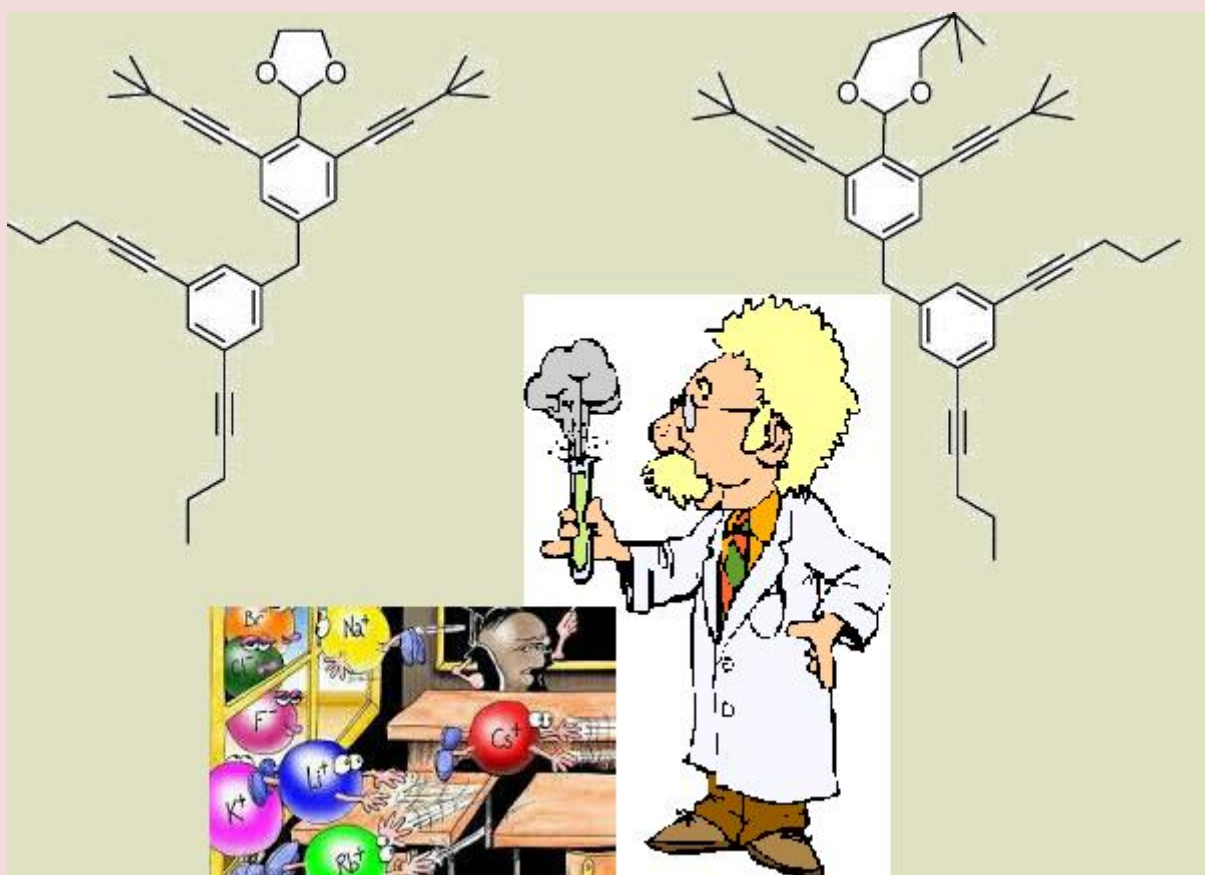


شیمی سال دوم: ساختار اتم



جواد ملک زاده

تهیه و تنظیم:

شماره تماس: 09383052130

زمستان ۹۳

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمه :

سپاس فدای متعال را که در سفتی ها ما را تنها نگذاشته و به بندگان مخلص خود ، توان دو پندان عنایت می کند . پروردگارا قدر الطاف تو را می دانیم و با تلاشی بیشتر از گذشته ، سعی می کنیم تا منشأ تمولاتی مثبت باشیم . سالهاست که اساتید عزیز ما در عرصه ی انتشار کتاب های کمک آموزشی و کنکوری ، خدمت به جوانان ایران زمین را سرلومه ی کار خود قرار داده اند. نشر و چاپ کتاب و جزوات همواره با مشکلات و سفتی های فراوان مواجه بوده و تنها اراده ای مستمکم و عزمی جزم ، آن را امکان پذیر می سازد . شما عزیزان لیاقت آن را دارید تا با صرف کمترین زمان ممکن ، بیشترین بهره را از مطالعه یک کتاب ببرید و در نتیجه باید کتابی کم نقص ، پرمحتوا و جذاب را در کنار خود ببینید .

در همین راستا جزواتی از شیمی (دوم ، سوم و چهارم دبیرستان) تنظیم شده و تقدیم شما عزیزان می گردد . جزوات ماضر ماضل دو سال تلاش بی وقفه است که هدف آن ارائه یک مجموعه ی کامل و بی نقص می باشد تا شما دانش آموزان بتوانید به واسطه ی آن بهترین نتیجه را در کنکور کارشناسی کسب کنید .

از نکات قابل توجه در مورد این جزوات می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱ (آموزش مفهومی مطالب درسی همراه با طبقه بندی های مناسب جهت یادگیری بهتر مطالب .

۲ (شرح مطالب درسی با متنی ساده و روان تا شما دانش آموزان بتوانید به راحتی با آن ارتباط برقرار کنید .

۳ (ارائه ی تست های تألیفی به همراه پاسخ های تشریحی .

۴ (مل تست های مطرح شده در آزمون های سراسری و آزاد در پایان هر فصل .

در نگارش این اثر ، تلاش بر ارائه ی یک مجموعه ی کامل و بی نقص بوده است ؛ ولی از آنجایی که احتمال بروز اشتباهات سهوی وجود دارد از شما دوستان گرامی تقاضا می شود تا ما را در جهت رفع نقایص احتمالی یاری نموده و در ضمن پیشنهادات و انتقادات خود را از طریق سایت زیر به ما منتقل نمایید .

آدرس سایت : www.zist110.ir



فصل اول:

ساختار اتم





نظریه های اتمی، پیش از کشف ذره های سازنده ی اتم:

مطالعه روی عنصرها دارای قدمت ۲۵۰۰ ساله است.

- **تالس آپ و ارسطو آپ، هوا، خاک و آتش (عنصرهای چهارگانه)** را عنصرهای سازنده ی جهان هستی تصور می کردند
- **رابرت بویل در کتاب شیمی دان شکاک:**

۱ - عنصر را به عنوان ماده ای نامید که نمی توان آن را به مواد ساده تری تبدیل کرد.

۲ - شیمی را علمی تجربی نامید و از دانشمندان خواست علاوه بر مشاهده کردن، اندیشیدن و نتیجه گیری کردن که ابزارهای یونانیان برای مطالعه ی طبیعت بود، به پژوهش های علمی نیز اقدام کنند.

- **دموکریت:** اولین کسی که تجزیه ناپذیری اتم را مطرح کرد دموکریت بود. (همه ی مواد از ذرات تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند) این فیلسوف یونانی قادر نبود گفته ی خود را اثبات کند، بنابراین کسی حرف های او را باور نکرد. (در واقع دموکریت اولین کسی بود که برای اولین بار لفظ اتم را آورد.)



● دالتون:

نظریه ی مدل اتمی که توپیر را برای اتم در نظر گرفت و آن را در هفت بند بیان کرد:

بند های نظریه اتمی دالتون و مطابقت آن با علم امروزی:

- ۱ - ماده از ذرات تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده است. (عدم مطابقت به دلیل وجود الکترون، پروتون و نوترون)
- ۲ - همه ی اتم های یک عنصر مشابه ی دارند. (عدم مطابقت به دلیل وجود ایزوتوپ های مختلف برای یک عنصر)
- ۳ - اتم های عنصرهای مختلف جرم و خواص شیمیایی متفاوتی دارند. (درست است، مثلاً جرم و خواص شیمیایی اتم عنصر سدیم با جرم و خواص شیمیایی اتم عنصر منیزیم فرق دارد)
- ۴ - اتم ها نه به وجود می آیند و نه از بین می روند. (قانون پایستگی جرم). (در واکنش های شیمیایی درست است ولی در واکنش های هسته ای غلط. در واکنش های هسته ای، هسته ی اتم ها از بین می رود.)
- ۵ - اتم های عنصرهای مختلف به هم متصل شده و مولکول ها را به وجود می آورند. (درست است، مثلاً اتصال اتم اکسیژن و هیدروژن و تشکیل مولکول آب)
- ۶ - در هر مولکول از یک ترکیب معین همواره نوع و تعداد نسبی اتم های آن یکسان است. (درست است، مثلاً در هر مولکول آب همیشه یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن وجود دارد)



۷- واکنش های شیمیایی شامل جابه جایی اتم ها یا تغییر در شیوه اتصال آن ها در مولکول هاست. در این واکنش ها اتم ها خود تغییر نمی کنند. (درست است)

پدیده هایی که با نظریه ی اتمی دالتون مطابقت دارد:

- ۱- تغییر حالت فیزیکی مواد " مانند: ذوب، انجماد، تبخیر، تصعید و ... "
- ۲- توجیه قانون پایستگی جرم و ترکیب عنصرها به نسبت جرمی (قانون پایستگی جرم: مجموع جرم مواد واکنش دهنده برابر مجموع جرم مواد فرآورده می باشد.)

پدیده هایی که با نظریه ی اتمی دالتون مطابقت ندارد:

- ۱- پدیده های ناشی از وجود الکترون در اتم " مانند: ظرفیت عنصرها، عبور جریان الکتریسیته از مواد، پدیده ی برقگرفتگی، ایجاد الکتریسته ساکن، ایجاد پرتوی کاتدی و ... "
- ۲- تغییرات خواص گروهی و دوره ای عنصرها در جدول تناوبی
- ۳- پدیده های مربوط به هسته ی اتم " مانند: پرتوزایی، وجود ایزوتوپ های مختلف و ... "

توجه! توجه! اتم کوچکترین ذره ای است که خواص شیمیایی و فیزیکی « یک عنصر » به آن وابسته است. اما مولکول کوچکترین ذره ای است که خواص شیمیایی و فیزیکی « یک ترکیب » به آن وابسته است. اجرای آزمایشهای بسیاری با الکتریسیته مقدمه ای برای شناخت ساختار درونی اتم بوده است.

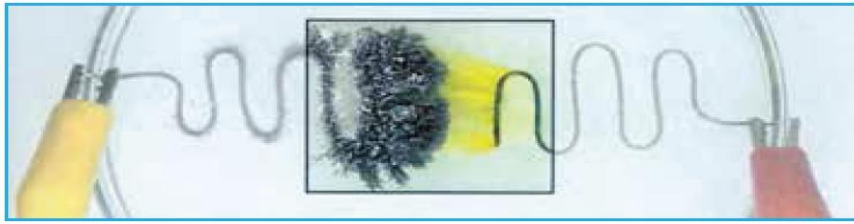


مایکل فارادی و پیدایش الکترون:

کشف الکترون به صورت تدریجی صورت گرفت (الکترون کشف خاصه ندارد).

با کشف الکتریسیته ساکن یا مالشی پی برده شد که بارهای الکتریکی مثبت یا منفی ایجاد شده به خود ماده و شاید به اتم های سازنده آن مربوط است. سپس دانشمندی به نام مایکل فارادی مشاهده کرد که هنگام برقگرفتگی (عبور جریان برق از میان محلول یک ترکیب شیمیایی فلزدار مثل $(SnCl_2)$) یک واکنش شیمیایی در آن رخ می دهد. فیزیکدان ها برای توجیه مشاهدات فارادی برای الکتریسیته ذره ای بنیادی پیشنهاد کردند و آن را الکترون نامیدند. اما در آن زمان رابطه ی بین اتم و الکترون کشف نشد.

نکته: مورخ استونی فیزیک دان ایرلندی در سال ۱۸۹۱ ذره های ممل کننده ی جریان برق را الکترون نامید.



برقکافت یک واکنش شیمیایی است که با عبور جریان برق از میان مملول به وقوع می پیوندد . این تصویر ، برقکافت مملول قلع (II) کلرید در آب را نشان می دهد .

تامسون ثابت کرد که الکترون یک ذره زیر اتمی است (همه اتم ها الکترون دارند ، به عبارتی تامسون ثابت کرد که الکترون یکی از اجزای سازنده ی همه ی اتم هاست .)

توجه ! توجه ! دقت داشته باشید که کاشف الکترون تامسون نیست .

✦ هر دو خواص فیزیکی برخی مواد شیمیایی هستند .

✦ هر دو نور با طول موج معینی را جذب و به جای آن نور با

طول موج دیگری را منتشر می کنند .

✦ در فلونورسانس تابش نور با قطع شدن منبع نور قطع

می شود ، ولی در فسفرسانس تابش نور با قطع شدن

منبع نور تا مدت کوتاهی ادامه دارد .

فلونورسانس : روی سولفید مهم ترین مواد دارای خاصیت فلونورسانت است . از روی سولفید

(ZNS) در تولید لامپ تلویزیون و نمایشگر استفاده می شود .

فسفرسانس : در ساعتها و برخی وسایل شب نما

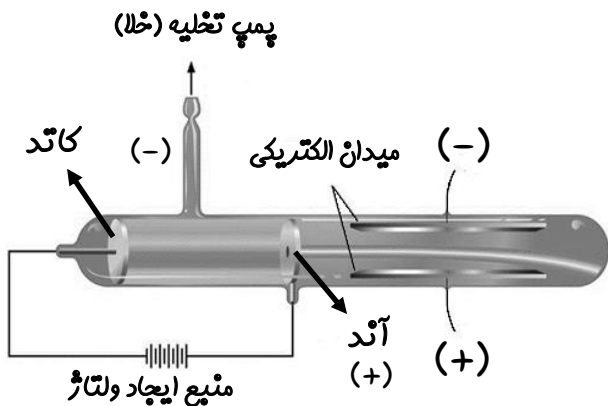
توجه ! توجه ! فلونورسانت به ماده ای با خاصیت فلونورسانس گفته می شود .

فلونورسانس و فسفرسانس

کاربرد

لوله ی پرتو کاتدی :

لوله ای شیشه ای است که بیشتر هوای آن به کمک پمپ خلأ خارج شده است . در دو انتهای این لوله یک قطعه فلز نصب شده که به آن الکترود می گویند . با اعمال یک ولتاژ قوی بین دو الکترود پرتوهایی (پرتوی کاتدی) از الکترود منفی (کاتد) به الکترود مثبت (آند) جریان می یابد . این پرتو ها در اثر برخورد با یک ماده ی فلئورسنت نور سبزرنگی ایجاد می کنند .



● CRT به معنی لوله ی پرتوی کاتدی است .

نکته : تخلیه ی الکتریکی هنگامی رخ می دهد که بدون اتصال مستقیم بین دو جسم الکترود ها از یکی به دیگری منتقل می شود . شرط این جابه جایی اختلاف پتانسیل بالاست .



تامسون و لوله ی پرتوی کاتدی :

چند آزمایش تامسون روی پرتو کاتدی به قرار زیر است :

- ۱- با برقراری میدان الکتریکی در بیرون از لوله پرتو کاتدی ، مشاهده کرد که پرتو کاتدی به سمت قطب مثبت منحرف می شود (در میدان مغناطیسی به سمت قطب شمال (N) منحرف می شود .) ← نتیجه : پرتو کاتدی دارای بار منفی است ، بنابراین « از جنس الکترون » می باشد
- ۲- اگر پرتو کاتدی تحت تأثیر میدان الکتریکی قرار نگیرد ، نور سبزرنگ درست در مقابل کاتد روی صفحه ی فلئورسنت دیده می شود . ← نتیجه : پرتو کاتدی به خط راست حرکت می کند
- ۳- تامسون با استفاده از گازهای مختلف (مانند : هیدروژن ، هوا و ...) مشاهده کرد که اتم های گاز شروع به گسیل نور می کنند . ← نتیجه : پرتو کاتدی در هنگام عبور ، گاز رقیق درون لوله را ملتهب (یونیزه) و روشن می کنند .
- ۴- با تغییر جنس کاتد (از آهن به مس) و با تغییر گاز رقیق درون لوله (هیدروژن به هوا) مشاهده کرد که همچنان پرتو کاتدی به وجود می آید . ← نتیجه : همه ی مواد دارای الکترون اند

تذکر : تولید پرتوی کاتدی به « جنس کاتد ، آند و گاز درون لوله » بستگی ندارد .



تامسون موفق شد با آزمایش های خود نسبت پار به جرم الکترون را محاسبه کند . (از راه بررسی انحراف پرتوی کاتی

(در میدان مغناطیسی)

نسبت پار به جرم : $1.76 \times 10^8 \frac{C}{g}$

رابرت میلیکان در سال ۱۹۰۹ توانست مقدار پار الکترون را محاسبه کند .

پار الکترون : $1.602 \times 10^{-19} C$

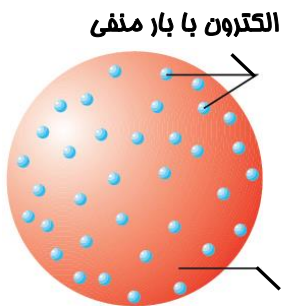
تامسون با استفاده از محاسبات خود و میلیکان توانست جرم الکترون را محاسبه کند .

جرم الکترون : $9.109 \times 10^{-28} g$

نکته : C نمادی برای نمایش کولن ، یکای SI برای بار الکتریکی است .

توجه! توجه! مقدار بار الکتریکی ذره های اتم را نسبت به مقدار پار الکتریکی الکترون می سنجند . در این مقیاس بار الکترون (-۱) در نظر گرفته می شود .

نکات مدل اتمی تامسون : (مدل هندوانه ای یا کیک کشمش)



۱- الکترون های دارای بار منفی درون فضای کروی ابر گونه ای با بار مثبت پراکنده شده اند .

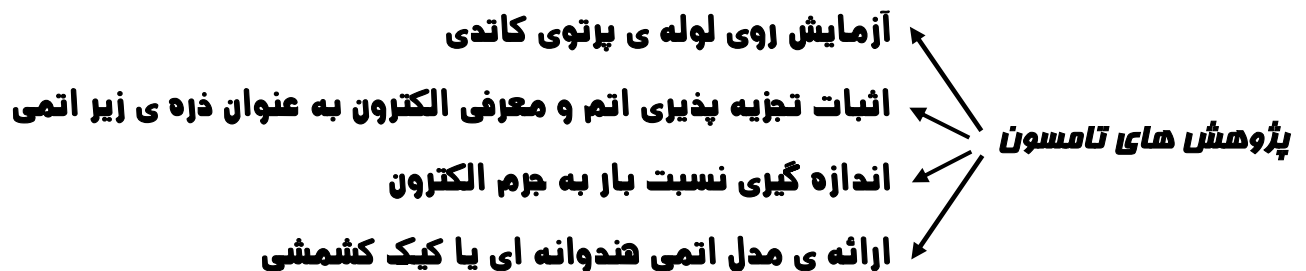
۲- اتم در مجموع خنثی است (مجموع بار منفی = مجموع بار مثبت)

۳- جرم اتم به الکترون های آن بستگی دارد (فضای ابر گونه جرمی ندارد)

۴- جرم زیاد اتم از وجود تعداد بسیار زیادی الکترون در آن ناشی می شود .

فضای کروی ابر گونه ای با بار مثبت

مدل کیک کشمش





تمرین :

۱ - کدام بخش از نظریه ی اتمی دالتون با دانش امروزی مطابقت کامل ندارد ؟ (سراسری ریاضی ۸۶)

(۱) در واکنش های شیمیایی اتم ها به وجود نمی آیند و از بین نمی روند .

(۲) اتم های عنصر های مختلف به هم متصل می شوند و مولکول ها را به وجود می آورند .

(۳) همه ی اتم های یک عنصر، جرم یکسان و خواص مشابه ای دارند .

(۴) در هر مولکول از یک ترکیب معین ، همواره نوع و شمار نسبی اتم های سازنده ی آن یکسان است .

۲ - بر اساس نظریه ی اتمی دالتون ، واکنش های شیمیایی شامل اتمها یا آن ها در مولکول هاست و در

این واکنش ها ، اتم ها خود (سراسری خارج کشور تهری ۸۵ ، سراسری تهری ۸۷)

(۱) ترکیب شدن - گسستن پیوند بین - تجزیه نمی شوند .

(۲) جا به جایی - تغییر در شیوه ی اتصال - تغییری نمی کنند .

(۳) جا به جایی - گسستن پیوند بین - تغییر ماهیت می دهند .

(۴) ترکیب شدن - تغییر در شیوه ی اتصال - تغییر ماهیت می دهند .

۳ - این گفته که بخشی از نظریه ی اتمی دالتون است . (سراسری ریاضی ۹۰)

(۱) فرکانس پرتو X عنصرها با افزایش عدد اتمی آن ها ، افزایش می یابد .

(۲) واکنش های شیمیایی ، شامل جا به جایی اتم ها یا تغییر در شیوه ی اتصال آنها در مولکول ها است .

(۳) الکترون ها که ذره هایی با بار منفی اند ، درون فضای کروی ابر گونه ای با بار الکتریکی مثبت پراکنده اند .

(۴) در اتم هیدروژن الکترون در مسیری دایره ای شکل که مدار نامیده می شود ، دور هسته گردش می کند .

۴ - کدام گزینه درست است ؟ (تالیفی)

(۱) فلونورسانس خواص شیمیایی برخی مواد فلزی است .

(۲) پرتوی لوله ی کاتدی به هنگام عبور گاز رقیق درون لوله را ملتهب می کند .

(۳) از مواد دارای خاصیت فسفرسانس در تولید لامپ نمایشگرها استفاده می شود .

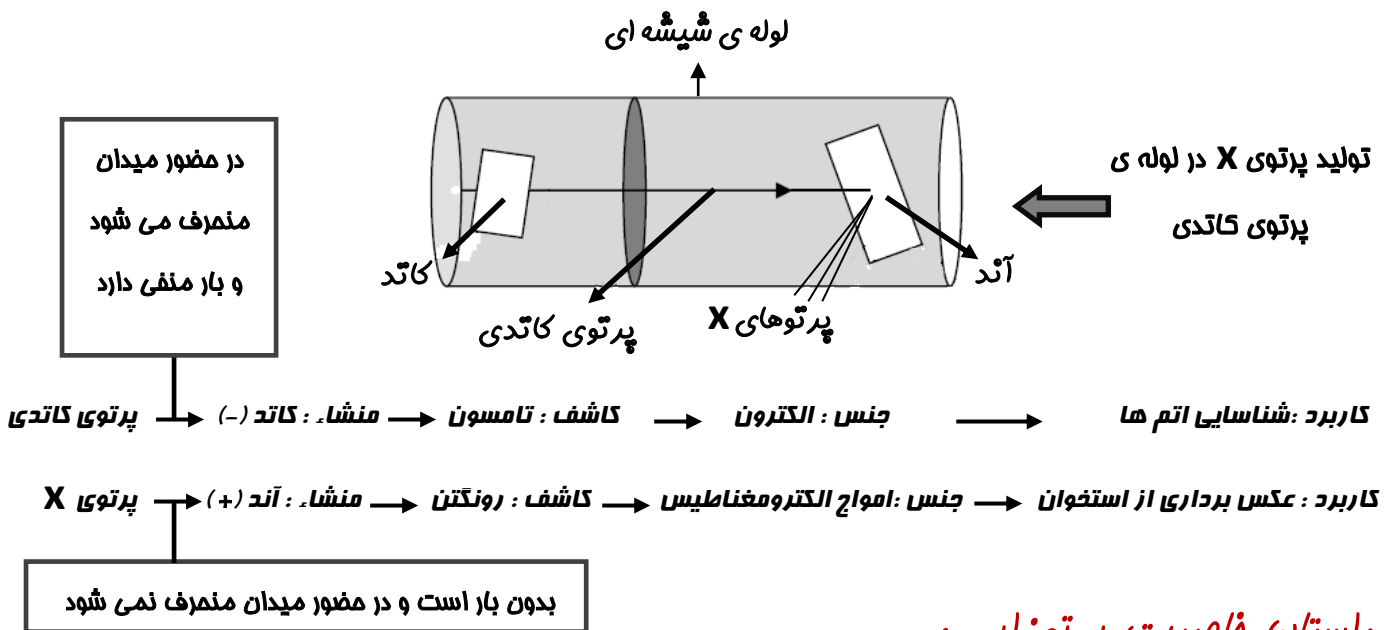
(۴) جریان در لوله ی پرتوی کاتدی از آند به کاتد انتشار می یابد .

پرتوزایی :

خروج خود به خودی پرتو هایی نامرئی حاصل از متلاشی شدن اتم هایی با هسته ی ناپایدار را پرتوزایی گویند. اتم هایی با هسته ی ناپایدار : به اتم هایی گویند که نسبت نوترون ها به پروتون ها ۵/۱ یا بیشتر باشد . به عبارت دیگر اتم هایی که تعداد پروتون های هسته ی آن ها ۸۴ یا بیشتر باشد . مثل : اورانیوم ، رادیوم ، توریم و

پرتوی X :

- ۱- نخستین بار توسط رونتگن کشف شد . ۲- با تابیدن پرتوی کاتدی روی آند فلزی پرتوی X تولید می شود (بمباران آند فلزی توسط پرتوی کاتدی) . ۳- پرتو های X از جنس نور هستند و قدرت نفوذ بالا دارند (طول موج پایین) .
- ۴- از پرتوی X در پزشکی برای عکس برداری (استخوان ها) استفاده می شوند .



داستان خاصیت پرتوزایی :

هانری بکرل روی خاصیت فلئورسانس و فسفرسانس مواد کار می کرد . بکرل با خواندن مقاله ای در مورد چلورنیل تشکیل پرتوی X علاقه مند شد که بداند مواد دارای خاصیت فلئورسانس و فسفرانس هم پرتوی شیه پرتوی X تشکیل می دهند . بکرل بلورهای مواد فلئورسانس و فسفرانس را برای مدتی در برابر نور خورشید قرار می داد و آنها را روی فیلم عکاسی می گذاشت . او بعد از مدتی این فیلم ها را ظاهر می کرد . آزمایش های او روی مواد فسفرانس نشان داده بود که « همواره وضوح تصویر پس از چند ثانیه کاهش می یابد » . بکرل در ادامه ی آزمایشات خود دو قطعه از ترکیب اورانیم دار خود را برداشت ، ولی به دلیل ابری بودن هوا ترکیب اورانیم دار را به همراه فیلم عکاسی در کشوی میز خود قرار داد .

بكرل بعد از چند روز با ظهور این فیلم دو قطعه سیاه رنگ را مشاهده كرد كه وضوح بالایی دارد. این امر نشان می دهد: نور قوی پرفیلم عكاسی تابیده شده است (در عدم نور خورشید). به این ترتیب خاصیت پرتوایی مواد كشف شد.

نکته: هانری بکرل طی آزمایش خود به خاصیت مهمی پی برد كه ماری كوری آن را پرتو زایی و مواد دارای این

خاصیت را پرتوزا نامید (در واقع نام گذاری خاصیتی كه بكرل كشف کرده بود توسط ماری كوری صورت گرفت.)

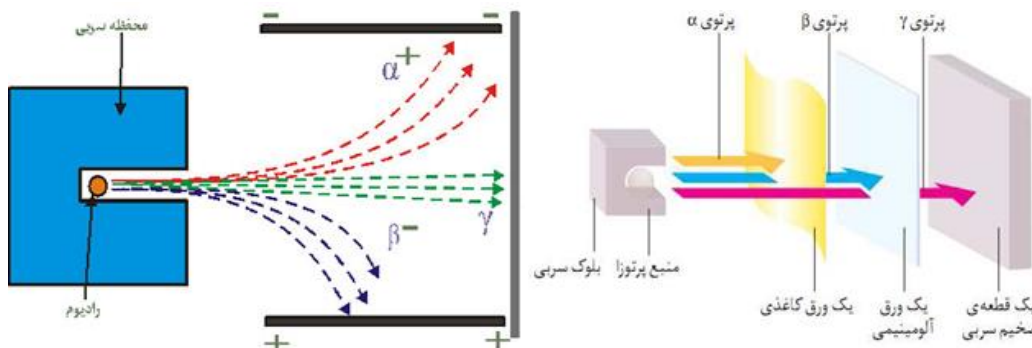
توجه! توجه! ماری كوری ثابت كرد كه خاصیتی كه بكرل كشف کرده بود يك پدیده طبیعی است كه فقط در برخی از عناصر وجود دارد و آن را خاصیت پرتوایی یا رادیواکتیوی نامید.



رادرفورد و پرتو های نامرئی :

رادرفورد با طراحی دستگاهی به این نکته پی برد كه پرتو های نامرئی مواد پرتوزا كه توسط بكرل كشف شده خود

ترکیبی از سه تابش مختلف است : (آلفا) α ، (بتا) β ، (گاما) γ



عبور دادن پرتوهای حاصل از مواد پرتوزا از میدان الکتریکی

مقایسه نفوذپذیری حاصل از مواد پرتوزا

توجه! توجه! هر چه طول موج پرتو کوتاه تر ← قدرت نفوذ بالاتر است.

نکته: علت قرار دادن فلز رادیوم در محفظه ی سربی این است كه پرتوهای منتشر شده از مواد پرتوزا بسیار فطرناك

هستند و می توانند باعث مبتلا شدن انسان به انواع بیماری ها از جمله سرطان شوند. در واقع محفظه ی سربی مانع

عبور پرتوهای مواد پرتوزا می شود.

ویژگی پرتو ها :

پرتو الفا:

۱- دارای بار مثبت است (به سمت قطب منفی منحرف می شود) . ۲- قدرت نفوذ در اجسام کم ، به طوری که از کاغذ عبور نمی کند . ۳- هر ذره ی آلفا از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده ، پس می توان گفت که از جنس هسته ی هلیم ${}^4_2\text{He}^{2+}$ است . ۴- بار هر ذره ی آلفا +۲ است . ۵- جرم یک ذره ی پرتوی آلفا چهار برابر اتم هیدروژن است .

پرتو بتا:

۱- دارای بار منفی است . (به سمت قطب مثبت منحرف می شود) ، بنابراین از جنس الکترون است (مانند پرتو کاتدی) .
۲- قدرت عبور در اجسام متوسط ، به طوری که از کاغذ عبور ، ولی از آلومینیوم عبور نمی کند . ۳- بار هر ذره ی بتا -۱ است .

پرتو گاما:

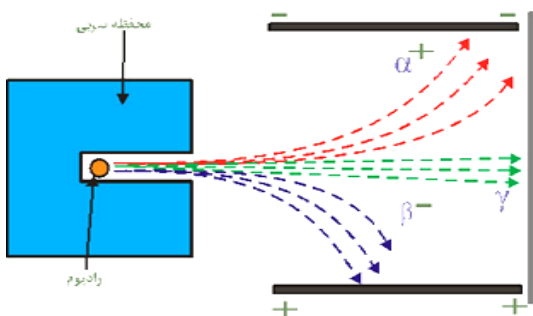
۱- بدون بار (خنثی) است . (بدون انحراف به میر خود ادامه می دهد) ۲- از جنس نور (موج های الکترومغناطیسی) است که طول موج کوتاه ، ولی انرژی زیاد دارد ۳- قدرت نفوذ در اجسام زیاد ، به طوری که از کاغذ و آلومینیوم عبور ولی توسط قطعه ضخیم سربی متوقف می شود .

توجه! توجه! در حضور میدان مغناطیسی هرچه جرم ذرات بردار بیشتر باشد انحراف ذرات بردار کمتر است . بنابراین انحراف پرتو آلفا بسیار کمتر از پرتو بتا است ، زیرا جرم پرتو آلفا که از جنس پروتون و نوترون است ، بیشتر از جرم پرتوی بتا که از جنس الکترون است می باشد .

تفاوت پرتو بتا و پرتو کاتدی :

شباهت : هر دو از جنس الکترون اند .

تفاوت : منشأ پرتو بتا هسته اتم است در حالیکه منشأ پرتوی کاتدی الکترون های پیرامون هسته اتم می باشد .



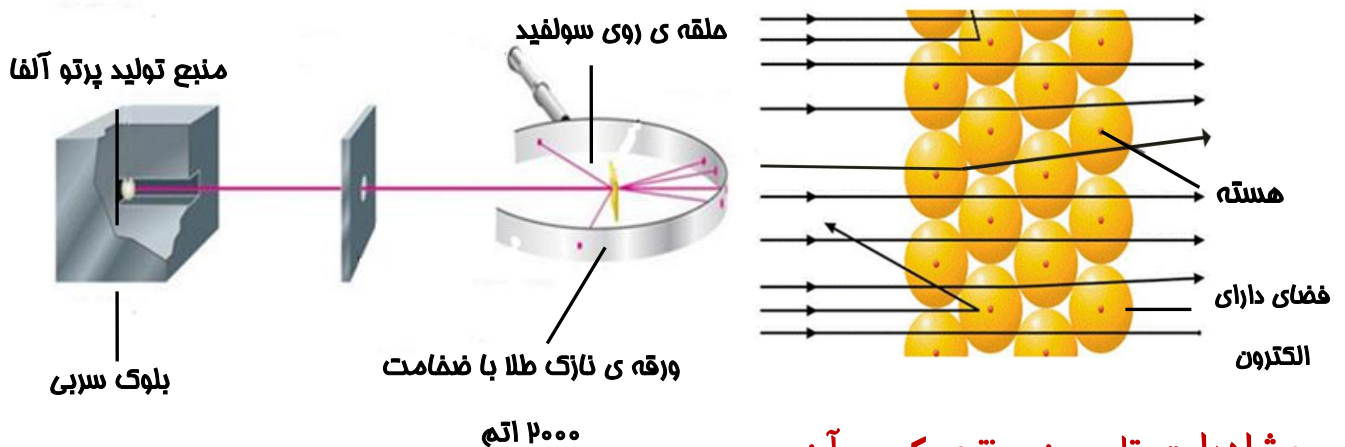
نکته: پدیده γ پرتوهای با کاهش جرم ماده ی پرتوزا همراه است که علت آن خروج ذره های آلفا از هسته ی اتم است . (خروج ذره γ آلفا ، عدد جرمی را به اندازه γ ۴ واحد و عدد اتمی را به اندازه γ ۲ واحد کاهش می دهد . در مقابل ، خروج هر ذره γ بتا یک واحد به عدد اتمی می افزاید . خارج شدن اشعه γ کما تاثیر γ بر عدد جرمی ندارد .)



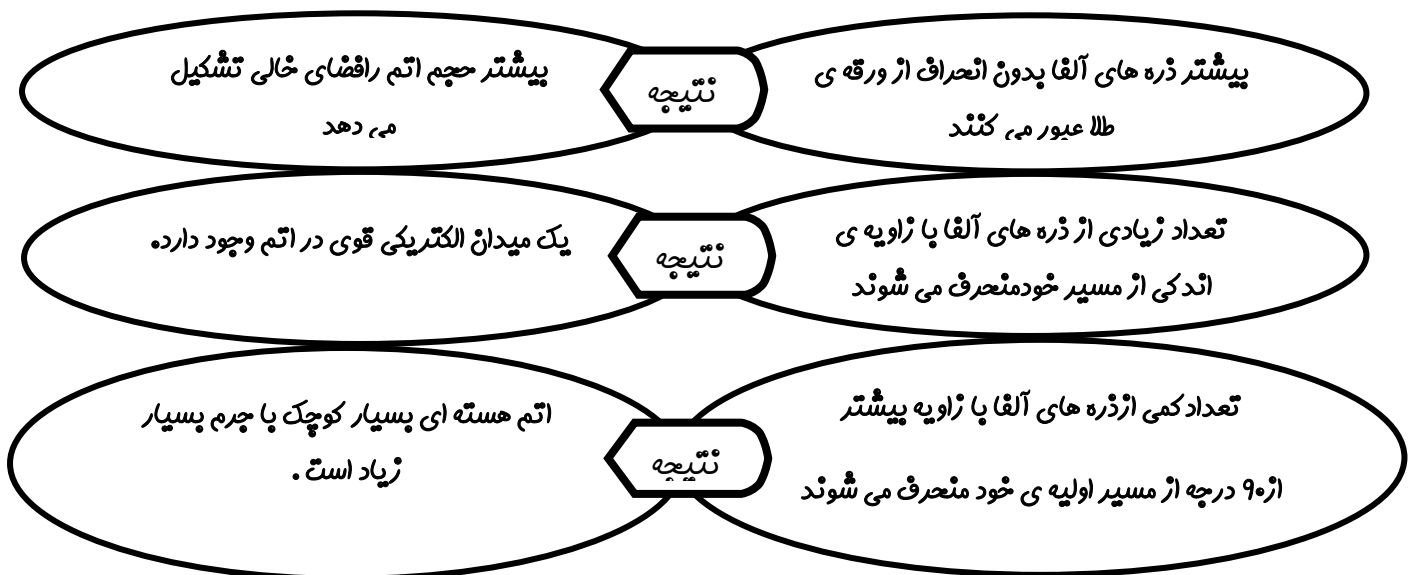
رادرفورد و مدل اتمی هسته دار:

رادرفورد نتوانست تشکیل تابش های مواد پرتوزا (فروچه پرتوی آلفا ، بتا ، گاما) را با مدل اتمی تامسون توجیه کند ، در نتیجه آزمایش زیر را طراحی کرد .

رادرفورد پرتو های آلفا را بر روی ورقه ی نازکی از طلا با ضخامت حدود ۲۰۰۰ اتم تاباند . وی انتظار داشت که با توجه به * مدل اتمی تامسون و * چرم و انرژی زیادی که پرتو های آلفا دارند همه ی ذره های حاصل از پرتو آلفا به راحتی از ورقه نازک طلا عبور کنند . اما او مشاهده کرد که تعدادی از ذره های آلفا (تعداد زیادی با زاویه ی کمتر از ۹۰° و تعداد کمی با زاویه ی نزدیک به ۱۸۰°) از مسیر خود منحرف می شوند . رادرفورد برای توجیه مشاهدات خود بیان کرد که تمام بار مثبت یک اتم در ناحیه ی مرکزی به نام هسته قرار دارد و بیشتر فضای اتم خالی است که الکترون ها در آنجا قرار دارند . این الکترون ها به سرعت در اطراف هسته در حال گردشند . رادرفورد از این رو مدل اتمی خود را مدل اتمی هسته دار نامید .



مشاهدات تامسون و نتیجه گیری آن:





نکته : علت انتساب طلا خاصیت تورق پذیری زیاد آن نسبت به سایر فلزها بود . از فلزهای دیگر هم می شد استفاده کرد .

نکته : رادرفورد با توجه به مشاهدات خود قطر اتم طلا را 10^{-8} cm و قطر هسته ی اتم طلا را 10^{-13} cm مناسبه کرد .

توجه! توجه! **نقص مدل اتمی رادرفورد این بود که « وی به چگونگی حرکت الکترون در اتم اشاره ای نکرده بود » .**

اگر فرض شود که الکترون به دور هسته در حال گردش است باید انرژی خود را پس از مدتی از دست بدهد و به روی هسته سقوط کند . در ضمن مدل اتمی رادرفورد قادر به توضیح طیف نشرخطی هیدروژن نبود .

آزمایش های دیگر رادرفورد منجر به کشف دومین ذره ی زیر اتمی شد که آن را پروتون نامیدند . پروتون دارای بار مثبت می باشد و بزرگی بار آن با بار الکترون برابر است ، ولی جرمی 1837 بار سنگین تر از جرم الکترون دارد .

رادرفورد معتقد بود علاوه بر الکترون و پروتون ، باید ذره ای دیگر در هسته ی اتم وجود داشته باشد که بار الکتریکی ندارد ولی جرم آن برابر با جرم پروتون است ، اما دلیل قانع کننده ای برای آن نداشت ، تا اینکه یکی از شاگردان او به نام جیمز چادویک توانست وجود ذره ای بدون بار را در هسته ی اتم اثبات کند که نام آن را نوترون نامید .

عدد اتمی:

هنری موزلی با اندازه گیری فرکانس پرتوهای X حاصل از فلزهای مختلف ، مشاهده کرد که این فرکانس با افزایش جرم اتم فلز افزایش می یابد . افزایش جرم اتم فلز \longleftrightarrow افزایش فرکانس پرتو X رادرفورد با محاسبه ی مقدار بار مثبت هسته ی اتم هر یک از فلزها نشان داد که بین بار مثبت هسته و فرکانس پرتو X یک رابطه ی مستقیم وجود دارد . سپس رادرفورد با تقسیم مقادیر بار اندازه گیری شده بر مقدار بار الکتریکی پروتون ، عدد صحیحی به دست آورد که به آن **عدد اتمی** گویند . رادرفورد بر این عقیده بود که عدد اتمی همه ی اتم های یک عنصر یکسان است . بنابراین می توان به کمک عدد اتمی نوع عنصر را معین کرد .

توجه! توجه! مطالعه ی گسترده ی موزلی روی پرتوهای X تولید شده از عنصرهای مختلف زمینه ساز کشف

پروتون به عنوان دومین ذره ی زیر اتمی شد . اگر چه استاد او رادرفورد با تجزیه و تحلیل داده های تجربی موزلی به وجود پروتون پیچ برد .

نکته : رادرفورد با استفاده از نتایج بدست آمده توسط موزلی توانست مقدار بار مثبت هسته ی برقی از اتم ها را تعیین کند .



آزمایش روی پرتوی حاصل از مواد پرتوزا ← پرتوی آلفا ، بتا و گاما

ارائه ی مدل اتمی هسته دار ،

آزمایش بمباران ورقه ی نازک طلا ← بدست آوردن قطر اتم طلا

و قطر هسته ی اتم طلا

کشف دومین ذره ی زیر اتمی (پروتون)

نشان دادن رابطه ی مستقیم بین مقدار بار مثبت هسته و فرکانس پرتو X

حاصل از آند فلزی

بدست آوردن عدد اتمی (از تقسیم بار هسته بر بار یون)

پژوهش های رادرفورد

نمرین:

(سراسری ریاضی ۱۵)

۵ - کدام مطلب درست است ؟

- (۱) پروتون، نخستین ذره ی زیر اتمی شناخته شده است.
- (۲) هاندی بکل به طور تصادفی به پدیده ی مهمی پی برد و آن را پرتو زایی نامید.
- (۳) حتی اگر اتمی 100 الکترون داشته باشد، جرم آن ها تأثیر چشم گیری بر جرم آن اتم ندارد.
- (۴) رادرفورد به کمک مدل اتمی تامسون توانست تابش های ناشی از مواد پرتو زا را توجیه کند.

(سراسری خارج کشور تهری ۱۶)

۶ - کدام مطلب نادرست است ؟

- (۱) نسبت پار به جرم الکترون توسط تامسون اندازه گیری شد.
- (۲) پار الکترون توسط رابرت میلیکان اندازه گیری شد.
- (۳) ارنست رادرفورد نشان داد که تابش های پرتو زا، خود شامل سه نوع تابش متمایزند.
- (۴) جیمز چادویک، توانست مقدار پار هسته ی اتم و عدد اتمی عنصرها را تعیین کند.

(سراسری خارج کشور تهری ۱۷)

۷ - کدام مطلب نادرست است ؟

- (۱) موزلی و همکارانش در ۱۹۱۹، دومین ذره ی سازنده ی اتم را کشف کردند.
- (۲) جرم پروتون، 1836 برابر جرم الکترون و اندکی از جرم نوترون کم تر است.
- (۳) رادرفورد، ۱۲ سال قبل از کشف نوترون، وجود آن را در اتم پیش گوئی کرد.
- (۴) موزلی نشان داد که فرکانس پرتو های X عنصرها، با افزایش جرم اتم ها افزایش می یابد.

۸ - نخستین بار وجود را در اتم کشف کرد و روشن ساخت که تابش های حاصل از پرتو زا، از نوع

(سراسری خارج کشور ریاضی ۱۸)

پرتوی متفاوت تشکیل شده است.

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| (۱) موزلی- نوترون- دو | (۲) موزلی- هسته- سه |
| (۳) رادرفورد- نوترون- دو | (۴) رادرفورد- هسته- سه |

(سراسری خارج کشور ریاضی ۱۶ و سراسری تهری ۱۸)

۹ - کدام مطلب درست است ؟

- (۱) قطر اتم طلا، حدود 10^8 برابر قطر هسته ی آن است.
- (۲) پرتوهای گاما، جریانی از الکترون های پرانرژی با قدرت نفوذ بسیار زیادند.
- (۳) قدرت نفوذ سه جزء تشکیل دهنده ی تابش های پرتو زا، به ترتیب $\gamma > \alpha > \beta$ است.
- (۴) ذره های آلفا و بتا، در میدان الکتریکی در دو جهت اما با زوایای برابر، منحرف می شوند.



۱۰ - ماهیت پرتو های گاما ، از نوع است و از میدان الکتریکی می شوند . (سراسری خارج کشور ریاضی ۱۹)

- (۱) الکترون های پراثرژی - بدون انحراف خارج
- (۲) تابش الکترومغناطیسی - بدون انحراف خارج
- (۳) الکترونهای پراثرژی - به سمت قطب مثبت کشیده
- (۴) تابش الکترومغناطیسی - به سمت قطب مثبت کشیده

۱۱ - کدام مطلب درست است ؟ (سراسری خارج کشور تهرمی ۱۹)

- (۱) شمار پروتون های هسته ی هر اتم را ، عدد جرمی آن می گویند .
- (۲) جرم نوترون ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون و اندکی از جرم پروتون کمتر است .
- (۳) موزلی نشان داد که طول موج پرتو های X عنصرها با افزایش جرم اتمی آن ها کاهش می یابد .
- (۴) رادرفورد و همکارانش در (۱۹۱۱ ، دومین ذره ی سازنده ی اتم (پروتون) را در هسته اتم کشف کردند .

۱۲ - کدام مطلب درست است ؟ (سراسری تهرمی ۹۰)

- (۱) تالس فیلسوف یونانی ، چهار عنصر آب ، هوا ، خاک و آتش را سازنده ی کاینات می دانست .
- (۲) ابزارهای یونانیان برای مطالعه ی طبیعت شامل مشاهده کردن ، اندیشیدن ، پژوهش های علمی و نتیجه گیری از آن ها بود .
- (۳) اگر یک عنصر پرتو α ، دو ذره ی α به همراه تابش های β و γ از دست بدهد ، جرم اتمی میانگین آن تقریباً هشت واحد کاهش می یابد .
- (۴) روی سولفید (ZNS) از جمله مهم ترین مواد فسفرسانس است که با قطع شدن منبع نور تابش آن قطع می شوند .



عدد اتمی و عدد جرمی :

عدد اتمی : به تعداد پروتون های یک اتم عدد اتمی گویند و آن را با Z نشان می دهند .

عدد جرمی : به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های موجود در هسته اتم عدد جرمی گویند و آن را با A نمایش می دهند
توجه! توجه! از آنجا که اتم زره 1 خنثی است، بنابراین باید تعداد پروتون ها (عدد اتمی) با تعداد الکترون ها برابر باشند.

● نماد یک عنصر را به صورت روبه رو نشان داده می شود .

$$\overset{Z}{A}M \leftarrow$$

● بین عدد جرمی (A) عدد اتمی (Z) ، تعداد نوترون ها (N) و تعداد الکترون ها (e) روابط زیر برقرار است :

$$Z = P \quad , \quad A = Z + N \quad , \quad e = Z - (\pm n)$$

● در هسته ی اتم تعداد نوترون ها یا برابر پروتون ها است یا از پروتون ها بیشتر است. به جز اتم هیدروژن معمولی (پروتیم) که نوترون ندارد.

● ماهیت شیمیایی یک اتم توسط پروتون ها (عدد اتمی) و رفتار شیمیایی آن توسط الکترون ها تعیین می شود .

● به پروتون یا نوترون نوکلئون یا ذره ی سازنده ی هسته می گویند .

● جرم یک اتم به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته ی آن بستگی دارد (عدد جرمی)

● در حالت عادی اتم از لحاظ الکتریکی فنتی است (تعداد الکترون ها برابر تعداد پروتون ها) ، ولی در حالت یونی تعداد پروتون ها

ثابت و تعداد الکترون ها تغییر می کنند . (اگر اتم الکترون بگیرد یا از دست بدهد به یون تبدیل می شود .)

ایزوتوپ :

دانشمندان برای اندازه گیری دقیق جرم اتم از وسیله ای به نام « طیف سنج جرمی » استفاده می کنند که باعث معرفی ایزوتوپ شد .

به اتم های یک عنصر که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند ایزوتوپ گویند . در واقع عدد اتمی یا پروتون در تمام اتم های یک عنصر یکسان است و تفاوت جرم به تعداد نوترون ها بستگی دارد .

ایزوتوپ ها در خواص شیمیایی با هم شباهت دارند ولی در خواص فیزیکی (خواص وابسته به جرم مثل : چگالی ، جرم و ...) با هم تفاوت دارند . (خواص شیمیایی یک عنصر به وسیله ی پروتون ها و الکترون هایی موجود در اتم آن عنصر تعیین می شود پس در خواص شیمیایی با هم شباهت دارند .)

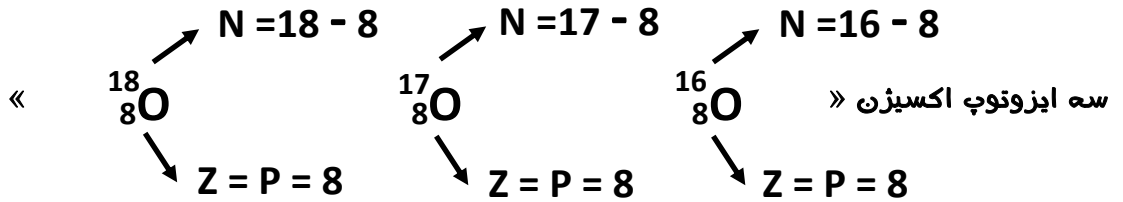
| تعداد الکترون | تعداد پروتون | تعداد نوترون | عدد اتمی (Z) | عدد جرمی (A) | خواص فیزیکی | خواص شیمیایی | خواص فیزیکی ترکیب های شیمیایی مربوطه |
|---------------|--------------|--------------|------------------|------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|
| مشابه | مشابه | مشابه | متفاوت | متفاوت | متفاوت | مشابه | متفاوت |

مشابه یا متفاوت بودن ایزوتوپ های یک عنصر

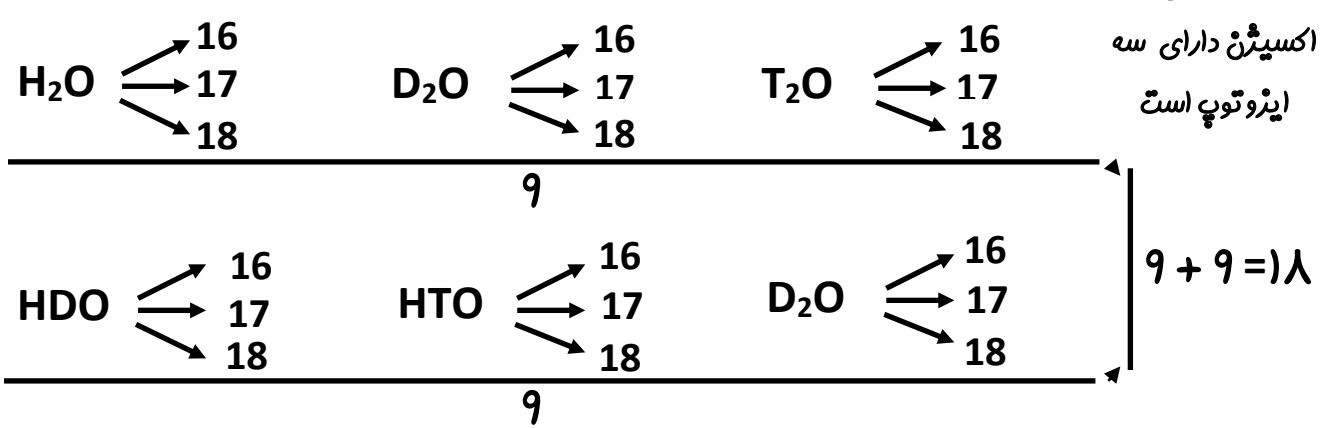


سه ایزوتوپ هیدروژن

$\frac{1}{1}\text{H}$ (پروتیم = هیدروژن معمولی) ← تنها ایزوتوپی است که نوترون ندارد .
 $\frac{1}{2}\text{D}$ (دونریم = هیدروژن سنگین) ← D_2O به دلیل چگالی بالای آن در H_2O فرو می رود
 $\frac{1}{3}\text{T}$ (تریتمیم = هیدروژن پرتوزا)



باتوجه به ایزوتوپ های هیدروژن و اکسیژن می توان در یک نمونه ی طبیعی آب ۱۸ نوع مولکول آب یافت :



برای بدست آوردن جرم مولی هریک از مولکول های فوق باید جرم اتم های تشکیل دهنده ی آن را جمع کرد .

مثال : $\text{HDO} = 1 + 2 + 16 = 19$, $\text{HDO} = 1 + 2 + 17 = 20$, $\text{HDO} = 1 + 2 + 18 = 21$

توجه ! توجه ! چگالی D_2O از H_2O بیشتر است . در نتیجه یک قطعه یخ D_2O در آب معمولی (H_2O) فرو می رود .

نکات حفظی در مورد ایزوتوپ ها :

- در بین ایزوتوپ های یک عنصر ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد ، پایدارتر است .
- پایداری ایزوتوپ ها به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته بستگی دارد . (برای نمونه هسته های ۸۴ یا بیشتر از این تعداد پروتون دارند ناپایدارند اما برطبق یک قاعده ی کلی اگر درهسته ای نسبت نوترون ها به پروتون ها ۱/۵ یا بیشتر از این تعداد باشد هسته ی یاد شده ناپایدار خواهد بود . این هسته ها بر اثر تلاشی هسته ای به هسته های پایدار تبدیل می شوند .)
- برخی عناصرها مانند : F ، ^{15}P و ^{13}Al فقط یک نوع ایزوتوپ دارند و برخی عناصرها دارای دو یا تعداد بیشتری ایزوپ پایدار هستند . برای نمونه قلع (Sn) دارای ۱۰ ایزوتوپ پایدار است .
- تاکنون بیش از ۲۳۰۰ ایزوتوپ مختلف (طبیعی و سافتمگی) شنانفته شده است که در این میان فقط ۲۷۹ ایزوتوپ پایدار است .
- از رادیو ایزوتوپ ید - ۱۳۱ برای تشخیص بیماری های غده ی تیروئید استفاده می کنند .

اندازه گیری جرم اتم :

شیمیدان ها در گذشته موفق شدند جرم بسیاری از عناصر شناخته شده تا آن زمان را به طور نسبی اندازه گیری کنند و چون استفاده از این نسبت ها در محاسبه های آزمایشگاهی کاری دشوار بود شیمیدان ها استاندارد برای اندازه گیری جرم اتم ها انتخاب کردند .

شیمیدان ها به ترتیب ابتدا هیدروژن سپس اکسیژن را به عنوان استاندارد برای اندازه گیری جرم اتم ها انتخاب کردند تا اینکه سرانجام فراوان ترین ایزوتوپ کربن (کربن ۱۲) برای این منظور انتخاب شد . این اتم کربن ۶ پروتون و ۶ نوترون

$$1 \text{amu} = 1 \text{Dalton} = \frac{1}{12} {}^{12}_6\text{C} = 1/66 \times 10^{-24} \quad \left[{}^{12}_6\text{C} \right] \leftarrow$$

از هر ۱۰۰۰ اتم کربن موجود در نمونه های طبیعی ۹۸۹ اتم کربن ۱۲ و ۱۱ اتم کربن ۱۳ است .

یک (واحد) جرم اتمی amu است . هر amu برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ۱۲ است .

جرم یک پروتون و نوترون تقریباً برابر با amu (است ، در حالی که جرم هر الکترون تقریباً $\frac{1}{1836}$ این مقدار است .

| جرم | | بار الکتریکی نسبی | نماد | نام ذره |
|-------------------------|--------|----------------------|---------------------|---------|
| g | amu | | | |
| 9.109×10^{-28} | ۰/۰۰۰۵ | -) | ${}^0_{-1}\text{e}$ | الکترون |
| 1.673×10^{-24} | ۱/۰۰۷۳ | +)) | ${}^1_1\text{p}$ | پروتون |
| 1.675×10^{-24} | ۱/۰۰۸۷ | • | ${}^1_0\text{n}$ | نوترون |

جرم اتمی: جرم اتم بر حسب واحد کربنی (amu) را جرم اتمی گویند . (مثلاً وقتی می گوئیم جرم اتمی لیتیم برابر ۷ است یعنی جرم هر اتم لیتیم برابر ۷ واحد کربنی است .)

جرم اتمی یک عنصر با عدد جرمی آن عنصر تقریباً برابر است ، زیرا جرم الکترون بسیار ناچیز است .

جرم مولی: عبارت است از جرم یک مول ذره (اتم ، مولکول ، یون) . یکای جرم مولی گرم بر مول می باشد .

نکته: جرم مولی یک عنصر از نظر عددی برابر جرم اتمی آن است ، با این تفاوت که یکای جرم مولی گرم بر مول و یکای جرم

اتمی amu است (به طور کلی می توان گفت که جرم اتمی ، عدد جرمی و جرم مولی از نظر تعریف و مفهوم با یکدیگر

تفاوت دارند ولی از نظر عددی تقریباً با هم برابراند .)



جرم اتمی میانگین :

باتوجه به وجود ایزوتوپ ها و تفاوت در فراوانی آن ها برای گزارش جرم نمونه های طبیعی از اتم عنصرهای مختلف ، جرم اتمی میانگین به کار می رود . برای تعیین جرم اتمی میانگین عنصرها از رابطه ی زیر استفاده می کنیم :

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

F_1 و F_2 : نسبت فراوانی ایزوتوپ ها

M_1 و M_2 : جرم اتمی یا عدد جرمی ایزوتوپ ها

مثال :

نکته : برای بدست آوردن درصد جرمی یک عنصر از یک ترکیب کافی است که جرم مولی آن عنصر را بر جرم مولی

تمامی ترکیب تقسی مکرده و در عدد ۱۰۰ ضرب می کنید . مثال : درصد جرمی هیدروژن در H_2SO_4

($S = 32$, $O = 16$, $H = 1$ $g \cdot mol^{-1}$)

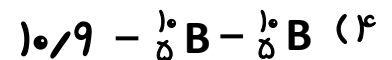
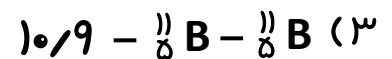
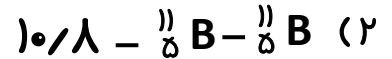
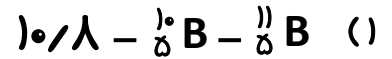
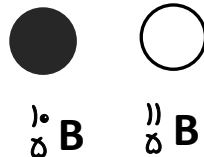
$$\frac{2H}{2H+S+4O} \times 100 = \frac{2(1)}{2(1)+32+4(16)} \times 100 = 2\%$$



تمرین :

۱۳ - باتومبه به شکل رو به رو ، که اتم های بور را در بور طبیعی نشان می دهد ، می توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ بیشتر و پایدار تر است و جرم اتمی میانگین بور برابر با amu است .

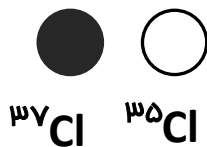
(سراسری خارج کشور تهرمی ۱۵)



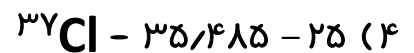
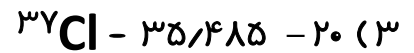
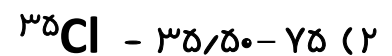
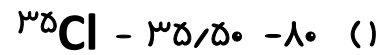
۱۴ - بر اساس شکل زیر که توزیع نسبی اتم های کلر را در کلر طبیعی نشان می دهد ، می توان دریافت که درصد کلر طبیعی را ایزوتوپ ${}^{35}\text{Cl}$ تشکیل می دهد جرم اتمی میانگین کلر برابر با و امد جرم اتمی است و



(سراسری تهرمی ۱۵)



ایزوتوپ پایدارتر است؟



۱۵ - چون اندازه گیری با دستگاه طیف سنج جرمی ، نشان داده است که جرم همه ی اتم های یک عنصر ، برابر و در نتیجه ، شمار های آن ها باید باشد ، از آن جا موضوع اتم های ایزوتوپ مطرغ شد که با مدل اتمی

(سراسری خارج کشور ریاضی ۱۷)

در واقع ، دارد .

(۲) است - نوترون - برابر - تامسون - مطابقت

(۱) است - پروتون - برابر - رادرفورد - مطابقت

(۴) نیست - نوترون - نا برابر - دالتون - مغایرت

(۳) نیست - پروتون - نا برابر - رادرفورد - مغایرت

۱۶ - با استفاده از دستگاه طیف سنج جرمی ، می توان دریافت که مدل اتمی دالتون ، همه ی اتم های یک عنصر ، جرم برابر و چون شمار های اتم های هر عنصر یکسان است ، پس باید شمار های آنها

(سراسری ریاضی ۱۷)

باشد .

(۲) مطابق - دارند - نوترون - پروتون - برابر

(۱) مطابق - دارند - پروتون ها - نوترون ها - برابر

(۴) برخلاف - ندارند - نوترون ها - پروتون ها - نا برابر

(۳) برخلاف - ندارند - نوترون ها - پروتون ها - نا برابر



۱۷- اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{1836}$ جرم هر یک از ذره های پروتون و نوترون فرض شود، نسبت جرم الکترون ها در اتم ${}^{12}_2\text{A}$ ، به جرم این اتم به کدام کسر نزدیک تر است؟ (سراسری تجربی ۱۹)

(۱) $\frac{1}{1000}$ (۲) $\frac{1}{2000}$ (۳) $\frac{1}{4000}$ (۴) $\frac{1}{5000}$

۱۸- یون فرضی X^{3+} دارای ۱۴ الکترون است. کدام گزینه صحیح است؟ (تألیفی)

- (۱) تعداد پروتون در آن برابر ۱۴ است.
 (۲) تعداد نوترون با تعداد پروتون برابر است.
 (۳) تعداد نوترون در آن برابر ۱۹ است.
 (۴) تعداد نوترون برابر ۱۴ و تعداد پروتون برابر ۱۷ است.

۱۹- اگر در یون فرضی X^{4+} تفاوت شمار الکترون و نوترون برابر با ۹ باشد، تعداد نوترون در آن برابر و

جرم اتمی آن تقریباً amu است؟ (تألیفی)

(۱) ۵۲ ، ۲۸ (۲) ۵۲ ، ۲۹ (۳) ۵۳ ، ۲۸ (۴) ۵۳ ، ۲۹

امواج الکترو مغناطیس:

هر ذره ی باردار در فضای اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد می کند . اگر این ذره ی باردار در حرکت باشد دارای میدان مغناطیسی خواهد بود . آثار میدان مغناطیسی یک ذره ی باردار که دارای حرکت نوسانی است به صورت امواجی می باشد که در دو سطح عمود بر هم نوسان می کنند .

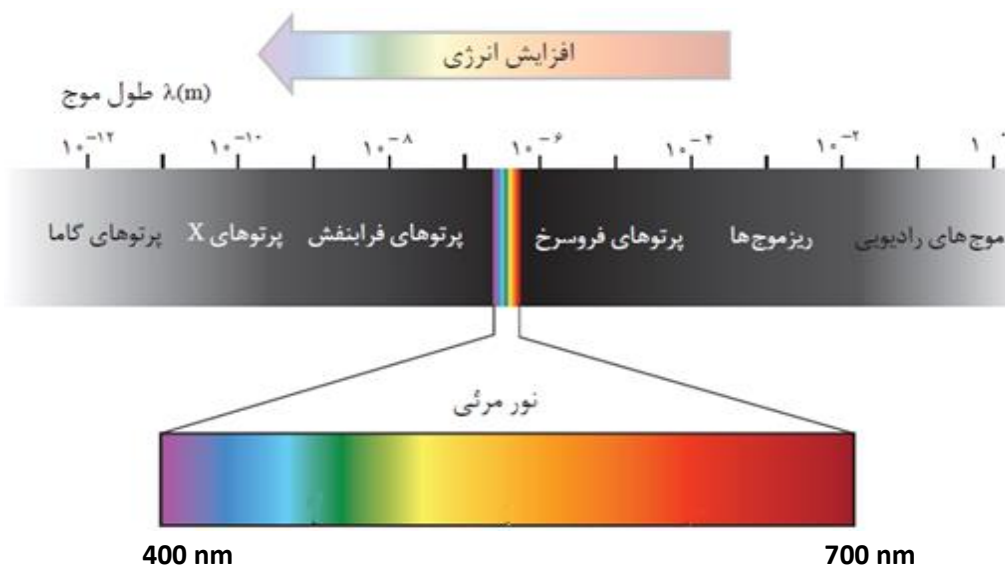
موج های الکترومغناطیسی طیف گسترده ای از نظر طول موج دارند که به ترتیب طول موج به صورت زیر می باشند :



پرتو گاما > پرتو X > فرابنفش > نور مرئی > فرو سرخ > ریزموج ها > موج های رادیویی : ترتیب طول موج
بنفش نیلی آبی سبز زرد نارنجی قرمز : رنگ

طول موج پرتو های الکترو مغناطیس با انرژی آن رابطه ی عکس دارند (هرچه طول موج بیشتر انرژی کمتر)

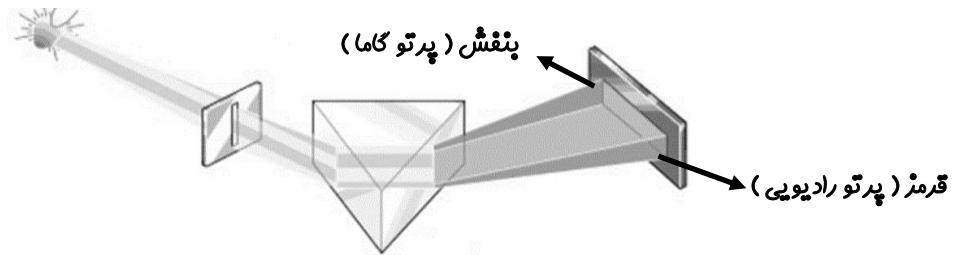
« بیشترین انرژی ← پرتو گاما کمترین انرژی ← موج های رادیویی »



- نوری که ما قادر به دیدن می کند طول موجی پهن ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارد . اگر ابعاد جسم از نصف کمترین طول موج کوچکتر نباشد می توان از آن جسم تصویر برداشت (ابعاد آن از ۲۰۰ نانومتر بیشتر باشد) .
- نخستین پار نیوتون اعلام کرد که نور به هنگام عبور از منشور طیفی پیوسته از رنگ های شیار رنگین کمان به وجود می آورند که این طیف همه ی طول موج های نور مرئی را نشان می دهد .



● امواج الکترومغناطیس به هنگام عبور از منشور تغییر جهت می دهند. هرچه طول موج کوتاه تر باشد تغییر جهت بیشتر است. [رنگ بنفش (پرتو گاما) بیشترین تغییر جهت و در رنگ قرمز (پرتو رادیویی) کمترین تغییر جهت را دارد]



رنگ و شعله ی آتش :

چینی ها اولین کسانی بودند که باروت سیاه را تهیه کردند. باروت سیاه مخلوطی است از : پتاسیم نیترات (KNO_3) ، گرد زغال (C) و گوگرد (S)

با اضافه کردن پراده های آهن به باروت سیاه جرقه های آتش به رنگ نارنجی در می آیند .

نمک های مس ، استرانسیم و پاریم رنگ هایی زیبا و گرد منیزیم و آلومینیم نور سفید خیره کننده ای به جرقه های آتش می بخشد .

از آزمون شعله برای شناسایی فلز موجود در یک ترکیب شیمیایی (نمک) استفاده می شود. در آزمون شعله هر فلز رنگ خاصی به شعله می بخشد (نمک های لیتیم، سدیم ، کلسیم و پتاسیم به ترتیب رنگ شعله را به رنگ سرف (قرمز) ، زرد ، سرف آجری و بنفش تغییر می دهد .)

| رنگ شعله | فلز موجود در ترکیب |
|----------------------------------|--------------------------------|
| نارنجی سبز سفید خیره کننده | آهن مس منیزیم و آلومینیم |

نکته : می توان با یک افشانه ی دستی مملول نمک این فلزها را در اتانول تهیه کرد و با افشاندن آن در شعله تغییر رنگ آن را مشاهده کرد. در آزمون شعله ، اگر نمک به کار برده شده فلوس بالایی نداشته باشد ، رنگ شعله همانند آنچه انتظار می رود نخواهد بود .

نکته : برای بررسی رنگ شعله ی ترکیب شیمیایی فلزدار می توان یک گلوله ی پنبه ای را به کمک گیره ی بوتله برداشته و پس از آغشته کردن به مملول ترکیب شیمیایی فلزدار آن را روی شعله ی چراغ قرار دهیم و تغییر رنگ را مشاهده کنیم .
علت تغییر رنگ : در اثر شعله ی چراغ یونان الکترون های فلز برانگیخته شده و به هنگام بازگشت به جای اولیه ی خود ، تفاوت سطح انرژی را به صورت نور مرئی معین آزاد می کند .

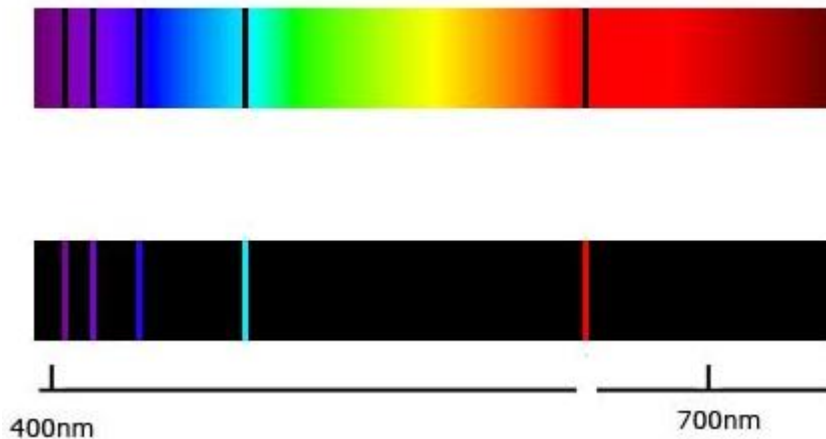
نکته : در آزمون شعله اگر نمک به کار برده شده درصد فلوس بالایی نداشته باشد ، رنگ شعله همانند آنچه انتظار می رود نخواهد شد .



رابرت بونزن :

چراغ پوترن یکی از نوآوری بونزن است . بونزن با طراحی دستگاهی به نام طیف پین توانست طیف نشر خطی چند ترکیب فلزدار را بدست آورد . بونزن مقداری از ترکیب مس دار (مانند کات کپود) را در شعله ی مشعل این دستگاه قرار داد و مشاهده کرد که رنگ آبی شعله به رنگ سپر می سوزد (مطابق با جرقه های آتش در هنگام آتش بازی) . وی با عبور دادن این نور از منشوری که در دستگاه تعبیه شده بود مشاهده کرد که رنگ سبز به چند متفاوت تجزیه و روی فیلم ظاهر شده و آن را طیف نشر خطی نامید .

طیف نشر خطی اتم : الکترون ها با کسب انرژی تحریک (برانگیخته) می شوند و به تراز بالاتر انرژی صعود می کنند . هنگام برگشت الکترون به مدار پایین تر ، این انرژی را به صورت فوتون های از خود منتشر می کنند که منجر به پیدایش طیف نشر خطی اتم می شود . مناسب ترین شیوه برای از دست دادن انرژی الکترون برانگیخته شده « نشر نور » است



بونزن ثابت کرد که هر فلز طیف نشر خطی خاص خود را دارد و می توان از این طیف برای شناسایی فلز مورد نظر بهره گرفت . (مانند اثر انگشت در انسان) .

کاربرد طیف نشر خطی از برخی جنبه ها مانند خط نماد روی بسته های مواد غذایی یا کلاه های دیگ است .

بونزن و همکارانش حین بررسی طیف یک سنگ معدنی لیتیم دار عنصر های روییدیم و سزیم را کشف کردند .

(روییدیم = سرخ سزیم = آبی)

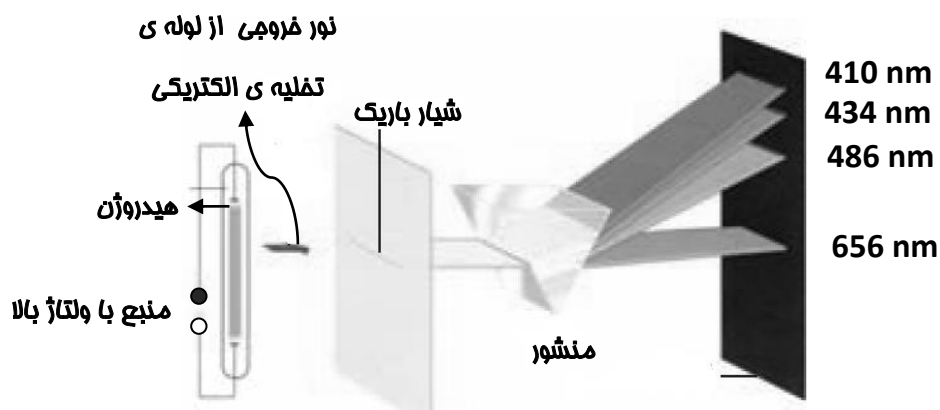
طیف نشر خطی گسسته است (خط ها از هم جدا هستند) .

دستگاه طیف بین :

لوله ای شیشه ای که در هر طرف آن یک الکتروود (کاتد و آند) نصب شده است (مشابه پرتو کاتدی). در داخل لوله بخار فلزی را که می خواهیم طیف آن را بدست آوریم در فشار کم قرار می دهند و یک ولتاژ قوی بین دو الکتروود ایجاد می کنند تا بخار فلز ملتهب شود و نور تولید کند.

طیف نشر فطی هیدروژن :

در بخش مریی طیف نشر خطی هیدروژن ، چهار خط دیده می شود . نخستین بر آنکسترم چهار خط طیف نشر خطی هیدروژن را یافت و نه سال بعد موفوق به اندازه گیری دقیق طول موج هر خط شد . هنگامی که بر یک لوله ای تخلیه ای الکتریکی (لوله ای شیشه ای دارای کاتد و آند) دارای گاز هیدروژن با فشار کم ، ولتاژ بالایی اعمال شود ، بر اثر تخلیه ای الکتریکی گاز درون لوله به رنگ صورتی روشن به التهاب در می آید . با عبور دادن این نور از منشور طیف نشر خطی هیدروژن بدست می آید .



نکته : انرژی زیاد ایجاد شده به هنگام تفلیه ای الکتریکی باعث شکسته شدن مولکول هیدروژن (H_2) و تبدیل آن به اتم های هیدروژن جدا از هم می شود . انرژی جنبشی اتم های هیدروژن در مقایسه با مولکول هیدروژن بیشتر است .

| نمونه ای تشکیل | طول موج (nm) | رنگ خط |
|---------------------------------------|--------------|--------|
| ناشی از انتقال الکترون از تراز ۳ به ۲ | ۶۵۶ | قرمز |
| ناشی از انتقال الکترون از تراز ۴ به ۲ | ۴۸۶ | سبز |
| ناشی از انتقال الکترون از تراز ۵ به ۲ | ۴۳۴ | آبی |
| ناشی از انتقال الکترون از تراز ۶ به ۲ | ۴۱۰ | بنفش |

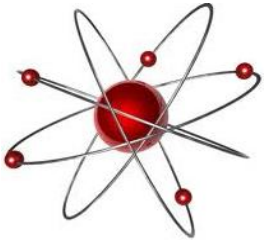
نکته : انتقال الکترون از هر تراز به

تراز دیگر ممکن است اما فقط انتقال الکترون از ترازهای ۶ ، ۵ ، ۴ و ۳ به تراز ۲ در بخش مریی قرار می گیرند .



مدل اتمی بور :

بور در راه کشف ارتباطی با معنا میان طیف نشر خطی هیدروژن و ساختار اتم مدل تازه ای را برای اتم هیدروژن با فرض های زیر پیشنهاد کرد :



۱- الکترون در اتم هیدروژن در مسیری دایره ای شکل به دور هسته گردش می کند.

طبق نظریه کوانتوم این فرض با دانش امروزی مطابقت ندارد زیرا نمی توان میردقیقی برای حرکت الکترون در نظر گرفت.

۲- انرژی الکترون با فاصله آن از هسته رابطه ی مستقیم دارد (هرچه الکترون دورتر از هسته ، انرژی بیشتری پیدا می کند ، تا پایدارتر در واقع بین انرژی الکترون با پایداری آن رابطه ی عکس وجود دارد).

۳- الکترون فقط می تواند در فاصله ی معین و ثابتی پیرامون هسته گردش کند . در واقع الکترون مجاز است مقدار معینی انرژی را بپذیرد . به هر یک از این مسیر های دایره ای مجاز (مدار ها) تراز انرژی می گویند .

۴- الکترون معمولاً در پایین ترین تراز انرژی ممکن (نزدیک ترین مدار به هسته) قرار دارد که به این تراز انرژی حالت پایه می گویند .

۵- با دادن مقدار معینی انرژی به الکترون می توان آن را قادر ساخت تا از حالت پایه (تراز یا انرژی کمتر) به حالت پراکنده (تراز یا انرژی بالاتر) انتقال یابد .

۶- الکترون در حالت پراکنده تا پایدار است و تمایل دارد انرژی گرفته شده را از دست بدهد و به حالت پایدار باز گردد.

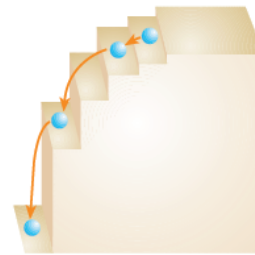
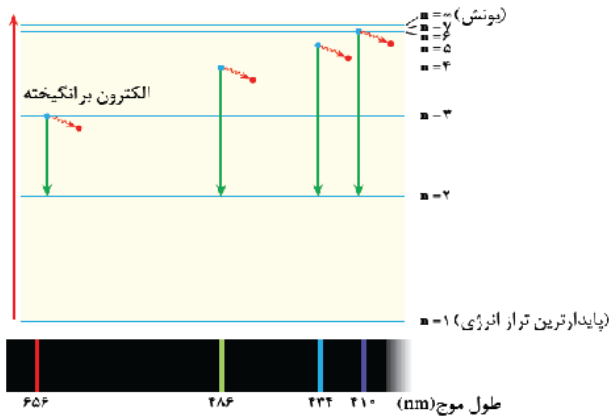
توجه! توجه! مناسب ترین روش برای الکترون جهت از دست دادن انرژی بین دو تراز «نشر نور» است . به این انرژی که به صورت یک بسته بین دو سطح انرژی در اطراف هسته جهش می کند (مبادله می شود) کوانتوم می گویند.

نکته: هر بسته انرژی را یک فوتون می گویند . هرچه فاصله ی بین دو تراز انرژی بیشتر باشد ، جهش الکترون بین آن دو ، به انرژی بیشتری نیاز دارد ، بنابراین فوتون حاصل دارای طول موج کوتاه تر و در نتیجه انرژی و فرکانس بیشتری می باشد .



نکته: کوانتیده به معنی تکه تکه شده است؛ تکه هایی که همگی با هم برابراند.

مدل اتمی بور نشان می دهد که انرژی الکترون در یک اتم کوانتیده است. یعنی یک الکترون در یک اتم نمی تواند هر مقدار انرژی را داشته باشد؛ بلکه فقط داشتن مقدار معینی انرژی برای الکترو امکان پذیر است. بهر به هر یک از این ترازهای انرژی کوانتومی عدد خاص نسبت دارد آن را عدد کوانتومی اصلی (n) نامید.



توجیه بخش مری طیف نشری خطی اتم هیدروژن با مدل اتمی بور
 شکل ۷ نمایش بخش مری طیف نشری خطی هیدروژن و علت ایجاد آن

شکل ۸ یک مدل پلکانی برای ترازهای انرژی در اتم هیدروژن (اگر الکترون را چون توپی روی این پلکان در نظر بگیرید، آیا این توپ می تواند در جایی میان پله ها بایستد؟)

$n = 1$ پایدارترین تراز انرژی مجاز برای الکترون است.

تذکره: هرچه فاصله ی بین دو تراز انرژی بیشتر باشد، جهش الکترون بین دو تراز به انرژی بیشتری نیاز دارد.

کمز نئون در تابلهای تبلیغاتی استفاده می شود. در این تابلهای یک جریان الکتریکی را درون لوله ای که دارای گاز نئون با فشار کم است عبور می دهند. در نتیجه ی برقراری جریان برق حرکت سریع الکترون ها موجب می شود که الکترون های اتم های نئون به تراز انرژی بالاتر جهش می یابند. در اثر بازگشت این الکترون های برانگیخته به تراز انرژی پایین تر، نوری به رنگ نارنجی مایل به سرخ منتشر می شود.

ایراد مدل اتمی بور:

- ۱ - نظریه ی اتمی بور فقط قادر به تفسیر طیف نشر خطی هیدروژن و یون هایی که دارای یک الکترونند بود. از این رو خود بور هم به نارسایی مدل خود پی برد.
- ۲ - هر سطح انرژی خود به چند زیرلایه (s, p, ... و ...) تقسیم می شود که با مدل اتمی بور قابل توجیه نبود.



تمرین :

۲۰ - بر اساس مدل اتمی بور ، الکترون در اتم هیدروژن ، در مسیر های دایره ای معینی به دور هسته گردش می کند . این الکترون در تراز انرژی ممکن (..... ترین مدار نسبت به هسته) قرار دارد که به تراز انرژی حالت موسوم است .
(سراسری خارج کشور ریاضی ۱۵)

(۲) پایین ترین - نزدیک - پایه

(۳) بالا ترین - نزدیک - اصلی

(۲) پایین ترین - دور - اصلی

(۴) بالاترین - دور - پراکنجسته

۲۱ - این بخش از مدل اتمی بور که می گوید : ، با دانسته های امروزی مطابقت ندارد . (سراسری تهری ۱۶)

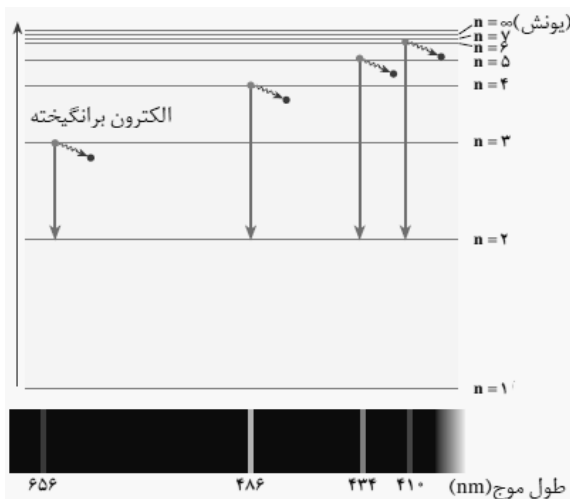
(۱) الکترون مجاز است تنها مقادیر معینی انرژی را بپذیرد .

(۲) انرژی الکترون با فاصله ی آن از هسته رابطه ی مستقیم دارد .

(۳) الکترون در مسیری دایره ای شکل به دور هسته گردش می کند .

(۴) پایین ترین تراز انرژی ممکن در اتم را حالت پایه می گویند .

۲۲ - با توجه به شکل (و به رو ، کدام عبارت درباره ی آن نادرست است ؟ (سراسری ریاضی ۱۶)



(۱) تراز ۱ ، پایدارترین تراز انرژی اتم هیدروژن است .

(۲) نمایش یک مدل پلکانی برای ساختار اتم هیدروژن

مطابق مدل رادرفورد است .

(۳) طرحی برای توجیه پخش مرئی طیف نشری خطی

اتم هیدروژن بر اساس مدل پور است .

(۴) طرحی از مبادله ی انرژی الکترون هنگام چاب چایی آن

در اتم ، به صورت کوانتومی است .



۲۳ - کدام مطلب درست است ؟ (سراسری خارج کشور تهری ۱۵ و ۱۸)

- (۱) رادرفورد در آزمایش خود، ورقه ی نازکی از طلا را با ذره های بتا بمباران کرد.
- (۲) هر فلز، طیف نشری خاص خود را دارد که مانند اثر انگشت، وسیله ی شناسایی آن است.
- (۳) شمار پروتون های هر اتم را عدد اتمی و شمار نوترون های هر اتم را عدد جرمی آن می گویند.
- (۴) تامسون معتقد بود که الکترون ها در فضای کروی ابر گونه ای با بار الکتریکی منفی پراکنده اند.

۲۴ - کدام گزینه در مورد ترتیب انرژی پرتوهای مختلف درست است ؟ (تألیفی)

- (۱) ریز موج > فرسرخ > فرابنفش > نور مرئی
- (۲) امواج رادیویی > فرسرخ > فرابنفش > گاما
- (۳) گاما > فرابنفش > فرسرخ > امواج رادیویی
- (۴) فرسرخ > نور مرئی > پرتو X > فرابنفش

۲۵ - کدام گزینه نادرست است ؟ (تألیفی)

- (۱) باروت سیاه مخلوطی از پتاسیم نیترات، گرد زغال و گوگرد است.
- (۲) پور با کوانتیده در نظر گرفتن ترازهای انرژی توانست طیف نشر خطی هیدروژن را توجیه کند.
- (۳) رادرفورد و همکارانش با روش طیف بینی دو عنصر روپیدیم و سرنیم را کشف کردند.
- (۴) در اتم هیدروژن بازگشت الکترون پراکنیخته از تراز ۲ به تراز ۱ با ایجاد نور مرئی همراه است.

۲۶ - کدام گزینه درست است ؟ (تألیفی)

- (۱) انتقال الکترون از تراز ۳ به ۲ نوری با طول موج 410 nm تولید می کند.
- (۲) الکترون در حالت پراکنیخته ناپایدار است.
- (۳) بونتن توانست طیف نشر خطی هیدروژن را توجیه کند.
- (۴) انرژی الکترون با فاصله ی آن از هسته رابطه ی عکس دارد.

۲۷ - رنگ شعله ی ترکیبات کدام فلز درست بیان شده است ؟ (تألیفی)

- (۱) آهن = قرمز
- (۲) منیزیم = نارنجی
- (۳) آلومینیم = سفید خیره کننده
- (۴) مس = آبی



شروینگر:

شروینگر بر اساس رفتار دوگانه ی الکترون (موجی و ذره ای) و با تأکید بر رفتار موجی ، مدلی برای اتم پیشنهاد کرد و آن را مدل کوانتومی اتم نامید .

S

شروینگر برخلاف مدل اتمی بور (محدود کردن الکترون در یک مدار دایره ای شکل) از حضور الکترون در فضایی سه بعدی به نام اوربیتال سخن به میان آورد . در این مدل برای حرکت الکترون مسیر دقیقی نمی توان توصیف کرد ، فقط می توان از احتمال حضور الکترون در اطراف هسته سخن به میان آورد (ابر الکترونی) .

شروینگر به کمک محاسبه های پیچیده ریاضی ثابت کرد که برای مشخص کردن هر یک از اوربیتال ها به اعداد کوانتومی (n ، L و M_L) نیاز است .

توجه! توجه! رتبه داشته باشید برای مشخص کردن موقعیت هر اوربیتال در اتم سه عدد کوانتومی « M_L , L , n »

کافی است ، ولی برای مشخص کردن موقعیت الکترون به عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین (M_s) هم نیاز داریم .

نکته: n که عدد کوانتومی اصلی گفته می شود ، همان عددی است که بور برای مشخص کردن ترازهای انرژی در

مدل خود به کار برده است . در مدل اتمی شروینگر به جای تراز الکترونی (در مدل بور) از واژه ی لایه ی الکترونی استفاده می شود . $n=1$ پایدارترین لایه ی الکترونی را نشان می دهد . هرچه n بالاتر رود ، تراز انرژی لایه ی الکترونی افزایش می یابد . پیرامون هسته ی اتم حداکثر هفت لایه ی الکترونی مشاهده می شود .

اوربیتال :

اوربیتال فضای سه بعدی در اطراف هسته است که احتمال حضور الکترون در آن زیاد است .

نکته: شکل اوربیتال ربطی به مسیر حرکت الکترون ندارد . شکل اوربیتال بیانگر تصویر معادله ی ریاضی احتمال حضور الکترون است .

برای نمایش اوربیتال ها از خانه های مربعی استفاده می کنیم و در داخل هر اوربیتال حد اکثر دو الکترون جا می گیرد .

اوربیتال هایی که توسط الکترون اشغال شده اند عبارت اند از : F , d , p , s

اوربیتال s : کروی شکل است .

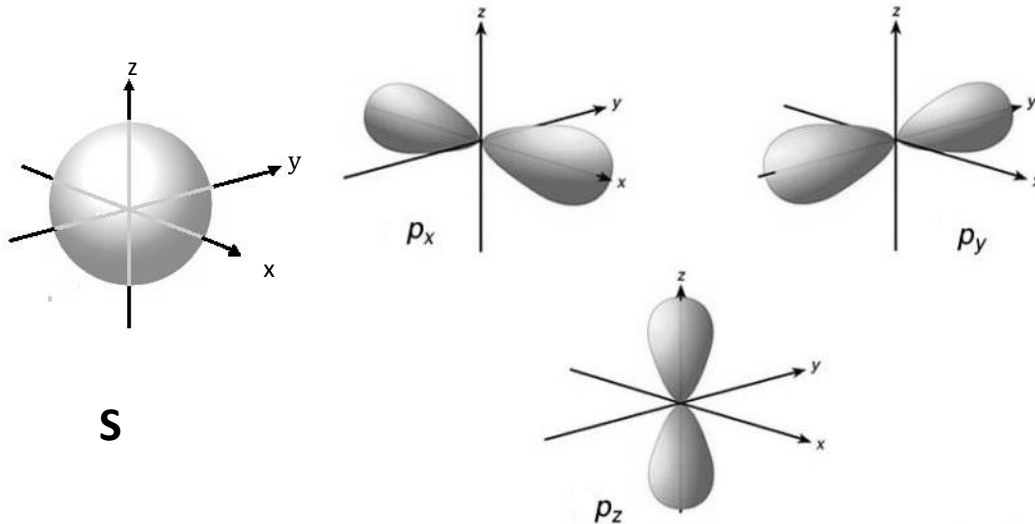
اوربیتال p : دمپلی شکل است (دو کره ی تماس)

در زیر لایه P سه اوربیتال وجود دارد که به آنها P_x ، P_y ، P_z می گویند . این سه اوربیتال بر هم عمودند .



شکل اوربیتال d و f پیچیده است و نیازی به یادگیری آن نیست .

در زیر لایه ی S ، ۲ اوربیتال ، در زیر لایه ی p ، ۳ اوربیتال ، در زیر لایه ی d ، ۵ اوربیتال و در زیر لایه ی f ، ۷ اوربیتال وجود دارد .



نکته : اوربیتال های هم انرژی به اوربیتال هایی می گویند که در یک زیرلایه قرار می گیرند و انرژی یکسانی دارند مثلا زیرلایه ی P سه اوربیتال هم انرژی دارد .

اعداد کوانتومی :

با داشتن اعداد کوانتومی می توانیم تا حد امکان از محل حضور الکترون در هسته آگاه شویم . این اعداد کوانتومی عبارت اند از :

۱- عدد کوانتومی اصلی (n) :

همان عددی است که بور برای مشخص کردن ترازهای انرژی در مدل خود به کار برده است . مشاهده ها نشان داده است که الکترون های موجود در یک لایه ی الکترونی ، گروه های کوچک تری را تشکیل می دهند . به هر یک از این گروه ها زیرلایه می گویند . n تعداد زیرلایه های هر لایه ی الکترونی را مشخص می کند . به طور کلی عدد کوانتومی اصلی تعداد لایه های اصلی ، سطح انرژی لایه ها ، سطح انرژی اوربیتال ها و تعداد زیرلایه های را مشخص می کند . مثلاً : اگر عدد کوانتومی اصلی برابر ۲ باشد :

سطح انرژی لایه = ۲ ، در لایه S الکترونی n = ۲ دو زیرلایه وجود دارد ← (1s² / 2s² 2p⁶)
n=1 پایداریترین لایه ی الکترونی است .



توجه! توجه! هرچه مقدار n بزرگتر باشد سطح انرژی لایه ی الکترونی و اندازه ی اوربیتال افزایش می یابد.
توجه! توجه! هرچه n کوچکتر باشد، به هسته نزدیکتر، دارای سطح انرژی کمتر و پایداری بیشتر است.

۲- کوانتومی اوربیتالی یا فرعی (L) :

این عدد کوانتومی نوع زیر لایه ، شکل و تعداد اوربیتال را مشخص می کند .
 عدد کوانتومی اوربیتالی (L) از صفر تا ($n-1$) تغییر می کند . در تراز انرژی اصلی ، L ، نوع زیر لایه را مشخص می کند . مثلاً :

| | | | | |
|---------|---|-------------|---------------|------------------------------------|
| $n = 4$ | { | $L = 0$ → s | □ | در هیچ صورت L بزرگتر از n نیست |
| | | $L = 1$ → p | □ □ □ | |
| | | $L = 2$ → d | □ □ □ □ □ | |
| | | $L = 3$ → f | □ □ □ □ □ □ □ | |

با داشتن L می توان تعداد اوربیتال را از فرمول $2L + 1$ محاسبه کرد .
 مثلاً :

$$L = 2 \longrightarrow \text{تعداد اوربیتال} = 2L + 1 = 2(2) + 1 = 5 = d \quad \square \square \square \square \square$$

نکته: در صورتی که عدد کوانتومی اصلی (n) دو اوربیتال برابر باشد ، اوربیتالی که L بزرگ تری دارا دارای سطح انرژی بالاتری

می باشد و از هسته ی اتم فاصله ی بیشتری دارد . برای مثال :
 $4p \longrightarrow n = 4 , L = 1 \longrightarrow$ سطح انرژی بالاتر
 $4s \longrightarrow n = 4 , L = 0$

توجه! توجه! انرژی الکترون به دو عدد کوانتومی n و L بستگی دارد . هرچه این دو عدد بزرگ تر باشند ، سطح انرژی الکترون موجود در آن ها بالاتر است (**تذکره:** در اتم هیدروژن سطح انرژی الکترون فقط به n بستگی دارد)

نکته: سطح انرژی ۷ اوربیتال f ، ۵ اوربیتال d و ۳ اوربیتال p که n مساوی دارند یکسان است ، زیرا L همه ی آن ها با هم برابر است .

۳- عدد کوانتومی مغناطیسی (M_L) :

این عدد جهت گیری اوربیتال ها در فضا را مشخص می کند . M_L عددهای صحیح بین $+L$ ، 0 ، $-L$ در بر می گیرد .



نمودار اوربیتالی : برای نمایش عدد کوانتومی مغناطیسی و چگونگی توزیع الکترون ها در زیرلایه ها و جهت چرخش الکترون ها از نمودار اوربیتالی استفاده می شود . (به جدول زیر توجه کنید)

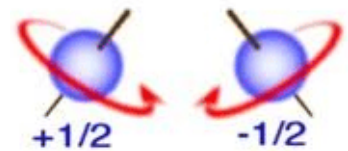
| نوع اوربیتال (زیرلایه) | L | شکل اوربیتال و (M_L) |
|------------------------|---|---------------------------------|
| S | 0 | 0 |
| p | 1 | -1 0 +1 |
| d | 2 | -2 -1 0 +1 +2 |
| f | 3 | -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 |

۴- عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین (M_s) :

چرخش الکترون حول محور خود را حرکت اسپینی می گویند . عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین جهت گیری الکترون ها را در داخل اوربیتال نشان می دهد و می تواند دو مقدار داشته باشد :

در جهت عقربه های ساعت : $+\frac{1}{2}$

در خلاف جهت عقربه های ساعت : $-\frac{1}{2}$



هنگام ورود الکترون در یک اوربیتال ابتدا الکترون با اسپین $+\frac{1}{2}$ و سپس الکترون با اسپین $-\frac{1}{2}$ وارد می شود ، زیرا پایداری الکترون با اسپین $+\frac{1}{2}$ بیشتر است .

حداکثر تعداد زیرلایه در لایه n :

چند میابنر :

حداکثر تعداد الکترون در یک لایه : $2n^2$ حداکثر تعداد اوربیتال در هر لایه . n^2

حداکثر تعداد الکترون در یک زیرلایه : $2(2L + 1)$ حداکثر تعداد اوربیتال در یک زیرلایه : $(2L + 1)$



تمرین : تعداد الکترون ها و تعداد اوربیتال های سطح انرژی سوم را بدست آورید ؟

تعداد الکترون = $2n^2 = 18$

سطح انرژی سوم ← $n = 3$

تعداد اوربیتال = $n^2 = 9$

به طور کلی آدرس یک اوربیتال به صورت زیر بیان می شود:

شماره ی لایه ی الکترونی

(اندازه ی اوربیتال)

مشخص کننده ی زیر لایه

(شکل اوربیتال)

مثال

$3P_y$

آدرس زیر لایه

جهت گیری اوربیتال

آدرس زیر لایه

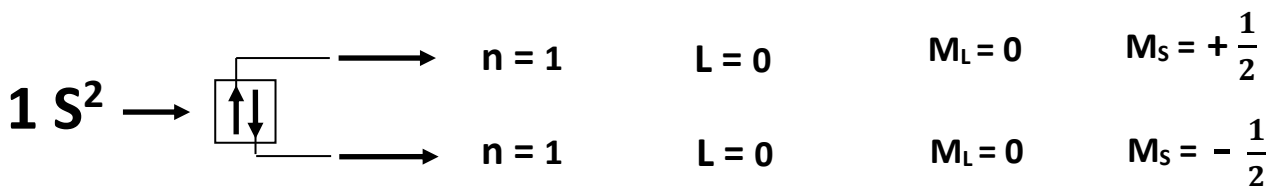
جهت گیری اوربیتال

اصل طرد پائولی :

هیچ اوربیتالی در یک اتم نمی تواند بیش از دو الکترون در خود جای دهد. ★

در یک اتم هیچ دو الکترونی را نمی توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آنها با ★

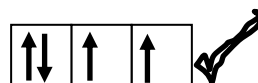
هم برابر باشد.



اصل هوند :

ابتدا در هر اوربیتال یک الکترون و پس از اینکه زیر لایه ی مورد نظر نیمه پر شد ، ★

شروع به کامل شدن می کند.





نمرین :

(سراسری تهری ۱۷)

۲۸ - کدام مطلب به اصل طرد پائولی مربوط نیست ؟

- (۱) در یک اوربیتال اتمی، بیش از دو الکترون جای نمی گیرد.
- (۲) الکترون ها در یک اوربیتال اتمی، دارای اسپین های مخالف اند.
- (۳) الکترون ها، هر زیر لایه را نخست نیم پر و سپس به تدریج پر می کنند.
- (۴) در یک اتم، هیچ دو الکترونی وجود ندارند که هر چهار عدد کوانتومی آن ها یکسان باشند.

۲۹ - از روی عدد کوانتومی اوربیتالی (I) ، می توان اوربیتال های اتمی را در هر معین و آن ها را

(سراسری خارج کشور تهری ۱۸)

مشخص کرد .

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| (۱) شمار - لایه - شکل | (۲) شمار - زیر لایه - شکل |
| (۳) شکل - لایه - جهت گیری | (۴) شکل - زیر لایه - جهت گیری |

۳۰ - نماد دومین عدد کوانتومی الکترون در اتم ها است و از روی این عدد کوانتومی می توان شمار ها

را در هر زیر لایه ی الکترونی و نیز اوربیتال ها را در هر اتم معین کرد . (سراسری تهری ۱۸)

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| (۱) m_l - اوربیتال - شکل | (۲) l - اوربیتال - شکل |
| (۳) l - الکترون - جهت گیری | (۴) m_l - الکترون - جهت گیری |

(سراسری خارج کشور ریاضی ۱۹)

۳۱ - کدام مطلب در ارتباط با عدد کوانتومی l ، نادرست است ؟

- (۱) جهت گیری اوربیتال ها در هر زیر لایه ، به مقدار آن بستگی دارد .
- (۲) با دانستن مقدار آن ، می توان شکل اوربیتال های اتمی را معین کرد .
- (۳) با دانستن مقدار آن ، می توان شمار اوربیتال های هر زیر لایه را معین کرد .
- (۴) در هر لایه با عدد کوانتومی n ، می توان $n - 1$ مقادیر صغرتا $n - 1$ را اختیار می کند .

۳۲ - عدد کوانتومی اوربیتالی با نماد نشان داده می شود و از روی آن اوربیتال های اتمی در هر معین و آن ها را مشخص کرد .

(سراسری خارج کشور تهری ۱۹)

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (۱) l - شمار - زیر لایه - شکل | (۲) m_l - شمار - زیر لایه - شکل |
| (۳) l - شکل - لایه - جهت گیری | (۴) m_l - شکل - لایه - جهت گیری |



۳۳- با بررسی جدول رو به رو، می توان در یافت که تنها در ردیف از ستون داده درباره زیر لایه الکترونی نادرست است. (سراسری تجربی ۱۷ و ریاضی ۱۹)

| | ۱ | ۲ | ۳ | ستون |
|----------|---|-----------|------------------|------|
| زیر لایه | l | m_l | شمار اوربیتال ها | ردیف |
| s | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| p | ۱ | -۱, ۰, +۱ | ۳ | ۲ |
| d | ۲ | -۲, ۰, +۲ | ۵ | ۳ |

۱-۲ (۱)

۲-۲ (۲)

۲-۳ (۳)

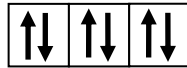
۱-۱ (۴)



آرایش الکترونی واصل آفبا: آفبا یک واژه ی آلمانی به معنای رشد یا افزایش گام به گام است.

الکترون ها برای پر کردن اوربیتال ها ابتدا تمایل دارند اوربیتالی را زودتر پر کنند که پایدارتر باشد، در نتیجه الکترون ها ابتدا اوربیتال های سطوح انرژی نزدیک به هسته را که پایداری بیشتری دارند پر می کنند.

همان طور که می دانید در هر اوربیتال ۲ الکترون قرار می گیرد. مثلاً:



در زیر لایه ی P (سه اوربیتال) ۶ الکترون جای می گیرد.

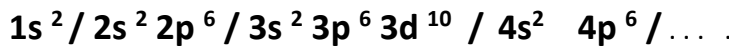
ترتیب پر شدن زیر لایه ها به صورت زیر است:



چون سطح انرژی 3d بالاتر از 4s است، بنابراین 4s قبل از 3d از الکترون پر می شود.

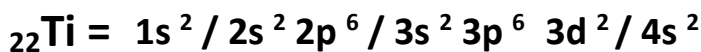
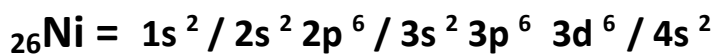
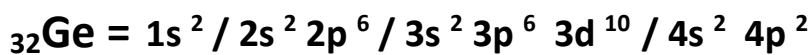
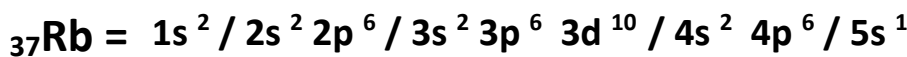
سطح انرژی 4s بعد از گرفتن دو الکترون بالاتر از 3d می شود، به طوری که 4s² بعد از 3d قرار می گیرد و سپس

اوربیتال 3d پر می شود:

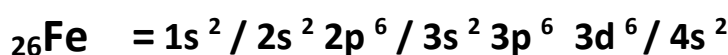


این قاعده برای اوربیتال های 5s و 4d هم صدق می کند.

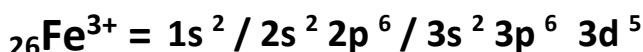
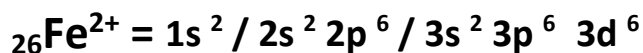
تمرین:



نکته: دقت داشته باشید که در مورد عنصرهایی که زیرلایه ی S و d آن پر است، کندن الکترون از زیرلایه ی S



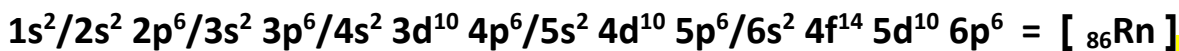
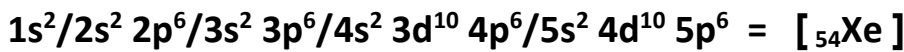
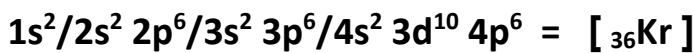
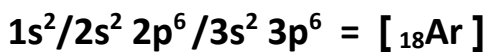
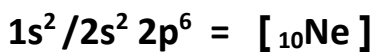
صورت می گیرد:





اگر برای رسم آرایش الکترونی اتم عنصرهای دیگر از اتم هیدروژن شروع کنیم و سپس یک به یک بر تعداد پروتون های درون هسته و الکترون های پیرامون آن بیفزاییم ، به این گونه ، اتم عنصرهای سنگین تر از هیدروژن را به ترتیب افزایش عدد اتمی ساخته ایم . این شیوه ی دست یافتن از یک اتم به اتم دیگر را اصل پناگذاری یا آلفا می گویند .

پایدارترین آرایش الکترونی مربوط به گازهای نجیب (کمیاب) است که در لایه ی ظرفیت فود دارای ۸ الکترون (اکتت) می باشد . (به جز هلیم که دارای ۱۲ الکترون است) . از آنجا که لایه های الکترونی در گازهای نجیب پر هستند ، برای فاصله کردن آرایش های الکترونی ، به جای لایه های الکترونی پر شده نماد شیمیایی گاز نجیب با همان تعداد الکترون را درون یک کره شش قرار می دهند .



استثنا :

بر خلاف روال عادی هرگاه تعداد الکترون در زیر لایه ی d به (۴ یا ۹) ختم شود ، از زیر لایه ی s یک

مثال :

الکترون گرفته می شود و به زیر لایه ی d داده می شود .



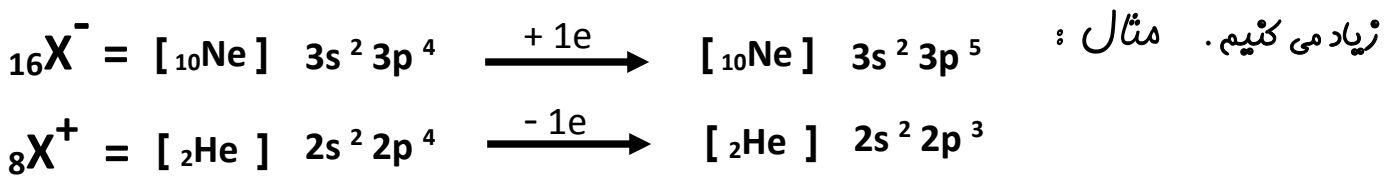


توجه! توجه! اوربیتال های کامل پر (مثل p^6 ، d^{10} ، f^{14}) پایدارتر از اوربیتال های نیمه پر (مثل p^3 ، d^5 ، f^7) هستند و این اوربیتال ها پایدارتر از حالتی هستند که نه کامل پراند و نه نیمه پر.

$$\text{پایداری: } d^{10} > d^5 > d^6, d^4$$

آرایش الکترونی یون ها :

برای رسم آرایش الکترونی یون ها ابتدا آرایش اتم خنثی را رسم می کنیم ، سپس از آخرین تراز فرعی الکترون کم و



الکترون های لایه ی ظرفیت :

آخرین لایه از اتم را که الکترون در آن قرار می گیرد را لایه ی ظرفیت می نامند و الکترون های موجود در این لایه را الکترون های ظرفیتی می گویند که خواص شیمیایی (رفتار شیمیایی) یک عنصر را تعیین می کنند . در واقع برای شناسیدن ها الکترون های ظرفیتی اهمیت بسیاری دارند ، زیرا به طور عمده این الکترون ها هستند فوای شیمیایی یک عنصر را تعیین می کنند .

« برای تعیین تعداد الکترون های ظرفیتی به موارد زیر توجه کنید : »

عنصرهای اصلی : در این عنصرها زیر لایه ی S یا p در حال پر شدن است. در این عناصر تعداد الکترون های موجود

در آخرین لایه ی الکترونی (بزرگ ترین n) را الکترون های ظرفیتی می نامیم . مثال :





عنصرهای فرعی (واسطه) : در این عنصرها زیر لایه ی d در حال پر شدن است . در این عناصر مجموع الکترون های موجود در اوربیتال s و d لایه ی آخر را الکترون های ظرفیتی در نظر می گیرند . مثال :



۴ = تعداد الکترون های لایه ی ظرفیت

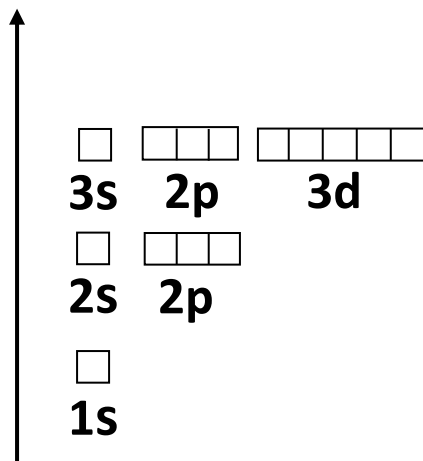


۱۱ = تعداد الکترون های لایه ی ظرفیت

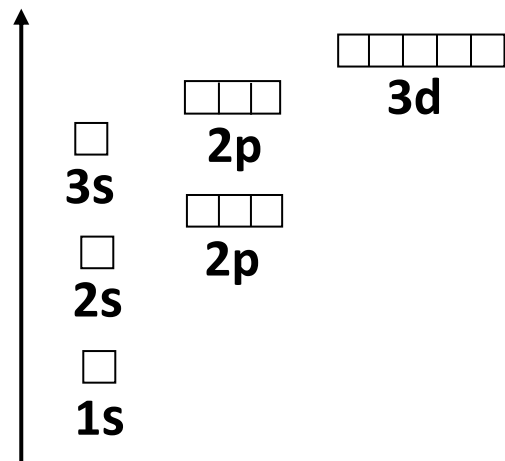
توجه! توجه! به عنصرهایی که زیر لایه ی f آن ها در حال پر شدن است عنصرهای واسطه ی داخلی می گویند . این عنصرها شامل لانتانیدها و آکتینیدها هستند .

استثنا در سطح انرژی :

سطح انرژی زیر لایه ها به مجموع عدد کوانتومی (n) و عدد کوانتومی (l) بستگی دارد ، اما در مدل کوانتومی اتم هیدروژن انرژی زیر لایه ها فقط به عدد کوانتومی اصلی (n) بستگی دارد . به همین خاطر در اتم هیدروژن همه ی زیر لایه های موجود در یک لایه ی الکترونی هم انرژی هستند . اما در اتم هایی با بیش از یک الکترون سطح انرژی زیر لایه ها به هر دو عدد کوانتومی (n و l) بستگی دارد که علت آن « ایجاد دافعه ی بین مولکولی » می باشد .



ترتیب زیر لایه ها در اتم هیدروژن



ترتیب زیر لایه ها در اتم هایی با بیش از یک الکترون



تمرین :

۳۴ - در اتم ^{22}Ti ، اوربیتال از الکترون اشغال شده است و الکترون های جای گرفته در بیرونی ترین زیر لایه ی

اشغال شده ی آن ، دارای عدد های کوانتومی $n = \dots$ و $l = \dots$ اند. (عدد ها را از چپ به راست بفرمایید.)

(۱) $2 - 1$ و 4 (۲) $2 - 1$ و 3 (۳) $3 - 1$ و 4 (۴) $3 - 1$ و 3 (۵) $3 - 1$ و 3 (سراسری ریاضی ۱۷)

۳۵ - چند الکترون در اتم آرسنیک (^{33}As) دارای مجموعه عدد های کوانتومی $n = 4$ و $m_l = 0$ هستند ؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵ (سراسری ریاضی ۱۸)

۳۶ - الکترون های آفرین زیر لایه ی اتم آنتیموان (^{51}Sb) ، در کدام عدد کوانتومی با هم تفاوت دارند ؟

(۱) l (۲) n (۳) m_s (۴) m_l (سراسری خارج کشور ریاضی ۱۸)

۳۷ - آرایش الکترونی کدام گونه ی شیمیایی با آرایش الکترونی هر یک از سه گونه ی دیگر تفاوت دارد ؟

(۱) $^{28}\text{Ni}^{2+}$ (۲) $^{29}\text{Cu}^+$ (۳) $^{30}\text{Zn}^{2+}$ (۴) $^{31}\text{Ga}^{3+}$ (سراسری ریاضی ۱۹)

۳۸ - در اتم گوگرد (^{16}S) چند الکترون دارای مجموعه عدد های کوانتومی $n = 2$ و $m_l = 0$ است ؟

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۸ (سراسری تجربی ۱۹)

۳۹ - در اتم وانادیم (^{23}V) ، اوربیتال از الکترون اشغال شده اند که در میان آن ها ، اوربیتال جفت

الکترونی است و الکترون در آن دارای عدد های کوانتومی $m_s = +\frac{1}{2}$ و $n = 3$ اند. (گزینه ها را از راست به چپ

بفرمایید.) (سراسری ریاضی ۹۰)

(۱) 4 ، 1 و 6 (۲) 4 ، 0 و 6 (۳) 3 ، 1 و 7 (۴) 3 ، 0 و 7

۴۰ - کدام مجموعه از ۴ عدد کوانتومی زیر را می توان به الکترون لایه ی بیرونی اتم مس (^{29}Cu) نسبت داد ؟

(سراسری تجربی ۹۰)

(۱) $n = 4$ ، $l = 0$ ، $m_l = 0$ ، $m_s = +\frac{1}{2}$ (۲) $n = 4$ ، $l = 3$ ، $m_l = 2$ ، $m_s = +\frac{1}{2}$
 (۳) $n = 3$ ، $l = 2$ ، $m_l = 1$ ، $m_s = -\frac{1}{2}$ (۴) $n = 3$ ، $l = 0$ ، $m_l = 0$ ، $m_s = -\frac{1}{2}$



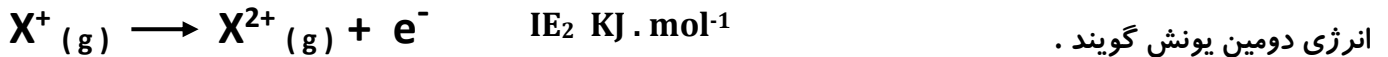
انرژی نخستین یونش :

مقدار انرژی لازم برای جدا کردن یک مول الکترون از اتم گازی و تبدیل آن به یون مثبت گازی را انرژی نخستین

یونش می گویند .



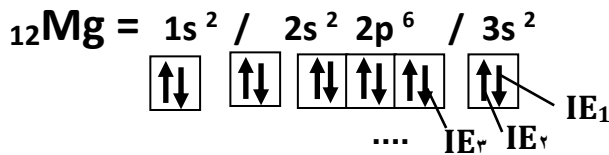
به انرژی لازم جهت کندن یک مول الکترون از یون مثبت گازی و ایجاد یک مول یون دوبار مثبت در حالت گازی را



اگر بخواهیم تمام الکترون های یک اتم گازی را از آن جدا کنیم ، جدا کردن الکترون از دورترین لایه نسبت به هسته آغاز می شود که نیاز به صرف انرژی کمتری است و هر چه به لایه های درونی تر (نزدیک به هسته) نزدیک می شویم ،

انرژی بیشتری جهت جدا کردن الکترون آن لایه نیازاست ، پس $IE_1 < IE_2 < IE_3 < \dots$

بررسی جدا کردن الکترون در ^{12}Mg :



کندن الکترون از دورترین لایه نسبت به هسته یعنی $3s^2$ آغاز می شود و هر چه به هسته نزدیک تر می شویم کندن الکترون سخت تر می شود .

برای رسم نمودار وقتی از لایه ای به لایه ای درونی تر می رویم (مثلاً در منیزیم از لایه $3s^2$ به $2p^6$) یک جهش در آن به وجود می آید .

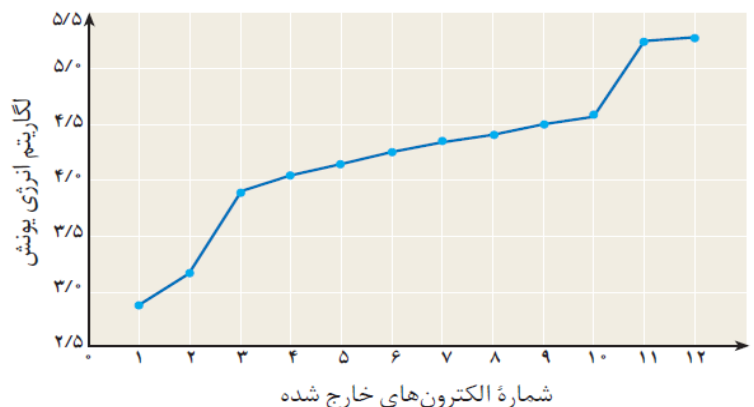
نکته :

۱ + تعداد جهش بزرگ = تعداد لایه ی اصلی

۱ + تعداد جهش بزرگ = شماره ی تناوب

مثلاً در مورد عنصر منیزیم تعداد جهش بزرگ برابر ۲ می باشد بنابراین :

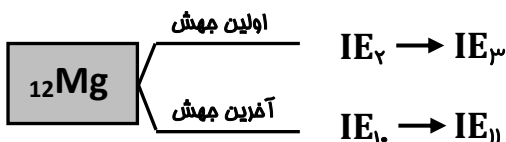
۳ = شماره ی تناوب = تعداد لایه ی اصلی



نکته : اگر عنصری جزء عنصر اصلی باشد ، اولین جهش بزرگ هر اتم یک عدد از رقم یکان شماره ی گروه آن عنصر، بزرگتر و

آخرین جهش بزرگ هر اتم ، یک عدد از عدد اتمی آن عنصر کوچک تر است .

مثلاً در مورد عنصر منیزیم که در گروه دوم قرار دارد :





نمرین :

۴۱ - در اتم کلسیم (^{20}Ca) چند زیر لایه از الکترون اشغال شده است و چند جهش بزرگ در انرژی یونش های متوالی

آن قابل مشاهده است ؟ (سراسری تجربی ۱۱)

(۱) شش ، سه (۲) هفت ، چهار (۳) هفت ، سه (۴) شش ، چهار

۴۲ - اگر یون تک اتمی M^{2+} ، دارای ۲۷ الکترون باشد ، کدام مطلب درباره ی آن درست است ؟

(۱) عدد اتمی عنصر M برابر ۲۷ است .

(۲) آخرین لایه ی الکترونی آن ، دارای ۱۷ الکترون است .

(۳) تمام تراز های انرژی اشغال شده ی آن از الکترون پر است .

(۴) بین دومین و سومین یونش اتم M ، نخستین جهش بزرگ مشاهده می شود .

۴۳ - کدام مطلب درباره ی انرژی نخستین یونش عنصر ها درست است ؟ (سراسری ریاضی ۱۹)

(۱) با افزایش واکنش پذیری فلزها ، انرژی نخستین یونش آن ها افزایش می یابد .

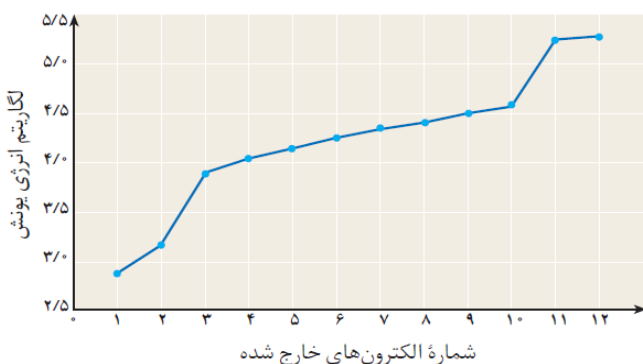
(۲) فلزات در بین عنصر ها ، بیش ترین الکترونگاتیوی و بیشترین انرژی نخستین یونش را دارد .

(۳) انرژی نخستین یونش اتم اکسیژن در مقایسه با عنصر قبل و عنصر بعد خود بیش تر است .

(۴) در انرژی یونش پی در پی اتم منیزیم ، نخستین تغییر بزرگ پس از جدا شدن دومین الکترون روی می دهد .

۴۴ - با توجه به نمودار تغییرات انرژی یونش های متوالی یک عنصر که در شکل (و) نشان داده شده است

می توان دریافت که در اتم این عنصر : (سراسری ریاضی ۱۶)



(۱) دو الکترون جفت نشده وجود دارد .

(۲) شمار الکترون های نخستین لایه و بیرونی ترین لایه

نابرابر است .

(۳) سه لایه از الکترون پر شده است و این عنصر در تناوب

سومین جدول تناوبی جای دارد .

(۴) سه لایه از الکترون اشغال شده است و این عنصر در

گروه IIA جدول تناوبی جای دارند .



پاسخ نامه ی کلیدی کلیدی

| | |
|---|----|
| ۱ | 31 |
| ۱ | 32 |
| ۳ | 33 |
| ۱ | 34 |
| ۲ | 35 |
| ۴ | 36 |
| ۱ | 37 |
| ۳ | 38 |
| ۴ | 39 |
| ۱ | 40 |
| ۱ | 41 |
| ۲ | 42 |
| ۴ | 43 |
| ۴ | 44 |
| | 45 |

| | |
|---|----|
| ۴ | 16 |
| ۳ | 17 |
| ۳ | 18 |
| ۴ | 19 |
| ۱ | 20 |
| ۳ | 21 |
| ۲ | 22 |
| ۲ | 23 |
| ۳ | 24 |
| ۳ | 25 |
| ۲ | 26 |
| ۳ | 27 |
| ۳ | 28 |
| ۲ | 29 |
| ۲ | 30 |

| | |
|---|----|
| ۳ | 1 |
| ۲ | 2 |
| ۲ | 3 |
| ۲ | 4 |
| ۳ | 5 |
| ۴ | 6 |
| ۱ | 7 |
| ۴ | 8 |
| ۱ | 9 |
| ۲ | 10 |
| ۳ | 11 |
| ۳ | 12 |
| ۲ | 13 |
| ۲ | 14 |
| ۴ | 15 |

پاسخ نامه ی تشریحی

- ۱- گزینه ی « ۳ » مطابق نظریه ی دالتون ، همه ی اتم های یک عنصر ، جرم یکسان و خواص شیمیایی مشابه دارند .
- ۲- گزینه ی « ۲ » بر اساس نظریه ی اتمی دالتون ، واکنش های شیمیایی شامل جابه جایی اتم ها با تغییر در شیوه ی اتصال آن هادر مولکول ها ست و در این واکنش ها ، اتم ها فود تغییری نمی کنند .
- ۳- گزینه ی « ۲ » در این گزینه ، یکی از بند های نظریه ی اتمی دالتون آورده شده است .
- ۴- گزینه ی « ۲ » بررسی سایر گزینه ها :
- فسفرسانس خواص فیزیکی برفی مواد شیمیایی است ، از مواد دارای خاصیت فسفرسانس در تولید ساعت ها و برفی وسایل شب نما استفاده می کنند ، جریان در لوله ی یرتو کاتی از کاتد به آند جریان می یابد .
- ۵- گزینه ی « ۳ » بکرل به طور تصادفی به خاصیت مهمی پی برده بود که ماری کوری آن را پرتوزایی نامید . نادرستی گزینه ی ۲ فقط به خاطر این است که عنوان کرده است که فود بکرل نام پدیده ی کشف شده را پرتوزایی نامید . از طرفی درستی گزینه ی ۳ واضح است ، زیرا جرم الکترون در حدود $\frac{1}{۲۰۰۰}$ جرم پروتون و نوترون است ، بنابراین ۱۰۰ مجموع جرمی فوهند داشت که $\frac{1}{۲۰}$ جرم یک پروتون فوهند بود .
- ۶- گزینه ی « ۴ » جیمز چادویک نوترون را کشف کرد و دیگر هیچ !
- ۷- گزینه ی « ۱ » در سال ۱۹۱۹ ، پروتون توسط رادرفورد و همکارانش کشف گردید .
- ۸- گزینه ی « ۴ » نخستین بار رادرفورد وجود هسته را در اتم کشف کرد و روشن ساخت که تابش های حاصل از مواد پرتوزا ، از سه نوع پرتو متفاوت تشکیل شده است .
- ۹- گزینه ی « ۱ » پرتوهای گاما دارای خاصیت موجی هستند که بسیار پر انرژی می باشند (الکترون ها تشکیل دهنده ی پرتوهای بتا هستند) . قدرت نفوذ سه جزء تشکیل دهنده ی تابش های پرتوزا به ترتیب $\alpha > \beta > \gamma$ می باشد . میزان انحراف پرتو بتا (به سمت صفحه ی مثبت) بیش از انحراف پرتو آلفا (به سمت صفحه ی منفی) است .



۱۰- گزینه ی « ۲ » پرتوهای گاما ، از نوع تابش الکترومغناطیسی و فاقد بار بوده و در میدان الکتریکی منصرف نمی شود .

۱۱- گزینه ی « ۳ » تشریح گزینه های دیگر :

گزینه C « ۱ » : به مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته ی هر اتم عدد جرمی گفته می شود و شمار پروتون ها ، نشان گر عدد اتمی است .

گزینه C « ۲ » : جرم پروتون ۱۸۳۷ بار سنگین تر از جرم الکترون است و جرم نوترون اندکی بیش تر از جرم پروتون است
گزینه C « ۴ » : رادرفورد و همکارانش در سال ۱۹۱۹ ، دومین ذره ی سازنده ی اتم (پروتون) رادر هسته ی اتم کشف کردند

۱۲- گزینه ی « ۳ » فروج دو ذره ی آلفا (${}^4_2\text{He}^{2+}$) باعث می شود که جرم اتمی میانگین عنصر مورد نظر ، تقریباً ۸ واحد کاهش می یابد .

۱۳- گزینه ی « ۲ » تعداد ${}^{11}_5\text{B}$ بیشتر پس فراوانی آن بیشتر و پایدارتر است

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{6}{30} (10) + \frac{14}{30} (11) = 10/8$$

۱۴- گزینه ی « ۲ » از هر ۲۰ اتم کلر ، ۵ اتم مربوط به ایزوتوپ ${}^{37}\text{Cl}$ و ۱۵ اتم دیگر ، مربوط به ایزوتوپ ${}^{35}\text{Cl}$ است .

$$\text{پس درصد } {}^{35}\text{Cl} = \frac{15}{20} \times 100 = 75$$

معمولاً ایزوتوپ دارای نوترون کم تر ، پایدار تر است . $35/5 = \frac{5}{20} (37) + \frac{15}{20} (35)$

۱۵- گزینه ی « ۴ » مطابق مدل اتمی دالتون ، اتم های یک عنصر از هر لحاظ یکسانند و از جمله این که ، جرم یکسانی دارند ؛ دستگاه طیف سنج جرمی نشان داد که جرم همه ی اتم های یک عنصر یکسان نیست و اگر چه تعداد پروتون های همه ی اتم های یک عنصر ، یکسان است ، ولی تفاوت در تعداد نوترون ها موجب تفاوت در جرم اتمی ایزوتوپ های یک عنصر می شود. به این ترتیب نادرستی نظریه ی دالتون در یکسان تلقی کردن جرم همه اتم های یک عنصر به اثبات رسید .

۱۶- گزینه ی « ۴ »

۱۷- گزینه ی « ۳ »

$${}^Z_A\text{Z} \left\{ \begin{array}{l} \text{تعداد پروتون} = Z \\ \text{تعداد نوترون} = 2Z - Z = Z \\ \text{تعداد الکترون} = Z \end{array} \right. \rightarrow \frac{\text{جرم الکترون}}{\text{جرم اتم}} = \frac{Z \times \frac{1}{2000}}{2Z \times \text{جرم پروتون} + Z \times \frac{1}{2000} \times \text{جرم پروتون}}$$



۱۸- گزینه ی « ۳ » تعداد پروتون سه و امد بیشتر از تعداد الکترون است . (تعداد پروتون = ۱۷)

$$\text{تعداد نوترون} = ۳۶ - ۱۷ = ۱۹$$

۱۹- گزینه ی « ۴ » تعداد الکترون چهار و امد کم تر از تعداد پروتون است . (تعداد الکترون = ۲۰)

$$۵۳ = ۲۴ + ۲۹ = \text{جرم اتمی} \rightarrow \text{تعداد نوترون} = ۲۹ \rightarrow \text{تفاوت تعداد الکترون با نوترون} = ۹$$

۲۰- گزینه ی « ۱ » مطابق مدل اتمی بور ، الکترون موجود در اتم هیدروژن ، در حالت پایه ، در پایین ترین سطح انرژی یعنی در نزدیک ترین مدار نسبت به هسته (مدار $n = 1$) قرار دارد .

۲۱- گزینه ی « ۳ » مطابق دانسته های امروزی (مدل کوانتوم اتم) مسیر دقیقی برای حرکت الکترون به دور هسته نمی توان در نظر گرفت . در مدل کوانتومی اتم ، احتمال حضور الکترون در اوربیتال های اتمی مطرح می شود .

۲۲- گزینه ی « ۲ » شکل داده شده ، نمایش مدل پلکانی برای سافتار اتم هیدروژن مطابق مدل اتمی بور است ، نه رادرفورد .

۲۳- گزینه ی « ۲ » هر فلز ، طیف نشری قطی منمصر به فردی دارد که با طیف نشری قطی سایر فلزها متفاوت بوده و همانند اثر انگشت ، می تواند وسیله ی شناسایی آن باشد .

۲۴- گزینه ی « ۳ » (مجموع به جزوه .

۲۵- گزینه ی « ۳ » (مجموع به جزوه .

۲۶- گزینه ی « ۲ » (مجموع به جزوه .

۲۷- گزینه ی « ۳ » (مجموع به جزوه .

۲۸- گزینه ی « ۳ » (مجموع به جزوه .

۲۹- گزینه ی « ۲ » از روی عدد کوانتومی اوربیتالی (I) تعداد اوربیتال در هر زیرلایه را می توان تعیین کرد . همین طور

شکل اوربیتال های هر زیرلایه را با توجه به مقدار I آن زیرلایه می توان مشخص نمود .

$$\text{تعداد اوربیتال در زیرلایه ی } n = 2l + 1$$



۳۰- گزینه ی « ۲ » شکل اوربیتال ها توسط l و جهت گیری آن ها توسط m_l مشخص می شود .

۳۱- گزینه ی « ۱ » جهت گیری فضایی اوربیتال ها با عدد کوانتومی مغناطیسی (m_l) معین می شود .

۳۲- گزینه ی « ۱ » عدد کوانتومی اوربیتالی با نماد l نشان داده می شود و از روی آن ، شمار اوربیتال های اتمی در هر زیرلایه ، معین و شکل اوربیتال ها نیز مشخص می شود .

۳۳- گزینه ی « ۳ » $l = 2$ $m_l : (-2, -1, 0, +1, +2)$ زیرلایه d



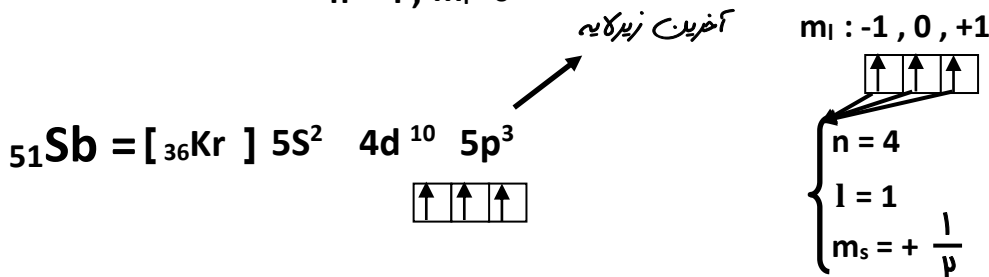
۳۵- گزینه ی « ۲ » الکترون های مورد نظر در لایه ی چهارم ($n = 4$) الکترونی قرار دارند . با توجه به m_l داده شده ،

الکترون های موجود در زیرلایه های s و همچنین اوربیتال میانی از زیرلایه های p ، d و f دارای چنین عددی ($m_l = 0$)

هستند . این الکترون ها در آرایش الکترونی زیر مشخص شده اند :



۳۶- گزینه ی « ۴ »



۳۷- گزینه ی « ۱ » ${}_{29}\text{Cu}^+$ و ${}_{29}\text{Zn}^{2+}$ و ${}_{31}\text{Ga}^{3+}$ ، هر کدام ۲۸ الکترون دارند . اما ${}_{28}\text{Ni}^{2+}$ فقط ۲۶ الکترون دارد .

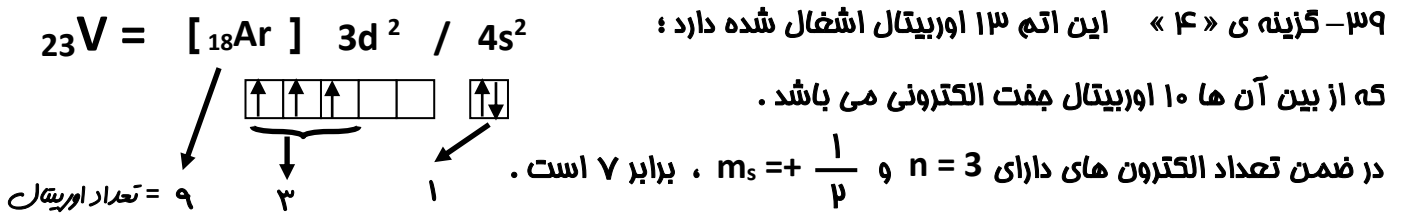
پس آشکار است که آرایش الکترونی Ni^{2+} نمی تواند همانند ۳ یون دیگر باشد .

۳۸- گزینه ی « ۳ »

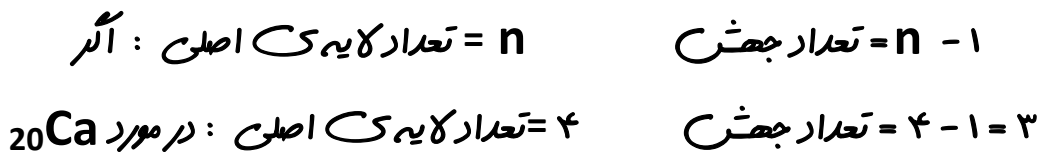
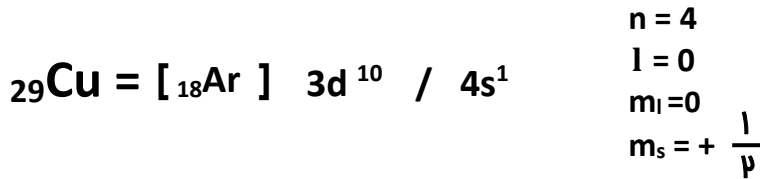
در هر زیر لایه ی p ، دو الکترون با $m_l = 0$ وجود دارد .

پس در هر یک از دو زیرلایه ی $2s^2$ و $2p^6$ دو الکترون با $m_l = 0$ وجود دارد و تعداد الکترون با $n = 2$ و $m_l = 0$ در این

اتم ، برابر ۴ می باشد .



۴۰- گزینه ی « ۱ » با توجه به آرایش الکترونی اتم مس ، اعداد کوانتومی الکترون موجود در فارمی ترین لایه ی الکترونی ($4s^1$) آن عبارت اند از :



۴۲- گزینه ی « ۲ » اگر یون تک اتمی M^{2+} دارای ۲۷ الکترون باشد ، پس اتم M دارای ۲۹ الکترون خواهد بود و عدد اتمی آن نیز ۲۹ است ، بنابراین آفرین لایه ی الکترونی یون M^{2+} دارای ۱۷ الکترون است

۴۳- گزینه ی « ۴ » آفرین لایه ی الکترونی mg دارای ۲ الکترون است . بنابراین در انرژی یونش پی در پی اتم منیزیم ، پس از جدا شدن دومین الکترون ، نخستین جهش بزرگ اتفاق می افتد .

۴۴- گزینه ی « ۴ » نمودار داده شده نمایان گر انرژی های یونش متوالی Mg^{12} است که در تناوب سوم و گروه IIA جدول تناوبی جای دارد . یونش اول و دوم به $3s^2$ ، یونش سوم تا هشتم به $2p^6$ ، یونش نهم و دهم به $2s^2$ و یونش یازدهم و دوازدهم به $1s^2$ مربوط می شود .