_2 + \dots + M_nA_n}{100}$$

A: درصد فراوانی

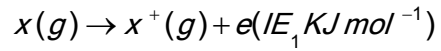
M: جرم اتمی ایزوتوپ

17Cl ⁻	26Fe ³⁺	26Fe ²⁺	26Fe	O ²⁻	8O	11Na ⁺	11Na	ذره
								بار الکتریکی خنثی
							11	تعداد e
							11	تعداد p

تمرین 7: تعداد الکترون و نوترونهای $^{31}_{16}\text{X}^{3-}$ را بدست آورید.

یونش: جدا شدن سست‌ترین الکترون از اتم گازی و ایجاد یون مثبت.

انرژی نخستین یونش: انرژی لازم برای خارج کردن یک مول الکترون از یک مول اتم در حالت گازی که به تولید یک مول یون گازی با بار مثبت می‌انجامد.

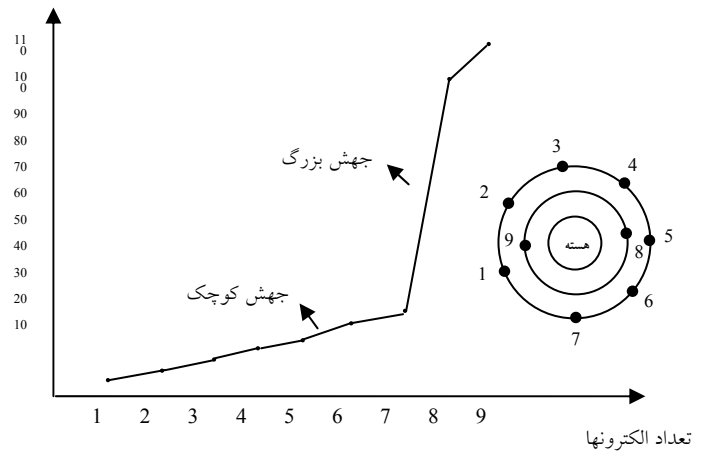


تمرین 1: انرژی دومین یونش (IE₂) را تعریف کنید.

تمرین 2: عنصری با عدد اتمی 12 چند انرژی یونش می‌تواند داشته باشد؟

تمرین 3: نمودار مقابل تغییرات انرژی یونش‌های متوالی چه عنصری را نشان می‌دهد؟

IE (MJmol⁻¹)



تمرین 4: جملات زیر را کامل کنید:

الف- هرچه جاذبه بین هسته و الکترون بیشتر باشد الکترون جدا می‌شود و جدا کردن آن به انرژی نیاز دارد.

ب- هرچه فاصله الکترون از هسته بیشتر باشد انرژی یونش آن است و همواره با نزدیک شدن الکترون به هسته، انرژی یونش می‌شود.

ج- در بین انرژی‌های یونش متوالی هر عنصر (به جز H و He) مشاهده می‌کنید که گاه انرژی یونش برای یک الکترون نسبت به انرژی یونش الکترون قبل از خود به طور ناگهانی افزایش چشمگیری دارد (جهش بزرگ) که نشان دهنده وجود در اتم است.

د- اگر الکترونی از یک لایه و الکترون بعدی از لایه پائینتر (لایه نزدیک به هسته) جدا شود، تفاوت انرژی یونش آن دو بسیار بزرگ خواهد بود و این افزایش بزرگ را گویند. هر انرژی یونش هر مرحله از انرژی یونش مرحله قبل است زیرا

نکته: تعداد لایه = تعداد جهش + 1

نکته: هر لایه اصلی به تعداد شماره لایه اش تراز فرعی دارد (جهش کوچک)

سطح انرژی: همان مفهوم لایه الکترونی را دارد و شامل گروهی از الکترونهاست که انرژی یکسان یا نزدیک به هم دارند مانند سطح انرژی دوم که شامل 8 الکترون با انرژی نزدیک به هم است.

تراز فرعی: هر سطح انرژی شامل مجموعه‌های کوچکتری از الکترونهاست که با فاصله کمی از هم قرار می‌گیرند و تراز فرعی را تشکیل می‌دهند مثلاً در لایه دوم دو سطح انرژی S و P وجود دارد.

(n)	1	2	3	4
شماره لایه اصلی	1	2	3	4
نام لایه اصلی	K	L	M	N
(2n ²)				
گنجایش الکترونی				
زیرلایه‌ها	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f

زیرلایه (تراز فرعی)	s	p	d	f
گنجایش الکترون	2	6	10	14

تمرین 8: نشانه و عدد اتمی عناصر از 1 تا 36 را نوشته و حفظ کنید.

تمرین 9: با رسم مدل سیاره‌ای برای آرایش الکترونی اتم سدیم (${}_{11}\text{Na}$) شماره جهشهای بزرگ آن را پیشگویی کنید.

تمرین 10: عنصری دارای 3 الکترون در بیرونی‌ترین تراز انرژی خود است، اگر این عنصر سه تراز انرژی داشته باشد عدد اتمی آن چند است؟

تمرین 11: نخستین جهش بزرگ انرژی، در نمودار انرژی عنصری در $\Delta E_{3 \rightarrow 4}$ دیده شده است، اگر این عنصر 2 لایه الکترونی داشته باشد عدد اتمی آن چند است؟

تمرین 5: توجه به شکل 23 کتاب درسی (نمودار تغییر انرژی‌های یونش متوالی منیزیم (${}_{12}\text{Mg}$) به سؤالات پاسخ دهید.

الف- منیزیم چند لایه الکترونی دارد؟
ب- با توجه به اینکه نخستین جهش بزرگ منیزیم مربوط به $E_2 \rightarrow E_3$ است، شماره دومین جهش بزرگ آن را مشخص کنید و علت این جهشها را مشخص کنید.

ج- منیزیم در هر لایه الکترونی چند الکترون دارد؟

د- با توجه به مدل بور- رادرفورد آرایش الکترونی منیزیم را رسم کنید.

تمرین 6:

الف- آیا مطابق مدل بور الکترونی‌هایی که در هر لایه یا سطح انرژی قرار میگیرند، انرژی یکسانی دارند؟

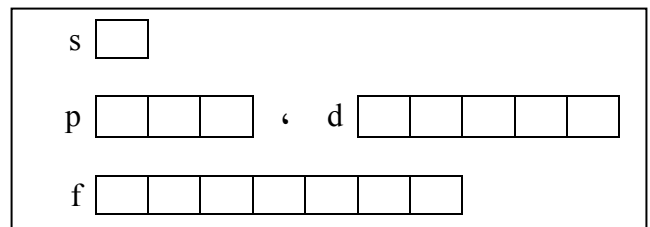
ب- آیا مطابق نمودار انرژی‌های یونش متوالی هم الکترونی‌هایی که در یک لایه الکترونی قرار می‌گیرند انرژی یکسانی دارند؟ توضیح دهید. در نمودار لاریتم انرژی یونش چگونه؟

تمرین 7: مدل اتمی بور (سیاره‌ای) را برای عناصر خواسته شده رسم کنید: ${}_{1}\text{H}$, ${}_{2}\text{He}$, ${}_{4}\text{Be}$, ${}_{8}\text{O}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{15}\text{P}$

مدل کوانتومی:

در سال 1926 شرودینگر بر مبنای رفتار دو گانه الکترون و با تأکید بر رفتار موجی الکترون مدلی برای اتم پیشنهاد کرد. وی در این مدل به جای محدود کردن الکترون به یک مدار دایره‌ای شکل، از حضور الکترون در فضای سه بعدی به نام اوربیتال سخن به میان آورد.

اوربیتال: فضای معینی در اطراف هسته اتم که بیشترین احتمال حضور الکترون را دارا می‌باشد.
در اتمها 4 نوع اوربیتال وجود دارد:



شکل اوربیتال s: کروی و کاملاً متقارن است و با افزایش شماره تراز شعاع اوربیتالهای s بزرگتر و از هسته دورتر می‌شوند.

شکل اوربیتال p: به صورت دو کره مماس بر هم در محل هسته اتم است و سه اوربیتال هر یک در راستای یکی از محورهای مختصات (Z,y,x) گسترش دارند، اندازه اوربیتالهای p با افزایش شماره تراز (n) بزرگتر می‌شود.

گنجایش الکترونی هر اوربیتال: هر اوربیتال گنجایش 2 الکترون دارد.

حرکت اوربیتالی: حرکت الکترون به دور هسته اتم.

حرکت اسپینی: حرکت الکترون به دور خودش

اسپین الکترون: مفهوم جهت چرخش الکترون به دور محور خودش است که در دو جهت مخالف امکان پذیر است و باعث پیدایش قطبهای مخالف آهنربا و نیروی جاذبه میان جفت الکترون یک اوربیتال می‌شود.

اعداد کوانتومی:

اصلی (n): تراز اصلی را مشخص می‌کند و نشان دهنده تعداد تراز فرعی است.

هر چه n بزرگتر باشد، لایه از هسته دورتر است و انرژی الکترون بیشتر است و انرژی یونش آن کمتر است از طرفی اوربیتال بزرگتر است.

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots, n$$

↓ ↓ ↓ ↓

K L M N

2- فرعی (l): تراز فرعی، شکل و تعداد اوربیتال را مشخص می‌کند.

$$l = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$$

↓ ↓ ↓ ↓

s p d f

نکته: - تعداد اوربیتال در تراز فرعی = $2l + 1$

- تعداد الکترون در تراز فرعی = $2(2l + 1)$

3- مغناطیسی (m_l): جهت گیری اوربیتال را در لایه فرعی مشخص می‌کند یعنی تعداد مقادیر m_l برابر تعداد اوربیتالهای مربوط به آن لایه فرعی است.

$$m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$$

4- مغناطیسی اسپین (m_s): جهت گردش الکترون‌ها به دور محور خودشان را نشان می‌دهد.

$$m_s = -\frac{1}{2} \text{ و } +\frac{1}{2}$$

حرکت در جهت عقربه‌های ساعت حرکت در جهت خلاف عقربه‌های ساعت

اصل طرد پاولی: در یک اتم هیچ دو الکترونی را نمی‌توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آنها (n, l, m_l, m_s) با هم برابر باشد (در هر اوربیتال حداکثر دو الکترون قرار می‌گیرد که اسپین مخالف دارند)

تمرین 7: با رسم شکل جهت گیری اوربیتالها در تراز P را نشان دهید.

تمرین 8: تعداد اوربیتال با اعداد کوانتومی زیر را مشخص کنید.
 $n = 3$ و $l = 2$ و $m_l = 0$

تمرین 9: تعداد الکترونهايي که اعداد کوانتومی $n = 4$ و $l = 1$ دارند چند تا هستند؟

تمرین 10: مقادیر m_l برای تراز فرعی d را مشخص کنید.

تمرین 11: مقادیر l برای $n = 4$ را بنویسید.

تمرین 12: مقادیر m_l برای $l = 3$ را بنویسید.

تمرین 13: $2Pz$ را چگونه تفسیر می کنید؟

تمرین 14: آدرس الکترونی (اعداد کوانتومی) هیدروژن را مشخص کنید (در حالت پایه)

تمرین 15: جدول را کامل کنید.

n (لایه الکترونی)	l	نوع زیرلایه	m_l	تعداد اوربیتال	تعداد کل	تعداد الکترون $2n^2$
3						

تمرین 1: جدول را کامل کنید:

نمایش در آرایش نموداری (اوربیتالی)	m_l	نوع زیر لایه	l
<input type="checkbox"/>	0	S	0
			1
			2
			3

تمرین 2: الکترونی در لایه اول و زیر لایه S قرار دارد و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت به دور محور خود می‌چرخد. این آدرس را چگونه مشخص می‌کند.

تمرین 3: جدول داده شده را کامل کنید.

n	2		4	4	5
l	0	2		3	
زیرلایه		3d	4P		5S

تمرین 4: الکترونی در تراز 3 واقع شده است این الکترون چند حالت می تواند داشته باشد؟
 (تعداد حالات برابر گنجایش تراز موردنظر است ابتدا مقادیر m_s و m_l را مشخص کنید سپس حالات را بشمارید)

تمرین 5: الکترونی در لایه دوم قرار دارد چند حالت ممکن است داشته باشد؟

تمرین 6: با رسم شکل اوربیتالهای $1s$ و $2s$ و $3s$ را مقایسه کنید.

نحوه تعیین سطح انرژی ترازها با استفاده از اعداد کوانتومی اصلی و فرعی:

هرچه (n+1) کوچکتر باشد آن تراز زودتر پر می شود.

نکته: اگر مقدار (n+1) برای دو تراز یکسان شود اوربیتال زودتر پر می شود که n کوچکتر دارد.

تمرین 1: انرژی ترازهای زیر را مقایسه کنید و بگوئید کدام تراز زودتر پر می شود؟

الف - 3p و 3s

ب - 4s و 3d

ج - 5d و 5p

د - 5f و 6s

ن - 5p و 6s

3- در اوربیتالهای هم تراز (مثل سه اوربیتال P) ابتدا در هر خانه یک الکترون با یک جهت (↑) قرار میدهیم سپس اوربیتال را جفت می کنیم (قاعدۀ هوند) و برای جفت کردن الکترونها در هر اوربیتال جهت الکترونها باید متفاوت باشد (↓↑ اصل طرد پاولی)

نکته: پس از اینکه ترازها پر می شوند (حتی اگر یک الکترون داشته باشد) باید به ترتیب لایه اصلی (شماره ضریب) مرتب شوند.

نکته: برای نوشتن آرایش الکترونی یونهای عناصر واسطه الکترونها را از لایه ns (n بزرگترین ضریب) جدا می کنیم و اگر لازم بود سپس از لایه (n-1)d الکترون جدا می کنیم.

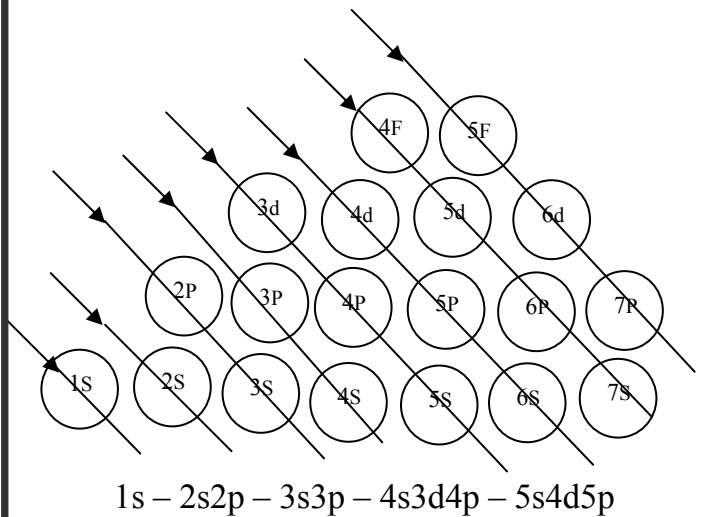
مثال: ${}_{22}\text{Ti} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$

$\text{Ti}^{2+} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$

تمرین 2: آرایش الکترونی نوشتاری و نموداری (اوربیتال) گونه های زیر را بنویسید.

گونه	تعداد e	آرایش الکترونی
${}_{9}\text{F}$		
${}_{16}\text{S}^{2-}$		
${}_{26}\text{Fe}$		
Fe^{2+}		
Fe^{3+}		

آرایش الکترونی اتم: شیوه پر شدن زیرلایه ها (جدول آفبا)



1- تعداد الکترونهاى گونه موردنظر را مشخص کنید.

2- الکترونها را با توجه به گنجایش هر تراز، از سطوح انرژی پایین تر به بالاتر قرار دهید.

تمرین 3: آرایش الکترونی ${}_{2}\text{He}$ ، ${}_{10}\text{Ne}$ ، ${}_{18}\text{Ar}$ و ${}_{36}\text{Kr}$ (گازهای نجیب) را نوشته و حفظ کنید.

پایداری اوربیتالی:

افزون بر آرایش هشتایی در بیرونی ترین تراز که باعث پایداری می شود آرایش های الکترونی دیگری نیز با پایداری نسبی زیاد وجود دارند.

- اگر اوربیتالهایی که در یک تراز انرژی قرار دارند (هم انرژی) همگی پر باشند میگوئیم آن تراز پر است، مانند P^6 و پایداری آن زیاد است.

- اگر همه اوربیتالهای یک تراز انرژی تک الکترونی باشند به آن نیم پر می گوئیم و نسبتاً پایدار است.

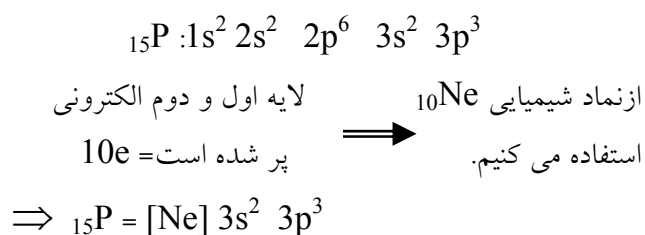
- اگر برخی اوربیتالهای تک الکترونی و برخی خالی باشند یا برخی دارای جفت الکترون و برخی تک الکترونی باشند (اوربیتال آرایش ویژه ای نداشته باشد) پایداری کم است.



طریقه نوشتن آرایش الکترونی به کمک گاز نجیب:

از آن جا که لایه های الکترونی در گازهای نجیب پر هستند معمولاً برای خلاصه تر کردن آرایش های الکترونی به جای لایه های الکترونی پر شده نماد شیمیایی گاز نجیب با همان تعداد الکترون را درون یک کروشه قرار میدهند.

مثال:



تمرین 4: آرایش الکترونی گونه های زیر را با استفاده از گاز نجیب مناسب بنویسید:

${}_{7}\text{N}$	
${}_{12}\text{Mg}$	
${}_{17}\text{Cl}$	
${}_{19}\text{K}$	
${}_{22}\text{Ti}$	
${}_{30}\text{Zn}$	
${}_{35}\text{Br}$	
${}_{53}\text{I}$	

تمرین 5: آرایش الکترونی پیش بینی شده برای اتم کروم و مس به ترتیب $3d^4 4s^2$ ، $3d^9 4s^2$ ؛ است در صورتیکه به روش تجربی آرایش این دو عنصر به ترتیب $3d^5 4s^1$ و $3d^{10} 4s^1$ می باشد، علت را توضیح دهید.

تمرین 6: اوربیتالهای p^2 ، p^3 ، p^4 ، p^6 را به ترتیب افزایش پایداری مرتب کنید.

تمرین 7: آرایش الکترونی نمودارای ${}_{47}\text{Ag}$ را رسم کنید.

تمرین 12: آرایش الکترونی نموداری اتم اکسیژن ($8O$) را رسم کنید سپس جدول زیر را کامل کنید.

الکترون عدد کوانتومی	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
n								
l								
m_l								
m_s								

تمرین 13: در حالت پایه $33As$:

الف- چند الکترون دارای $l=1$ است.

ب- چند الکترون دارای $m_l=0$ است.

پ- چند الکترون دارای $m_l=-1$ است.

تمرین 14: تعداد الکترونهاي جفت نشده $25Mn^{2+}$ چندتا است.

تمرین 15: کدام آرایش الکترونی اوربیتالی P صحیح

است؟ چرا؟

1	↓	↑	↑
↑	↓	↑	↑

الکترونهاي ظرفیتی: الکترونهاي موجود در آخرین لایه الکترونی (بزرگترین n) را الکترونهاي ظرفیتی گویند و خواص شیمیایی عنصر را معین می کنند.

- دسته s (زیر لایه s در حال پر شدن)
- اصلی } دسته p (زیر لایه p در حال پر شدن)
- خارجی } (زیر لایه d در حال پر شدن)
- واسطه }
- داخلی } (زیر لایه f در حال پر شدن)

تمرین 8: پایداری Fe^{2+} (یون فرو) و Fe^{3+} (یون فریک) را مقایسه کنید.

تمرین 9: انرژی نخستین یونش را در موارد زیر مقایسه کنید و علت را بنویسید.

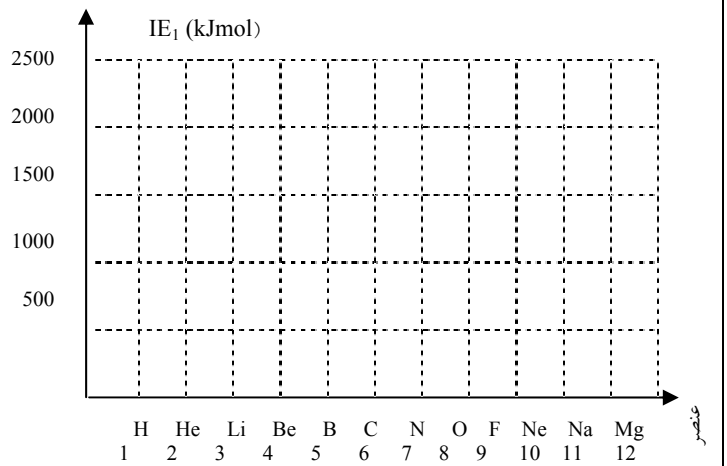
الف) $7N$ و $8O$

ب) $9F$ و $10Ne$

ج) $12Mg$ و $13Al$

تمرین 10: نمودار انرژی نخستین یونش عنصرهایی با عدد اتمی 1 تا 12 را با استفاده از داده‌های زیر رسم کنید.

عنصر	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg
IE_1	1312	2372	520	899	800	1086	1402	1314	1681	2080	495	737



تمرین 11: باتوجه به نمودار رسم شده به سؤالات پاسخ دهید
الف- کدام عنصر بیشترین انرژی یونش را دارد؟ چرا؟

ب- چرا انرژی نخستین یونش بریلیم بیشتر از بور است؟