

هم کلاسی

Hamkelasi.ir

مطالعهٔ ساختار ماده تلاشی به قدمت تاریخ

شناسایی ذرات سازندهٔ ماده تاریخچه ای به قدمت زندگی انسان ها دارد. به همین خاطر از ۲۵۰۰سال قبل دانشمندان بزرگی در پی یافتن شناخت ذرات سازنده ماده و عناصر بوده اند.

ماده را می توان بر اساس اجزای تشکیل دهنده اش به سه نوع عنصر، ترکیب و مخلوط دسته بندی کرد.

انواع ماده

عنصر : یک عنصر ساده ترین نوع از ماده است که خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی دارد. یک عنصر فقط از یک نوع اتم ساخته شده است. به عبارت دیگر عنصر، یک نوع ماده است ماده ای که اجزاء تشکیل دهندهٔ آن ثابت است.
برای مثال می گوییم عنصر سدیم(مجموعه ای از اتم های سدیم) یا عنصر آهن(مجموعه ای از اتم های آهن)، ....

ترکیب : ترکیب نوعی ماده است که از دو یا چند عنصر متفاوت تشکیل شده که از طریق پیوند شیمیایی به هم متصل شده اند. برای مثال آب (H_2O) یک ترکیب است. ترکیبی از عناصر اکسیژن و هیدروژن.

مخلوط: یک مخلوط، گروهی از دو یا چند ماده (عناصر یا ترکیب ها) است که به طور فیزیکی در هم آمیخته شده اند.
بر خلاف یک ترکیب، اجزاء یک مخلوط ثابت نیست.برای مثال مخلوطی از ترکیب سدیم کلرید و آب.
برخلاف ترکیب ها، مخلوط را می توان با تغییر فیزیکی به اجزاء تشکیل دهنده اش تفکیک کرد و تغییر شیمیایی هم لازم نیست.

نظریه های ابتدایی مواد

نظریه دموکریت : نخستین بار۲۵۰۰ سال قبل دموکریت اعلام کرد که همه ی مواد از ذره های تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند.
همانطور که می دانید، واژهٔ یونانی اتم به معنای تجزیه ناپذیر است و دموکریت معتقد به تجزیه ناپذیر بودن اتم بوده است.

نظریهٔ تالس : ۲۵۰۰ سال پیش هم، تالس آب را عنصر اصلی سازندهٔ جهان هستی می دانست.

تذکر : آب یک عنصر نیست بلکه آب یک ترکیب از عناصر اکسیژن و هیدروژن است.

نظریهٔ ارسطو : ۲۰۰ سال پس از تالس، ارسطو سه عنصر هوا، خاک و آتش را به عنصر پیشنهادی تالس یعنی آب، افزود و این چهار عنصر را عناصر سازنده جهان هستی نامید.
اما هر چهار ماده مطرح شده توسط ارسطو عنصر نیستند! ظاهرا ارسطو بیشتر به حالت های فیزیکی توجه داشته است.
آب (حالت مایع)، گاز(حالت گاز)، خاک(حالت جامد)، آتش(حالت پلاسما یا گازهای یونیزه).

رابرت بویل

رابرت بویل شیمی دان انگلیسی با انتشار کتابی با عنوان شیمی دان شکاک مفهوم تازه ای از عنصر را معرفی کرد.
وی در این کتاب ضمن معرفی عنصر(نه اتم) به عنوان ماده ای که نمی توان آن را به مواد ساده تری تبدیل کرد ، شیمی را علمی تجربی نامید(رابرت بویل معتقد به تجزیه ناپذیر بودن عنصر بوده است)
او از دانشمندان خواست که علاوه بر مشاهده کردن ، اندیشیدن و نتیجه گیری که هر سه ، ابزار یونانیان در مطالعه ی طبیعت بود به پژوهش های عملی نیز اقدام کنند.

ابزار یونانیان درمطالعهٔ طبیعت
- مشاهده کردن
- اندیشیدن
- نتیجه گیری کردن

اقدامات رابرت بویل
۱- مفهوم تازه ای از عنصر را معرفی کرد
۲- شیمی را علمی تجربی نامید
۳- توصیه به انجام پژوهش های عملی

این دیدگاه که همه ی مواد از ذره های تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند نخستین بار۲۵۰۰ سال پیش توسط دموکریت فیلسوف یونانی مطرح شد اما دالتون با اجرای آزمایش های بسیار ، از نو به آن دست یافت. دالتون توانست نظریه اتمی جدیدی ارائه دهد و آن را در هفت بند توضیح دهد.

نظریهٔ اتمی دالتون

۱- ماده از ذره های تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده است.
۲- همهٔ اتم های یک عنصر مشابه یکدیگرند.
۳- اتم ها نه به وجود می آیند و نه از بین می روند.
۴- اتم عنصرهای مختلف جرم و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.
۵- اتم عنصرهای مختلف به هم متصل می شوند و مولکول ها را به وجود می آورند.
۶- در هر مولکول از یک ترکیب معین، همواره نوع و تعداد نسبی اتم های سازندهٔ آن یکسان است.
۷- واکنش های شیمیایی شامل جابه جایی اتم ها یا تغییر در شیوهٔ اتصال آن ها در مولکول هاست. در این واکنش ها اتم ها خود تغییر نمی کنند.

نواقص نظریهٔ دالتون

بندهای ۱، ۲ و ۳ امروزه قابل قبول نیستند زیرا:
بند۱: اتم به ذرات زیراتمی (الکترون، پروتون و نوترون) تجزیه می شود.
بند ۲: همه ی اتم های یک عنصر مشابه یکدیگر نیستند برخی از عناصر ایزوتوپ دارند و و ایزوتوپ ها جرم متفاوتی دارند.
بند ۳ : در واکنش های هسته ای یا مواد پرتوزا هسته اتم ممکن است تجزیه شود.

کارایی های نظریهٔ دالتون

۱) این نظریه به نقطه ی آغازی برای مطالعه ی دقیق تر و عمیق تر ساختار و رفتار ماده تبدیل شد
۲) قانون پایستگی جرم را توجیه می کند.
۳) تغییر حالت فیزیکی مواد مانند ذوب ، انجماد ، تبخیر ، میعان ، تصعید و چگالش و ... با این نظریه قابل توجیه است

الکترون نخستین ذرهٔ زیر اتمی

قرن ۱۹ زمانی است که پیشرفت بعدی در ساختار اتم پس از مطالعهٔ پدیدهٔ الکتریسیته ساکن رخ داد.
حتما شما نیز آزمایش ایجاد بار الکتریکی در یک میلهٔ پلاستیکی توسط یک پارچه پشمی را انجام داده اید .
در این آزمایش، با مالیدن یک پارچه پشمی به یک میلهٔ پلاستیکی، میله باردار می شود.
وقتی دانشمندان به این موضوع با دید عمیق تری نگاه کردند، این سوال در ذهنشان ایجاد شد که این بار های الکتریکی به وجود آمده روی این اجسام از کجا آمده اند؟ و این گونه استدلال کردند که شاید پیدایش این بارها به خود ماده و در واقع به اتم های سازنده آن مربوط می شود. به این ترتیب آزمایش های مربوط به الکتریسیته ساکن مقدمه شناخت ساختار درونی اتم شد.

برقکافت یا الکترولیز

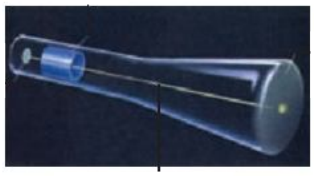
تجزیه یک ماده به وسیلهٔجریان الکتریسیته را برقکافت یا الکترولیز می گویند.
به عبارت دیگر برقکافت فرآیندی است که در آن، جریان برق را از درون محلول یک ترکیب شیمیایی فلز دار عبور می دهند تا یک فرآیند شمیایی که خودش قادر به انجام شدن نیست، به کمک برق انجام گیرد.
در برقکافت یک واکنش شیمیایی انجام می شود و مادهٔ برقکافت شده تغییر می کند.
از برقکافت برای تجزیه ی محلول های یونی و مواد یونی مذاب و استخراج و جداسازی فلزها از ترکیب های آن ها استفاده می شود
شکل زیر برقکافت محلول قلع (II) کلرید در آب را نشان می دهد. در این فرآیند در اطراف یکی از قطب ها گاز زرد رنگی تجمع می یابد(گاز کلر) و واکنش شیمیایی انجام شده به صورت روبه رو است : $SnCl_2 \rightarrow Sn + Cl_2$

الکترون ذره ای بنیادی

فیزیک دان ها برای توجیه این پدیدهٔ شیمیایی یک ذرهٔ بنیادی را برای الکتریسیته پیشنهاد کردند و آن را الکترون نامیدند.
نام گذاری ذره ی بنیادی در الکتریسیته توسط جورج استونی انجام شد. اما در آن زمان به رابطهٔ میان اتم و الکترون پی برده نشد
الکترون را مایکل فارادی کشف نکرد بلکه آزمایش های او در زمینه ی برقکافت و الکتریسیته به کشف الکترون کمک
بسیاری کرد و در نهایت به این کشف منجر شد.

لولهٔ پرتوی کاتدی

لوله پرتوی کاتدی یک لوله شیشه ای است که تقریبا همهٔ هوای درون آن به کمک پمپ خلا خارج شده است .
واقعیت این است که معمولا نمی توان به خلا کامل و مطلق دست یافت.
در دو انتهای این لوله یک قطعه فلز نصب شده است که به آن الکترود می گویند.
الکترود میله یا تیغه ای است که رسانای جریان برق است الکترود می تواند از جنس فلز یا از جنس گرافیت باشد .
هنگامی که یک ولتاژ قوی بین این دو الکترود اعمال شود، پرتوهایی از الکترود منفی(کاتد) به سمت الکترود مثبت(آند) جریان می یابد.
پرتوی کاتدی، پرتویی دارای بار الکتریکی منفی است که در یک لوله ی پرتوی کاتدی از الکترود کاتد به سمت الکترود آند می تابد.
در صورتی که فشار گاز درون لوله زیاد باشد نیاز به اختلاف پتانسیل بسیار زیادی برای تشکیل پرتوی کاتدی می باشد
زیرا گاز درون لوله مانند یک مانع در برابر حرکت الکترون ها مقاومت می کند در نتیجه شرایط ایجاد پرتوی کاتدی خلا
نسبی یا فشار پایین گاز و ولتاژ قوی یا همان اختلاف پتانسیل بالا است همچنین اگر گازی درون محفظه نباشد التهابی هم در
کار نیست و مسیر حرکت پرتوی کاتدی مشخص نمی شود.



فلوئورسانس

فلوئورسنت به ماده ای با خاصیت فلوئورسانس گفته می شود.فلوئورسانس از جمله خواص فیزیکی برخی مواد شیمیایی است.
این مواد ، نور با طول موج(رنگ، اگر طول موج در ناحیه ی مرئی باشد) معینی را جذب و به جای آن نور با طول موج
بلندتری را منتشر می کنند . تابش این نور با قطع منبع نور قطع می شود . روی سولفید **(ZnS)** از جمله مهمترین مواد
فلوئورسنت است که در تولید لامپ های تلوزیون و نمایشگرها کاربرد دارد.
پرتوی کاتدی در اثر برخورد با یک ماده فلوئورسنت نور سبز رنگی ایجاد می کند.رنگ سبز به روی سولفید اختصاص دارد.

تخلیهٔ الکتریکی: تخلیهٔ الکتریکی هنگامی رخ می دهد که بدون اتصال مستقیم بین دو جسم ، الکترون ها از یکی به دیگری منتقل شوند . شرط این جابه جایی الکترون ها ، اختلاف پتانسیل بالا است. پرتوی کاتدی در اثر تخلیه الکتریکی ایجاد می شود.

آزمایش های تامسون

آزمایش های وی بر روی لولهٔ پرتوی کاتدی سرانجام باعث شد تا او نسبت بار به جرم الکترون را محاسبه کند.
مقدار این نسبت برابر با $1/76\times10^{8}\ C/g$ است که واحد آن کولن بر گرم است.
حرف C نمادی برای نمایش کولن، یکای SI برای بار الکتریکی می باشد.

نتایج آزمایش های تامسون

۱- پرتوی کاتدی به خط راست حرکت می کند : این پرتوها در برخورد با صفحه ی فلوئورسنت دقیقا در مقابل کاتد نقطه ای نورانی ایجاد می کنند. التهاب گاز درون لوله در مسیر پرتوی کاتدی ، باریکه ی درخشانی به خط راست ایجاد می کند که در شکل های آ ، ب و پ دیده می شود.

اگر یک صفحهٔ آغشته به مواد فلوئورسنت درون لوله قرار دهیم مسیر مستقیم پرتوی کاتدی قابل مشاهده خواهد بود .

همانطور که در چهار شکل مشاهده می کنید یک صفحه ی آغشته به مواد فلوئورسنت در مسیر پرتو و عمود بر شیاری که باریکه ی پرتوی کاتدی از آن عبور می کند وجود دارد در اثر برخورد پرتوی کاتدی به مواد فلوئورسنت مسیر آن به رنگ سبز قابل رویت است. رنگ سبز ویژه ی روی سولفید یا **ZnS** می باشد.

۲- پرتوی کاتدی دارای بار الکتریکی منفی است : زیرا هنگامی که در میدان الکتریکی قرار می گیرد به سمت قطب مثبت میدان منحرف می شود در واقع این پرتوها جریانی از الکترون های پر انرژی هستند.(شکل ت).

۳- همه ی مواد دارای الکترون هستند : زیرا با تغییر جنس کاتد مثلا از آهن به مس پرتوی کاتدی همچنان به وجود می آید. در واقع ایجاد این پرتو ها به ماهیت کاتد بستگی ندارد. (شکل پ)



ب) لوله دارای اندکی گاز هیدروژن است.



آ) لوله دارای اندکی هوا است.



ت) میدان الکتریکی در بیرون از لوله بر قرار شده



پ) کاتد از آهن به مس تغییر کرده

بار الکترون

اقدامات بزرگی که توسط تامسون انجام شد مسیر را برای دانشمندان دیگر باز کرد تا مفاهیم بیشتری مشخص گردد.

رابرت میلیکان فیزیک دان آمریکایی با طرح آزمایشی بسیار جالب توانست مقدار بار الکتریکی الکترون را به دست آورد

نتیجهٔ مهم : جرم الکترون نیز به دست آمد.

مقدار بار الکترون برابر با $۱/۶۰۲\times۱۰^{-۱۹}\,C$ و مقدار جرم الکترون برابر با $۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}\,g$ است.

کشف و اثبات الکترون

الکترون را شخص خاصی کشف نکرد و نمی توان کشف الکترون را به فارادی یا دانشمند خاصی نسبت داد بلکه کشف الکترون طی سال ها و توسط فعالیت بسیاری از دانشمندان صورت گرفت. اما نکته بسیار مهم این است که اثبات وجود الکترون در اتم توسط جوزف تامسون انجام شد.

در واقع تامسون با آزمایش های بسیاری که روی لوله پرتوی کاتدی انجام داد ثابت کرد که همه ی مواد دارای الکترون هستند و این الکترون در اتم تمام مواد به عنوان یک ذره زیر اتمی وجود دارد. او بر این اساس و بر اساس تصورات خود نسبت به اتم توانست یک مدل اتمی را پیشنهاد بدهد.

جمع بندی

اجرای آزمایش برقکافت توسط فارادی به کشف الکترون کمک کرد و بعدها به کشف الکترون منجر شد .

جورج استونی ذره های حمل کننده ی جریان برق را الکترون نامید.

جوزف تامسون با آزمایش لوله پرتوی کاتدی وجود الکترون در اتم را به عنوان یک ذره زیر اتمی اثبات کرد.

مدل اتمی تامسون

۱- الکترون ها که ذره هایی با بار منفی هستند درون فضای کروی ابرگونه ای با بار مثبت پراکنده شده اند.

تحلیل : امروزه میدانیم که فضای کلی اتم خالی است و الکترون ها در آن حرکت می کنند یعنی عمدهٔ فضای اتم به بار مثبت تعلق ندارد.ضمنا بار مثبت نیز به صورت ذره (پروتون) است و نه به صورت یک فضای ابرگونه و ذرات دارای بار مثبت در بخش بسیار کوچکی از اتم به نام هسته متمرکز شده اند.

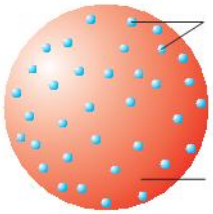
۲- اتم در مجموع خنثی است ، بنابراین مقدار بار مثبت فضای کروی ابرگونه با مجموع بار منفی الکترون ها برابر است

تحلیل : این مطلب درست است. البته بار مثبت اتم به ذرات مربوط می شود نه به فضای کروی ابر گونه!

۳- این ابر کروی مثبت جرمی ندارد و جرم اتم به تعداد الکترون های آن بستگی دارد.

تحلیل : با اینکه الکترون ها بخش قابل توجهی از اتم را اشغال می کنند اما جرم آن ها بسیار ناچیز است. عمدهٔ جرم اتم به هستهٔ آن بستگی دارد.

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



پرتوزایی و کشف آن

هانری بکرل روی خاصیت فسفرسانس و فلوئورسانس کار می کرد. (قبلا با خاصیت فلوئورسانس آشنا شدیم)

فسفرسانس

فسفرسانس نیز از خواص فیزیکی برخی از مواد شیمیایی است.

مواد دارای این ویژگی نیز، نور با طول معینی را جذب و نور با طول موج بلندتری را تابش می دهند .

تابش نور از مواد فسفرسانس برخلاف مواد فلوئورسانس با قطع شدن منبع نور قطع نمی شود و تا مدت کوتاهی ادامه پیدا می کند از این خاصیت در مواد شب رنگ و شب نما استفاده می شود .

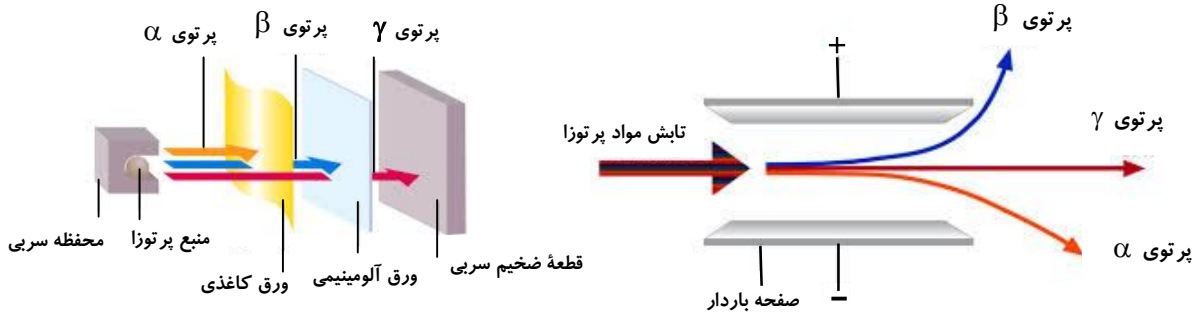
برای این منظور بکرل از سنگ های دارای مواد با خاصیت فسفرسانس، بلورهایی را تهیه می کرد. این بلورها را در برابر نور خورشید قرار می داد و بی درنگ آن ها را در تاریکخانه روی فیلم عکاسی می گذاشت. این فیلم، درون یک پاکت کاغذی تیره بود. او پس از چند دقیقه فیلم را ظاهر می کرد .و با توجه به میزان وضوح تصویر، شدت تابش را اندازه می گرفت. دقت کنید که شرایط طوری تنظیم شده بود که فیلم عکاسی با منبع دیگری از نور ارتباط نداشته باشد.

در نتیجه آثار ثبت شده روی فیلم عکاسی، مربوط به تابش فسفرسانس بود.

در یکی از روزهای ابری پاریس، بکرل مجبور شد تا چند روز آزمایش ها را قطع کند اما وقتی مجددا به آزمایشگاه وارد شد و فیلم های عکاسی را که در کشوی میزش در کنار سنگ ها قرار داده بود و چند روزی نور ندیده بودند ظاهر کرد. جالب آنکه تصاویری با وضوح بالا به دست آورد. خاصیت فسفرسانس همواره پس از چند ثانیه به شدت کم می شد و وضوح تصاویر از بین می رفت اما این سنگ ها همچنان بدون تابش خورشید به آن ها پرتوهایی را تابش می کردند که تصاویر بسیار واضحی روی فیلم عکاسی ایجاد می کرد. بکرل حدس زد که این پرتوها باید به پدیده ی دیگری غیر از فسفرسانس مربوط باشند. برای اطمینان، چندبار دیگر سنگ ها را بدون قرار دادن در معرض خورشید، در کنار فیلم عکاسی قرار داد و به همان نتایج رسید. در واقع، سنگ های مورد استفاده ی بکرل، دارای اورانیم بودند. او پدیده ای را کشف کرد که تابشی بسیار نیرومندتر از فسفرسانس ایجاد می کرد.

پدیده ای که توسط بکرل کشف شده بود، توسط ماری کوری دانشمند بزرگ لهستانی ، پرتوزایی نامیده شد و موادی که این خاصیت را داراهستند پرتوزا نام گرفتند.

ارنست رادرفورد همکار نیوزیلندی تامسون به موضوع پرتوزایی علاقه مند شد و پس از تلاش های فراوان متوجه شد که تابشی را که بکرل به طور تصادفی کشف کرده بود خود از ۳ تابش مجزا تشکیل شده است. پرتوی آلفا (α)، پرتوی بتا (β) و پرتوی گاما (γ)



پرتوی آلفا(α)

ذره های آلفا ، ذره هایی با بار مثبت هستند.
در میدان الکتریکی به سوی قطب منفی منحرف می شوند.
تابش آلفا جریانی از ذره های بارداری است که جرم آن ها چهار برابر جرم هسته ی اتم هیدروژن است.
در واقع ذره های آلفا ،ذره هایی سنگین محسوب می شوند.

پرتوی بتا (β)

پرتو های بتا همانند پرتوهای کاتدی جریانی از الکترون های پر انرژی هستند.
در میدان الکتریکی به سمت قطب مثبت منحرف می شوند اما منشاء الکترون در این دو متفاوت است!
منشاء پرتوهای کاتدی، الکترون های اطراف هسته است اما منشاء پرتوهای بتا الکترون هایی هستند که از هستهٔ اتم می آیند!
واپاشی یک نوترون در هسته منجر به تشکیل یک پروتون و یک الکترون می شود.
به دنبال واپاشی تعدادی از نوترون ها و البته تابش سایر پرتوهای رادیواکتیو، هسته سبک تر و پایدار تر می شود. به همین خاطر است که می گوییم : پرتوزایی با کاهش جرم ماده پرتوزا همراه است.
پرتوهای بتا (β) پر انرژی تر ولی سبک تر از ذره های آلفا (α) می باشند.

پرتوی گاما (γ)

همانند پرتوی X از جنس نور است.
بار الکتریکی ندارند و خنثی می باشد.
به همین دلیل در میدان الکتریکی منحرف نمی شوند.
پرتوی گاما نیز مانند پرتوی بتا ، پر انرژی تر از پرتوی آلفا و از سری موج های الکترومغناطیس با طول موج کوتاه می باشد.

نکات تکمیلی

بر اساس شکل بالا مشاهده می شود که میزان انحراف پرتوی α بسیار کمتر از پرتوی β است.
پس می توان نتیجه گرفت که پرتوی α جرم بسیار بیشتری نسبت به پرتوی β دارد.
هم چنین بر اساس شکل ، میزان انحراف پرتوی β بیشتر از پرتوی α است و پرتوی γ نیز بدون انحراف از میدان الکتریکی عبور می کند

جرم : $\alpha > \beta > \gamma$ **میزان انحراف در میدان الکتریکی : $\beta > \alpha > \gamma$**

پرتو آلفا α تنها پرتویی است که به دلیل کم انرژی بودن به آسانی توسط یک ورقه ی کاغذ جذب شده و از آن عبور نمی کند
پرتوی بتا β از کاغذ عبور کرده ولی توسط یک ورق آلومینیمی جذب شده و عبور نمی کند
پرتوی گاما γ از کاغذ و ورقه ی آلومینیمی عبور کرده ولی توسط یک قطعه ی ضخیم سربی جذب شده و توانایی عبور از آن را ندارد.

قدرت نفوذ : $\gamma > \beta > \alpha$

آزمایش ورقهٔ طلا (رادرفورد)

رادرفورد نتوانست تشکیل تابش های حاصل از مواد پرتوزا را به کمک مدل اتمی تامسون توجیه کند.

چون اتم ها در مدل اتمی تامسون کاملا پایدار بودند و بر اساس این مدل دلیلی وجود نداشت تا بتوان جدا شدن قطعاتی از اتم به صورت تابش مواد پرتوزا را توجیه کرد. همانطور که می دانید پرتوزایی خاصیت اتم هایی است که هسته ی ناپایدار داشته باشند.

رادرفورد برای شناسایی دقیق تر ساختار اتم آزمایشی بسیار جالب طراحی کرد که به نوبهٔ خود بی نظیر است.

او با استفاده از ذره های پر انرژی آلفا یک ورقهٔ نازک طلا را بمباران کرد.

رادرفورد در آزمایش خود به ورقه ی فلزی بسیاری نازکی احتیاج داشت . علت انتخاب ورقه ی طلا قابلیت چکش خواری و تبدیل شدن به ورقه ی نازک بود . ضخامت این ورقه نازک طلا حدود ۲۰۰۰ اتم بود.

او انتظار داشت که ذره های آلفا که سنگین و پر انرژی هستند با کم ترین میزان انحراف از این ورقه نازک عبور کنند.

زیرا طبق مدل اتمی تامسون جرم اتم در تمام فضای اتم به طور یکنواخت پخش شده است و الکترون هایی که در سرتاسر اتم پخش شده اند به دلیل کوچک بودن ، توانایی بازگرداندن پرتوی آلفا را نخواند داشت.

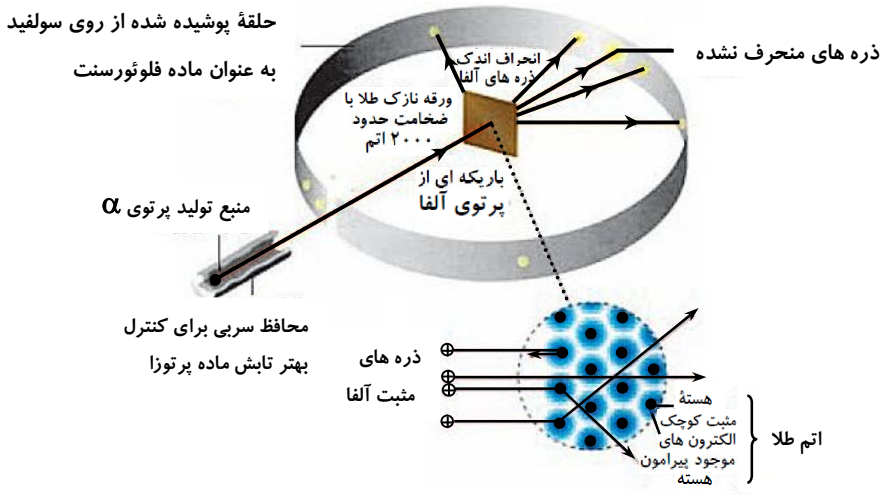
اما آزمایش چیز دیگری را نشان دادند. برخی از پرتوهای آلفا، در برخورد با ورقه نازک طلا، از مسیر اولیه خود منحرف شدند حتی برخی دیگر نیز تقریبا به عقب برگشتند!

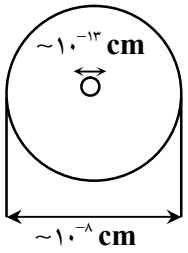
رادرفورد نیز اعلام کرد بازگشت ذره های آلفا با زاویه ای بیش از ۹۰ درجه باور نکردنی است.

مانند این است که شما یک گلوله توپ را به سمت دستمال کاغذی پرتاب کنید و آن گلوله به عقب برگردد و با شما برخورد کند!

منظور از گلوله توپ و دستمال کاغذی به ترتیب پرتوی α و فضای ابرگونه با بار الکتریکی مثبت در مدل اتمی تامسون است .

رادرفورد قطر اتم طلا را 10^{-8} cm ~ و قطر هسته اتم طلا را 10^{-13} cm ~ اندازه گیری کرد.(نسبت اتم طلا به هسته آن = 10^5)





ابعاد تقریبی یک اتم طلا و هستهٔ آن

مشاهده و نتایج آزمایش ورقه طلا توسط رادرفورد +	
مشاهده	**نتیجه گیری**
بیشتر ذره های آلفا بدون انحراف از مسیری مستقیم از ورقه ی نازک طلا عبور کردند	بیش تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می دهد
تعداد زیادی از ذره های آلفا با زاویه ی اندکی از مسیر اولیه منحرف شدند	یک میدان الکتریکی قوی در اتم وجود دارد
تعداد بسیار اندکی از ذره های آلفا حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰۰}$ با زاویه ای بیش از ۹۰ درجه از مسیر اولیه منحرف شدند	اتم طلا هسته ای بسیار کوچک با جرم بسیار زیاد دارد

پس از بررسی ها و مرتب کردن نتایج آزمایش، رادرفورد توانست مدل اتمی دیگری برای اتم پیشنهاد دهد که مدل اتمی هسته دار نامیده شد.

کشف پروتون

آزمایش های رادرفورد و همکارانش به کشف دومین ذره زیر اتمی یعنی پروتون انجامید .
پروتون بار الکتریکی مثبت دارد اما قدر مطلق بار آن با الکترون برابر است.
جرم این ذره ۱۸۳۷ بار از الکترون سنگین تر است.
درکشف پروتون، رادرفورد از آزمایش های یکی از دانشجویانش به نام هنری موزلی کمک گرفت .
هنری موزلی پنج سال پیش از کشف پروتون مشاهده کرد که اگر در دستگاه مولد پرتوهای **X** ، آند فلزی دستگاه را عوض کنیم، فرکانس پرتوهای **X** حاصل عوض می شود. رادرفورد ثابت کرد که بین مقدار بار مثبت هسته و فرکانس پرتوهای X رابطه مستقیم وجود دارد.
در مورد هر ماده، فرکانس پرتوی X آن در دسترس بود، پس به راحتی بار مثبت هستهٔ هر اتم محاسبه شد! وقتی به بار مثبت هستهٔ اتم ها به دقت بنگریم، می بینیم که مضرب صحیحی از یک عدد هستند. نگاه کنید :
بار مثبت هستهٔ اتم هیدروژن $= ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C$
بار مثبت هستهٔ اتم هلیم $= ۳/۲\times۱۰^{-۱۹}\,C$
بار مثبت هسته اتم لیتیم $= ۴/۸\times۱۰^{-۱۹}\,C$ الی آخر ...
همهٔ این اعداد مضرب صحیحی از عدد اولی هستند. پس اگر همه را به بار مثبت هسته اتم هیدروژن(که بعدا مشخص شد برابر با بار یک پروتون است) تقسیم کنیم برای همهٔ اتم ها یک عدد صحیح به دست می آید.هیدروژن ←۱ هلیم ←۲ لیتیم ←۳ و به همین ترتیب عدد صحیح به دست آمده برای اتم های هر عنصر عدد مشخصی بود و عدد اتمی نامیده شد. به کمک عدد اتمی می توان نوع عنصر را تعیین کرد چرا که عدد اتمی اتم های هر عنصر یکسان است. عدد اتمی عنصرهای مختلف حتما متفاوت است .تعداد پروتون ها و الکترون های موجود در یک اتم خنثی برابر است. پس عدد اتمی تعداد الکترون های اتم را نیز مشخص می کند.

کشف نوترون

برای کشف سومین ذره زیر اتمی اندیشه رادرفورد کمک بسیار بزرگی کرد. بررسی و مقایسه اتم های هیدروژن و هلیم، مطلب جالبی را نشان داده بود. رادرفورد مشاهد کرد که اتم هیدروژن دارای یک پروتون است درحالی که هلیم دو پرتون دارد پس جرم اتم هلیم باید دو برابر هیدروژن باشد .جرم اتم هلیم در واقع ۴ برابر هیدروژن است.
رادرفورد فرض کرد که ذره دیگری در اتم وجود دارد که جرم آن همانند پروتون است اما بار الکتریکی ندارد.
تا اینکه یکی از دانشجویان دیگر وی به نام چادویک با طراحی آزمایش هوشمندانه توانست وجود این ذره را در اتم به اثبات برساند.

جمع بندی

دومین ذره زیر اتمی پروتون است که توسط رادرفورد و همکارانش کشف شد (نخستین ذره زیر اتمی الکترون است)
پروتون ذره ای با بار الکتریکی مثبت است(برخلاف الکترون) و از لحاظ جرم به هیچ وجه قابل مقایسه با الکترون نیست.
رادرفورد وجود سومین ذره زیر اتمی یعنی نوترون را در اتم پیش بینی کرد.
دقت کنید که جرم پروتون و نوترون تقریبا برابر است (جرم نوترون اندکی از پروتون بیشتر است اما قابل چشم پوشی است)
کشف نوترون (سومین ذره زیر اتمی) توسط جیمز چادویک با طراحی یک آزمایش دقیق انجام شد .
مطالعه گسترده هنری موزلی روی پرتوهای X تولید شده از عنصرهای مختلف زمینه ساز کشف پروتون به عنوان دومین ذره زیر اتمی شد

جرم الکترون

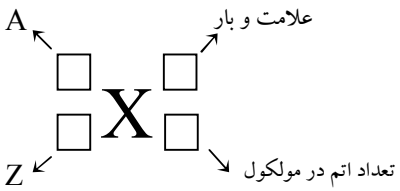
جرم الکترون بسیار ناچیز بوده و هیچ گونه تاثیری در جرم اتم ندارد.
در نتیجه دیدگاه جوزف تامسون نیز در مورد جرم اتم به طور کلی نقض خواهد شد.
زیرا تامسون معتقد بود که جرم زیاد اتم به تعداد الکترون های بسیار زیاد آن بستگی دارد.
امروزه می دانیم که یک اتم حتی اگر بیش از ۱۰۰ الکترون هم داشته باشد تاثیر چشم گیری بر جرم اتم نخواهد داشت.

عدد اتمی(Z)

به تعداد پروتون های هسته یک اتم عدد اتمی گفته می شود.
واضح است که در یک اتم خنثی تعداد پروتون ها برابر با تعداد الکترون هاست.
از این رو عدد اتمی تعداد الکترون های موجود در اتم خنثی را نیز مشخص می کند.

عدد جرمی(A)

به مجموع تعداد پروتون و نوترون های هسته ی یک اتم(نوکلئون ها) عدد جرمی گفته می شود. $A = Z + N$
به پروتون یا نوترون ، نوکلئون یا ذره سازنده هسته نیز می گویند
عدد جرمی تعداد نوکلئون های اتم یک عنصر را نشان می دهد.
بدین ترتیب با داشتن A و Z می توان تعداد ذرات زیراتمی را تعیین کرد.
برای مثال تعداد ذرات زیراتمی در ${}^{19}_{9}F$ به شرح زیر است :



$$\left.\begin{matrix} Z = ۹ \\ A = ۱۹ \end{matrix}\right\} \Rightarrow p = ۹ \, , e = ۹ \qquad \rightarrow \; Z + N = ۱۹ \Rightarrow ۹ + N = ۱۹ \Rightarrow N = ۱۰$$

چند نکته

همواره در هستهٔ یک اتم تعداد نوترون ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون هاست $N \geq P$
تذکر سفت و سخت! : هیدروژن معمولی تنها اتمی است که در هسته ی آن تعداد پروتون از نوترون بیشتر است.
هیدروژن معمولی تنها اتمی است که در هستهٔ خود نوترون ندارد و فقط دارای یک پروتون می باشد.
در بعضی از سوالات کنکور عدد اتمی مجهول است که می توان برای یافتن آن از رابطه از $A = Z + N$ استفاده کرد
اما راه حل سریع تر و تستی آن استفاده از رابطه ی روبه رو است :

$$Z = \frac{A - \Delta x + q}{۲}$$

عدد اتمی $= Z$ عدد جرمی $= A$ تفاوت یا اختلاف پروتون یا الکترون با تعداد نوترون ها $= \Delta x$ بار الکتریکی یون $= q$

ایزوتوپ یا هم مکان

دانشمندان به کمک دستگاهی به نام **طیف سنج جرمی** به صورتی بسیار دقیق جرم اتم ها را اندازه گیری می کنند.
این بررسی ها نشان می دهد که همهٔ اتم های یک عنصر جرم یکسانی ندارند.
منظور از عنصر ، ماده ای است که به مواد ساده تری تجزیه نمی شود. یک عنصر مجموعه ای از اتم هایی است که همگی
ماهیت شیمیایی یکسانی دارند یعنی عدد اتمی آن ها برابر است ولی ممکن است جرم یکسانی نداشته باشند
به عبارت دیگر ممکن است تعداد نوترون های درون هستهٔ همهٔ اتم ها با هم برابر نباشد.
ایزوتوپ ها اتم های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارند.
به بیان دیگر ایزوتوپ های یک عنصر دارای تعداد پروتون برابر و تعداد نوترون متفاوت هستند.
ایزوتوپ ها خواص شیمیایی و آرایش الکترونی یکسانی دارند. ولی در برخی از خواص فیزیکی وابسته به جرم خود مانند
چگالی نقطه ی ذوب و جوش و ... متفاوت اند. این تفاوت در ترکیب های شیمیایی آنها نیز مشاهده می شود.
هرچه ایزوتوپ یک عنصر سنگین تر باشد ، دمای ذوب و جوش و چگالی بیشتری دارد.

ایزوتوپ های هیدروژن

از هیدروژن سه ایزوتوپ شناخته شده است.

یک ایزوتوپ آن هیدروژن معمولی یا پروتیم که تنها یک پروتون دارد.

دو ایزوتوپ دیگر آن دوتریم یا هیدروژن سنگین(شامل یک پروتون و یک نوترون) و تریتیم یا هیدروژن پرتوزا (شامل یک پروتون و دو نوترون) هستند.

$${}_{1}^{1}H \begin{cases} Z=1 \\ e=1 \\ N=0 \end{cases} \text{(پروتیم)} \qquad {}_{1}^{2}D \begin{cases} Z=1 \\ e=1 \\ N=1 \end{cases} \text{(دوتریم)} \qquad {}_{1}^{3}T \begin{cases} Z=1 \\ e=1 \\ N=2 \end{cases} \text{(تریتیم)}$$

نکات تکمیلی ایزوتوپ

تا کنون بیش از ۲۳۰۰ ایزوتوپ مختلف (طبیعی و ساختگی) شناخته شده است.

در این میان فقط ۲۷۹ ایزوتوپ پایدار وجود دارد . برخی عنصر ها مانند **F** ، **P** و **Al** تنهای یک ایزوتوپ پایدار دارند.

در حالی که برخی از دو یا تعداد بیشتری ایزوتوپ برخوردارند برای نمومه قلع (Sn) ۱۰ ایزوتوپ پایدار دارد.

پایداری ایزوتوپ ها به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته بستگی دارد.

برای مثال همه ی هسته هایی که ۸۴ یا بیش از این تعداد پروتون دارند ناپایدار هستند.

اگر برای هسته ای نسبت تعداد نوترون ها به پروتون ها ۱/۵ یا بیش تر باشد ، هسته یاد شده ناپایدار است.

برای مثال به عنصر ${}_{88}^{226}Ra$ دقت کنید. تعداد نوترون های آن برابر با ۱۳۸ و تعداد پروتون های آن برابر با ۸۸ است.

نسبت تعداد نوترون ها به پروتون ها در این اتم برابر با $\frac{۱۳۸}{۸۸} = ۱/۵۶$ است.

این گونه هسته های ناپایدار بر اثر واکنش های تلاشی هسته ای به هسته های پایدار تبدیل میشوند .

از میان ایزوتوپ های یک عنصر ، ایزوتوپی پایدار تر است که فراوانی بیشتری دارد.

برای مثال اتم بور دارای دو ایزوتوپ ${}_{5}^{10}B$ و ${}_{5}^{11}B$ است.

حال اگر تعداد ۳۰ اتم موجود باشد ۶ تای آن اتم ${}_{5}^{10}B$ و ۲۴ تای آن اتم ${}_{5}^{11}B$ است که ایزوتوپ ${}_{5}^{11}B$ فراوان تر و پایدارتر است.

حاشیه کتاب : غده ی تیروئید در جلوی گردن قرار دارد و هورمون های تیروئیدی (T_3 و T_4) را ترشح می کند.این غده برای ساختن این هورمون ها مقدار زیادی از ید موجود در مواد غذایی را در خود جمع می کند.از این رو رادیوایزوتوپ ید −۱۳۱ برای تشخیص بیماری های غده ی تیروئید به کار می رود.

جرم اتمی میانگین

برای محاسبه ی جرم اتمی میانگین ایزوتوپ ها می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

جرم ایزوتوپ =M فراوانی ایزوتوپ=F جرم اتمی میانگین = $\bar{M}$

یکای جرم اتمی (amu)

شیمی دان ها با استفاده از روش های تجربی توانستند جرم برخی از عناصر شناخته شده تا زمان خود را به طور نسبی اندازه گیری کنند. اندازه گیری نسبی جرم یعنی این که به یک عنصر مشخص، جرم معینی را نسبت داده و جرم بقیه عناصر را نسبت به آن محاسبه کنیم. برای این منظور، جرم هر اتم را نسبت به جرم اتم هیدروژن می سنجیدند. اما به دلایلی لازم شد که این مبنا تغییر کند.

جرم اتم اکسیژن، تقریبا ۱۶ برابر جرم اتم هیدروژن است پس $\frac{۱}{۱۶}$ جرم اتم اکسیژن ($\mathbf{O}^{۱۶}$)نیز تقریبا برابر با جرم اتم هیدروژن بود اما دقیقا برابر آن نیست.

برای مثال جرم یک اتم اکسیژن ۱/۳۳ برابر جرم یک اتم کربن و جرم یک اتم کلسیم ۲/۵ برابر جرم یک اتم اکسیژن است

$$۱۶ \times ۲/۵ = ۴۰ \quad , \quad ۱۲ \times ۱/۳۳ = ۱۵/۹۶ \sim ۱۶$$

به این ترتیب، واحد محاسبهٔ جرم اتمی از : ۱ اتم هیدروژن، به : $\frac{۱}{۱۶}$ اتم ($\mathbf{O}^{۱۶}$) تغییر یافت.

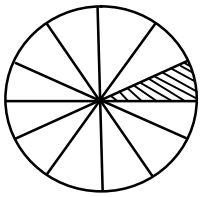
اما بعد از مدتی این واحد نیز تغییر کرد. آخرین واحد انتخابی $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن – ۱۲ است.

جرم این واحد هم تقریبا با دو واحد قبلی برابر بود. در هر صورت واحد جرم اتمی یا amu پس از دو بار تغییر، بر مبنای جرم $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن – ۱۲ انتخاب شد. جرم اتم های مختلف نسبت به این مبنا اندازه گیری شد.

کوتاه شده عبارت atomic mass unit به معنای واحد جرم اتمی می باشد که برابر با $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن – ۱۲ است .

بنابراین در این مقیاس جرم اتم کربن – ۱۲ برابر با ۱۲/۰۰۰ amu در نظر گرفته می شود .

دقت کنید که جرم اتمی و عدد اتمی تقریبا یکسان هستند اما دقیقا یکی نیستند.



$$۱\,\text{mau}\,(\frac{۱}{۱۲} \times {}^{۱۲}\text{C})$$

مول و جرم مولی

تعریف مول : به تعداد عدد آووگادرو ($۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$) از آن ماده می گویند که می تواند اتم ، یون ، ذره ، .... باشد.

جرم مولی : در روابط و مسائل شیمی ، واحد رایج برای ذره ها ، جرم مولی است که بیانگر جرم یک مول از آن ذره است.

برای مثال اگر یک مول اتم سدیم تهیه کرده و جرم آن را با ترازو اندازه گیری کنیم خواهیم دید که یک مول اتم سدیم تقریبا ۲۳ گرم جرم دارد که جرم مولی سدیم نامیده می شود. (واحد جرم مولی گرم بر مول است. $g.mol^{-۱}$)

از نظر مقدار عددی ، جرم یک عدد از یک اتم بر حسب amu برابر جرم یک مول از همان اتم بر حسب گرم است.

جرم یک عدد کربن –۱۲ برابر ۱۲/۰۰۰ amu و جرم یک مول اتم کربن –۱۲ نیز برابر با ۱۲/۰۰۰ گرم در نظر گرفته می شود.

اما همانطو که از اسمش پیداست ، جرم مولی یک عنصر جرم یک مول از اتم های آن است.

بدیهی است که مثلا در یک مول اتم کربن هم کربن – ۱۲ و هم اتم کربن –۱۳ وجود دارد.

یعنی در یک مول از این اتم، ایزوتوپ های مختلف کربن حضور داشته و با جرم های متفاوت خود نمی گذارند جرم یک مول اتم کربن دقیقا برابر با ۱۲ گرم باشد.

بنابراین جرم مولی یک عنصر ، جرم اتمی میانگین آن عنصر را بیان می کند به همین دلیل است که جرم مولی کربن $۱۲/۰۱۱\ g.mol^{-۱}$ که جرم مولی میانگین آن است گزارش می شود.

نمایش ذرات زیر اتمی

برای نمایش ذره های زیر اتمی جرم نسبی ذره ها را گوشه ی سمت چپ و بالا و بار نسبی آن را در گوشه ی سمت چپ و پایین نماد ذره زیر اتمی قرار می دهند. در جدول زیر برخی ویژگی های این ذره ها نشان داده شده است

X جرم نسبی / بار نسبی

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم	
			amu	g
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	−۱	۰/۰۰۰۵	$۹/۱۰۹\times۱۰^{-۲۸}$
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	+۱	۱/۰۰۷۳	$۱/۶۷۳\times۱۰^{-۲۴}$
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷	$۱/۶۷۵\times۱۰^{-۲۴}$

ویژگی ذره های زیر اتمی

جرم الکترون در مقایسه با جرم پروتون بسیار ناچیز است از این رو می توان از جرم نسبی الکترون در مقابل پروتون و نوترون چشم پوشی کرد و جرم نسبی الکترون را برابر با صفر در نظر گرفت.

جرم پروتون ۱۸۳۷ بار سنگین تر از جرم الکترون است.

جرم نوترون اندکی بیشتر از پروتون است که قابل چشم پوشی است از این رو می توان جرم پروتون و نوترون را یک واحد در نظر گرفت.

همواره مقدار بار الکتریکی ذره های سازنده اتم را نسبت به مقدار بار الکتریکی الکترون می سنجند در این مقیاس نسبی ، بار الکترون ۱− در نظر گرفته می شود.

مقدار بار الکتریکی الکترون وپروتون هم اندازه ولی قرینه ی یکدیگرند و نوترون ذره ای بدون بار است.

انواع مولکول آب

اگر تعداد ایزوتوپ های هیدروژن یک نوع باشد ← تعداد انواع ایزوتوپ اکسیژن × ۱ = **تعداد انواع مولکول آب**

اگر تعداد ایزوتوپ های هیدروژن دو نوع باشد ← تعداد انواع ایزوتوپ اکسیژن × ۳ = **تعداد انواع مولکول آب**

اگر تعداد ایزوتوپ های هیدروژن ۳ نوع باشد ← تعداد انواع ایزوتوپ اکسیژن × ۶ = **تعداد انواع مولکول آب**

آتش بازی و کشف ساختار اتم

از دیرباز مراسمی نظیر آتش بازی نشان داده بود که ملتهب شدن مواد، نورهایی با طول موج مشخص تولید می کند.

چینی ها با مخلوط کردن پتاسیم نیترات، گرد زغال و گوگرد،باروت سیاه تهیه کرده بودند.

فرمول پتاسیم نیترات KNO_3 است.

همچنین دیده شد که افزودن براده های آهن به باروت سیاه، باعث ایجاد جرقه های نارنجی رنگ درآتش می شود.

گرد منیزیم و آلومینیم نیز، نور سفید خیره کننده ای به جرقه های آتش می بخشیدند. هم چنین استرانسیم و باریم موجب ایجاد رنگ هایی زیبا در آتش می گشتند.

حاشیه کتاب : در سال ۱۶۶۶ نیوتون اعلام کرد که نور به هنگام عبور از یک منشور شکافته می شود و طیفی پیوسته از رنگ هایی شبیه رنگین کمان به وجود می آورد . این طیف همه ی طول موج های نور مرئی را نشان می دهد.

امواج الکترومغناطیس

اگر دقت کنید خواهید دید که این رنگ ها بخشی از طیف الکترومغناطیسی هستند.

همه ی امواج الکترومغناطیس در خلا سرعت ثابتی برابر سرعت حرکت نور دارند ولی طول موج آن ها با هم متفاوت است.

در شکل زیر نواحی مختلف طیف امواج الکترومغناطیس را بر اساس طول موج آن ها مشاهده می کنید.

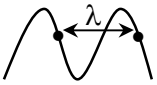
نور مرئی تنها بخش کوچکی از این طیف است که چشم انسان به طول موج آن حساس بوده و آن را مشاهده می کند.

نوری که ما را قادر به دیدن می کند ، طول موجی بین ۳۸۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارد. به این طیف یک طیف پیوسته می گویند

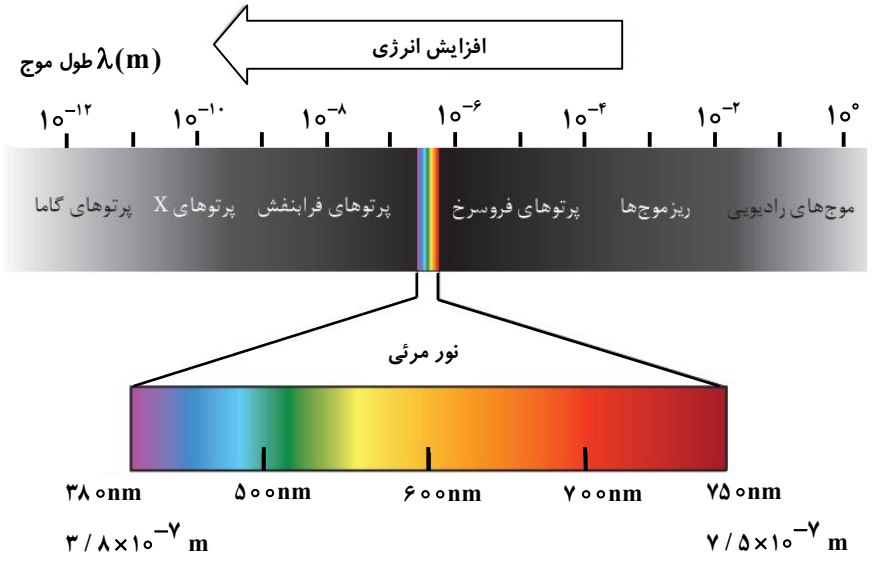
زیرا به طور پیوسته شامل همه ی طول موج ها می شود. طول موج امواج الکترو مغناطیس با هم متفاوت هستند .

همهٔ امواج الکترومغناطیس به صورت موج سینوسی منتشر و از فوتون تشکیل شده اند. از جنس انرژی هستند و ماده نمی باشند.

طول موج: فاصلهٔ بین دو نقطهٔ مشابه در این امواج، طول موج یا λ (لاندا) نامیده می شود.



حال هر چه قدر طول موج کمتر باشد، انرژی و نفوذ آن بیشتر است.



موج های رادیویی > ریز موج ها > پرتوهای فروسرخ > نور مرئی > پرتوهای فرابنفش > پرتوهای X > گاما : **طول موج**

موج های رادیویی < ریز موج ها < پرتوهای فروسرخ < نور مرئی < پرتوهای فرابنفش < پرتوهای X < گاما : **انرژی**

طول موج های رنگ های طیف مرئی مطابق جدول زیر است :

طول موج(nm)	۳۸۰-۴۳۰	۴۳۰-۴۸۰	۴۸۰-۵۶۰	۵۶۰-۵۹۰	۵۹۰-۶۳۰	۶۳۰-۷۵۰
رنگ پرتو	نیلی- بنفش	آبی	سبز	زرد	نارنجی	قرمز

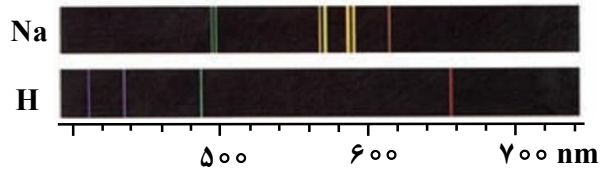
قرمز > نارنجی > زرد > سبز > آبی > نیلی > بنفش : **طول موج**

قرمز < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش : **انرژی**

این تئوری که ممکن است التهاب هر عنصر، رنگ مشخصی ایجاد کند، با آزمون شعله نیز تایید شد. در این آزمون، محلول یک ترکیب شیمیایی فلزدار که در واقع یک ترکیب یونی است، رنگ خاصی به شعله می بخشد که با رنگ سایر ترکیب ها متفاوت و قابل شناسایی است.

طیف نشری خطی عناصر

رابرت بونزن دانشمند آلمانی دستگاه طیف بین را طراحی کرد که سهم چشم گیری در پیشرفت علم شیمی داشت.
وقتی رابرت بونزن یک ترکیب شیمیایی فلزدار را در مشعل این دستگاه قرار می داد تغییر رنگ شعله را مشاهده می کرد.
مثلا وقتی او کات کبود (مس (II) سولفات ۵ آبه یا $CuSO_4.5H_2O$) را در شعله این دستگاه گذاشت رنگ آبی شعله به سبز گرایش پیداد کرد.
او نور تولید شده را از یک شیار باریک و از یک منشور عبور داد و طیف خاصی به دست آورد.
این طیف در مورد هر ترکیب فلز دار شکل ویژه ای داشت.این طیف ها طیف نشری خطی نامیده می شوند.



در واقع طیف منتشر شده از عنصرهای مختلف در دستگاه طیف بین برخلاف طیف نور سفید یک طیف پیوسته و تماما روشن نیست بلکه یک طیف گسسته است که شامل خطوط و نوار های تاریک و روشن می باشد وبه همین جهت طیف نشری خطی نامیده شد.
بونزن که از این مشاهده شگفت زده شده بود آزمایش را با چند ترکیب فلز دار دیگر نیز تکرار کرد و در هر مورد طیف نشری خطی متفاوتی به دست آورد.
بررسی بیشتر وی و همکارانش ثابت کرد که هر فلز طیف نشری خطی خاص خود را دارد و مانند اثر انگشت می توان از این طیف برای شناسایی فلز مورد نظر بهره گرفت.
کاربرد طیف های نشری خطی از برخی جنبه ها مانند کاربرد خط نماد (bar code) روی جعبه یا بسیاری از کالاهایی است که در بازار به فروش می رسند.
دقت کنید که این خط ها در ناحیه نور مرئی هستند و خط هایی که دارای طول موج بیشتر یا کم تر از نور مرئی هستند در این الگو دیده نمی شوند.

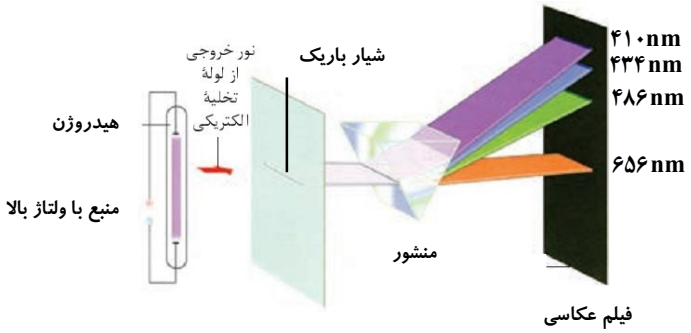
آزمون شعله : ترکیب های شیمیایی فلزدار به شعله ی چراغ بونزن رنگ خاصی می دهند که از آن می توان برای شناسایی فلز موجود در ترکیب مورد نظر استفاده کرد. مقدار کمی نمک را روی شعله قرار می دهیم و تغییر رنگ ایجاد شده را مشاهده نماییم .

روش های انجام آزمون شعله

وسایل مورد نیاز : چراغ بونزن ، گیرهٔ بوته، شیشهٔ ساعت، شش عدد بشر ۵۰mL ، چند گلوله پنبه ای
۱) یک گلوله ی پنبه ای را به کمک گیره ی بوته برداشته و پس از آغشته کردن به مقدار کمی از محلول ترکیب فلز دار ، روی شعله ی چراغ بونزن قرار داد.
۲) محلول یک ترکیب فلزدار را در اتانول تهیه کرده ، داخل افشانه ریخته و با افشاندن آن در شعله تغییر رنگ را مشاهده کرد . از آن جا که اتانول آتش گیر است بهتر است این آزمایش در شرایط مناسب و محافظت شده انجام شود.
۳) مقداری از نمک را با وسیله ای مخصوص که دارای میله ای از جنس پلاتین است روی شعله ی مستقیم قرار داد.
در آزمون شعله اگر نمک به کار رفته خلوص بالایی نداشته باشد رنگ شعله همانند آنچه انتظار می رود نخواهد بود.
رنگ شعله برخی از فلزها که در کتاب درسی اشاره شده در زیر آمده است :

نام فلز	لیتیم	سدیم	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آلومینیم	مس	آهن
نماد	Li	Na	K	Ca	Mg	Al	Cu	Fe
رنگ شعله	قرمز	زرد	بنفش	قرمزآجری	سفید	سفید	سبز	نارنجی

لوله تخلیه الکتریکی: همانند لوله پرتوی کاتدی ، دارای کاتد (الکترود منفی) و آند (الکترود مثبت) است که در صورت وجود گاز با فشار پایین و برقراری ولتاژ بالا الکترون از کاتد به آند منتقل می شود به این فرآیند(عبور جریان الکتریسیته از درون گاز) تخلیه الکتریکی گفته می شود.



طیف نشری خطی اتم هیدروژن

سطح انرژی و پایداری رابطه ی عکس دارند. هر قدر سطح انرژی گونه ای بالاتر باشد آن گونه پایداری کم تری دارد .

انرژی زیادی که به هنگام تخلیه الکتریکی ایجاد می شود، مولکول های دو اتمی هیدروژن (H_2) را به اتم های جدا از هم می شکند و این اتم ها در مقایسه با مولکول های هیدروژن انرژی جنبشی بیشتری دارند. $H_2 \rightarrow H\bullet + \bullet H$

یعنی پس از اعمال ولتاژ بالا به این مولکول ها و شکسته شدن آن ها به اتم های جدا از هم سطح انرژی آن ها بسیار زیاد شده و پایداری خود را از دست می دهند. به عبارتی ملتهب شده اند.

این اتم ها دوست دارند این مقدار انرژی اضافه را از دست داده تا پایداری خود را به دست آورند. در نتیجه با نشر نور، انرژی اضافه خود را از دست داده و پایدار می گردند.

حال اگر نور منتشر شده توسط این اتم های پر انرژی را از میان یک شیار باریک عبور داده و به یک منشور برسانیم، در صورت وجود یک فیلم خام عکاسی در پشت این منشور می توانیم ۴ طیف نشری خطی اتم هیدروژن را مشاهده کنیم.

در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ۴ خط در **ناحیه مرئی** دیده می شود.

دقت کنید که در طیف نشری خطی هیدروژن، نور قرمز، کم ترین انحراف را از مسیر اولیه برخورد به منشور، و نور بنفش بیشترین میزان انحراف را دارند.

نخستین بار آنگستروم ۴ طیف نشری خطی اتم هیدروژن را کشف و ۹ سال بعد موفق به اندازه گیری دقیق طول موج آن ها شد .

طول موج هر یک از این رنگ ها در جدول زیر خلاصه شده است.

رنگ	بنفش	آبی	سبز	قرمز
طول موج	۴۱۰nm	۴۳۴ nm	۴۸۶ nm	۶۵۶ nm

شاید این سوال پیش آید که چرا طیف عناصر مختلف حتما با هم فرق دارد؟ همین پرسش آقای نیلز بور را به مدل تازه ای از اتم رساند. اگر به مدل رادرفورد برای اتم دقت کرده باشید، خواهید دید که وی بیشتر به هسته اتم توجه کرده بود و وضعیت الکترون ها چندان مشخص نبود. بور در مدل اتمی خود جایگاه دقیق تری را برای الکترون ها در نظر گرفت. او با توجه به طیف نشری هیدروژن، فرض کرد که مدارهای مختلفی برای حرکت الکترون در اطراف هسته موجود باشد.وقتی به ماده انرژی زیادی داده شود(با شعله یا در اثر تخلیه الکتریکی) الکترون این انرژی را جذب می کند و به مدار بالاتر می رود اما هسته مجددا الکترون را به مدارهای پایین تر می کشد. انرژی جذب شده، نشر می شود و طیف مواد ایجاد می گردد.

مدل اتمی بور

۱) الکترون در اتم هیدروژن در مسیری دایره ای شکل که مدار نامیده می شود به دور هسته در گردش است .

۲) انرژی الکترون با فاصله از هسته رابطه ی مستقیم دارد در واقع هرچه الکترون از هسته دورتر می شود انرژی آن افزایش می یابد

۳) این الکترون فقط می تواند در فاصله های معین و ثابتی پیرامون هسته گردش کند در واقع الکترون تنها مجاز است مقادیر معینی انرژی را بپذیرد به هریک از این مقادیر انرژی ، تراز انرژی گفته می شود تعداد محدودی از این ترازها در اتم وجود دارد .

۴) این الکترون معمولا در پایین ترین تراز انرژی ممکن (نزیک ترین مدار به هسته) قرار دارد به این تراز ، حالت پایه گفته می شود

۵) با دادن مقدار معینی انرژی به این الکترون می توان آن را قادر ساخت که از حالت پایه (تراز با انرژی کم تر) به حالت برانگیخته (تراز با انرژی بالاتر) انتقال یابد.

۶) الکترون در حالت برانگیخته ناپایدار است از این رو همان مقدار انرژی را که پیش از این گرفته بود از دست می دهد و به حالت پایه باز می گردد.

نکات تکمیلی

نشر نور مناسب ترین راه برای از دست دادن انرژی اضافه است.

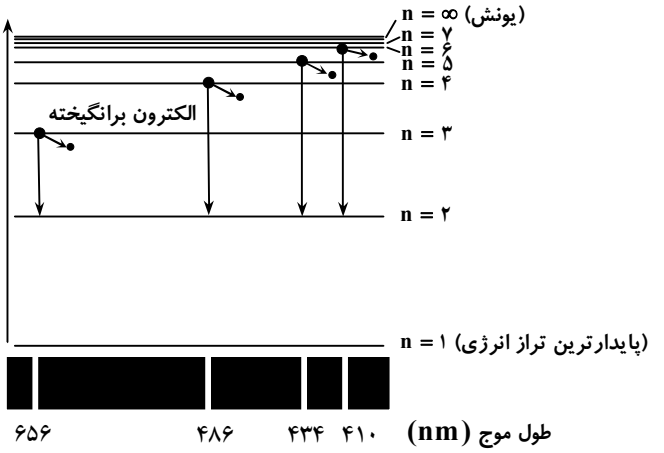
از این رو الکترون برانگیخته به هنگام بازگشت به حالت پایه انرژی اضافی خود را که در واقع تفاوت انرژی میان دو تراز انرژی یاد شده است ، از طریق انتشار نوری با طول موج معین از دست می دهد به این گونه انرژی که به صورت یک بسته انرژی مبادله می شود انرژی کوانتومی یا پیمانه ای می گویند

بور با کوانتومی در نظر گرفتن ترازهای انرژی توانست طیف نشری خطی هیدورژن را توجیه کند

الکترون با جذب انرژی به مدارهای بالاتر می رود
جاذبه هسته، آن را به حالت پایه باز می گرداند
انرژی به صورت بسته های معین نشر می شود.
⇐ انرژی بسته ای یا پیمانه ای را انرژی کوانتومی می گویند.

مدل اتمی بور و خطوط نشری- خطی هیدروژن

انرژی نشر شده در این فرآیند، کوانتیده است. کوانتیده به معنای تکه تکه شده است. تکه هایی که با هم برابرند.
بور به هر یک از این ترازهای انرژی کوانتیده عدد خاصی را نسبت داد(از یک تا ۷) و آن را عدد کوانتومی اصلی نامید.
$n = ۱$ پایدار ترین تراز انرژی مجاز برای الکترون است.



فرض کنید الکترون موجود در این تراز، با جذب انرژی به $n = ۱$ برود. این الکترون با نشر بستهٔ معینی از انرژی مجددا به $n = ۱$ باز می گردد. اما اگر الکترون آنقدر انرژی دریافت کند که از مدار اول به مدار سوم برسد، دو نوع برگشت به حالت پایه دارد. ممکن است مستقیما از مدار سوم به مدار اول بازگردد یا آن که ابتدا به مدار دوم و سپس به مدار اول بازگردد. به همین ترتیب بازگشت های مختلفی برای مدارهای مختلف وجود دارد.
اما نکته ی بسیار مهم این است که فاصلهٔ هر مدار با مدار بالاتر ثابت و معین است اما دقت کنید که این فواصل در مدارهای مختلف یکسان نیست. در نتیجه بازگشت به مدارهای مختلف انرژی متفاوتی آزاد می کند.هر چه به سمت مدار های بالاتر حرکت کنیم، فاصله ی بین دو مدار کم تر می شود.
طول موج و انرژی رابطه ی عکس دارند بنابر این هرچه فاصله ی بین تراز ها بیشتر باشد انرژی مبادله شده بیشتر و طول موج حاصل کوچک تر است $(n_۳ \to n_۱) > (n_۳ \to n_۲)$ انرژی مبادله شده $(n_۳ \to n_۱) < (n_۳ \to n_۲)$ طول موج

خطوط هیدروژن

۱- خط قرمز مربوط به انتقال الکترون از $n = ۳$ به $n = ۲$ ← طول موج برابر با ۶۵۶ nm
۲- خط سبز مربوط به انتقال الکترون از $n = ۴$ به $n = ۲$ ← طول موج برابر با ۴۸۶ nm
۳- خط آبی مربوط به انتقال الکترون از $n = ۵$ به $n = ۲$ ← طول موج برابر با ۴۳۴ nm
۴- خط بنفش مربوط به انتقال الکترون از $n = ۶$ به $n = ۲$ ← طول موج برابر با ۴۱۰ nm

نکته

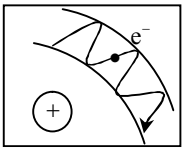
سوال این است که اگر این همه بازگشت برای یک الکترون امکان دارد پس چرا در طیف هیدروژن فقط ۴ خط دیده می شود؟ در پاسخ باید گفت که از بین این همه بازگشتی که اشاره شد، فقط انرژی ۴ انتقال در حدی است که طول موج آن ها بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است و در ناحیه طول موج های مرئی قرار دارد و می توان آن ها را مشاهده کرد. در شکل بالا این ۴ خط را به خوبی می بینید.

ایراد مدل بور

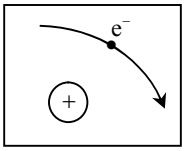
۱) در سال های بعد مشخص شد که هر یک از سطوح انرژی در ساختار اتم خود به چند زیرلایه (مانند s و p) تقسیم می شوند که این امر با مدل اتمی بور توجیه نمی شود.
۲) نظریه اتمی بور فقط در تفسیر طیف نشری خطی هیدروژن موفق عمل می کند ولی قادر به توجیه وضعیت طیف اتم های دیگر نمی باشد .

مدل کوانتومی اتم

علم مکانیک، شاخه ای از علم فیزیک است که به بررسی حرکت اجسام می پردازد. در چند دهه اخیر، این دانش به دو شاخه مکانیک کلاسیک و مکانیک کوانتوم دسته بندی شده است. مکانیک کوانتوم مربوط به مطالعه حرکت موجی اجسام می باشد. به بیانی دیگر، بر اساس مکانیک کوانتوم تمام اجسام متحرک، دارای حرکت موجی می باشند. هر چه جسم متحرک سنگین تر باشد، دامنه نوسان حرکت آن کوتاه تر می شود. بر این اساس برای اجسام بزرگ، حرکت موجی به چشم نمی آید و به همین علت است که برای مطالعه حرکت اجسام بزرگ، از قوانین مکانیک کلاسیک استفاده می شود اما در بررسی حرکت های مربوط به ذرات ریز، نتایج حاصل از مکانیک کوانتوم با تجربیات حاصل از آزمایش مطابقت بیشتری دارد. می دانیم که نور، رفتاری دوگانه دارد. چنانکه پدیده هایی مانند تداخل و پراش نشانگر خاصیت موجی نور است. از طرفی تشکیل نور از ذراتی به نام فوتون رفتار ذره ای نور را توجیه می کند. در نتیجه نور هم رفتار موجی دارد و هم رفتار ذره ای.می توان گفت هر ذره ای که دارای رفتار موجی است، خاصیت دوگانهٔ موج- ذره را نیز از خود نشان می دهد. الکترون نیز یک ذره است و اگر از آن رفتار موجی ببینیم می توان خاصیت دوگانهٔ موج - ذره را در مورد ماده نیز تعریف کرد.حال اگر رفتار دوگانهٔ موج- ذره را برای الکترون بپذیریم می توان فرض کرد که الکترون هنگام حرکت در اطراف هسته به جای حرکت در یک مدار مشخص، در یک فضا حرکت می کند. چرا که نوسانی ناشی از حرکت موجی، فاصلهٔ آن را تا هسته اندکی تغییر می دهد.



رفتار موجی الکترون



رفتار ذره ای الکترون

به این ترتیب الکترون در هر تراز انرژی، نه در یک مدار بلکه در یک لایه حرکت می کند. یعنی الکترون به جای حرکت در یک مسیر دایره ای، یک فضا را اشغال می کند.

شرودینگر و اوربیتال

اروین شرودینگر بر مبنای رفتار دوگانه ی الکترون و تاکید بر رفتار موجی آن مدلی برای اتم پیشنهاد کرد. او به جای محدود کردن الکترون به یک مدار دایره ای شکل از حضور الکترون در یک فضای ۳ بعدی به نام **اوربیتال** سخن گفت.

اوربیتال: فضایی سه بعدی در اطراف هسته است که میزان احتمال حضور الکترون را در آن بسیار زیاد است. یعنی الکترون بیشتر وقت خود را درون این فضای سه بعدی می گذراند. در هر اوربیتال حداکثر دو الکترون جای می گیرد.

شرودینگر پس از انجام محاسبه های بسیار پیچیده ی ریاضی نتیجه گرفت همان گونه که برای مشخص کردن مکان یک جسم در فضا به سه عدد (طول ، عرض و ارتفاع) نیاز است ، برای مشخص کردن هر یک از اوربیتال های یک اتم نیز به چنین داده هایی نیاز داریم . شرودینگر به این منظور از سه عدد n, l و m_l استفاده کرد که عددهای کوانتومی خوانده می شوند.

عدد کوانتومی اصلی(n)

n که عدد کوانتومی اصلی گفته می شود همان عددی است که بور برای مشخص کردن ترازهای انرژی در مدل خود به کار برده بود. در مدل کوانتومی به جای ترازهای انرژی از واژه ی لایه های الکترونی استفاده می شود و n تراز انرژی آن ها را معین می کند.

$n=۱$ پایدارترین لایه ی الکترونی را نشان می دهد و هر چه n بالاتر می رود تراز انرژی لایه الکترونی افزایش می یابد .

پیرامون هسته ی اتم حداکثر هفت لایه الکترونی مشاهده شده است.

عدد کوانتومی اصلی(n) انرژی اوربیتال ها و همچنین تعداد زیرلایه ها را مشخص می کند به عبارتی هر چه n بزرگ تر باشد انرژی لایه بیشتر واندازه آن بزرگ تر می شود. تعداد اوربیتال ها و حد اکثر تعداد الکترون ها در هر لایه ی اصلی از روابط روبرو به دست می آید: $n^۲$ = تعداد اوربیتال ها در هر لایه ی اصلی $۲n^۲$ =حداکثر تعداد الکترون ها در هر لایه ی اصلی

انرژی یونش

یونش به معنای خارج کردن الکترون از اتم و ایجاد یون است. این عمل به انرژی نیاز دارد.

انرژی یونش ، انرژی لازم برای فرایند یونش می باشد از آن جا که اندازه گیری و گزارش مقدار انرژی لازم برای یونش یک مول آسان تر است انرژی های متوالی یونش را به صورت زیر تعریف می کنیم:

به انرژی لازم برای خارج کردن یک مول الکترون از یک مول اتم در حالت پایه (مثلا اتم X) در حالت گازی که به تولید یک مول یون یک بار مثبت (X^+) در حالت گازی می انجامد انرژی نخستین یونش گویند $IE_1 + X_{(g)} \rightarrow X^+_{(g)} + e^-$

*حاشیه کتاب : **IE** کوتاه شده ی عبارت **Ionization Energy** به معنای انرژی یونش است.*

انرژی دومین یونش

انرژی لازم برای خارج کردن یک مول الکترون از یک مول یون یک بار مثبت (X^+) در حالت گازی و ایجاد یک مول یون دو بار مثبت (X^{2+})در حالت گازی است . $IE_2 + X^+_{(g)} \rightarrow X^{2+}_{(g)} + e^-$

اگر دقت کرده باشید، خواهید دید که بر روی گازی بودن عنصر مورد نظر تاکید ویژه ای شده است. دلیل آن این است که قرار است انرژی لازم برای جداسازی الکترون از اتم را اندازه گیری کنیم. اگر اتم در حالت مایع یا جامد باشد، بخشی از انرژی داده شده به عنصر صرف تغییر فیزیکی ماده می شود. مثلا اگر عنصر مورد نظر جامد باشد، بخشی از انرژی داده شده به عنصر، در جهت مایع کردن آن صرف می شود و اندازه گیری انرژی یونش آن را با مشکل مواجه می سازد.

نکات تکمیلی

معمولا به هنگام یونش سست ترین الکترون ها از اتم جدا می شوند .

این الکترون ها از آخرین زیرلایه در آخرین تراز اصلی جدا می شوند .آخرین تراز اصلی ، ترازی است که عدد کوانتومی اصلی(n) آن بزرگتر است.

انرژی نخستین یونش به دلیل جدا شدن الکترون از یک اتم خنثی نسبت به انرژی های یونش بعدی ، مقدار کوچکتری دارد در حالی که انرژی های یونش بعدی مقادیر عددی بزرگتری دارند.

می توان فرآیند یونش را ادامه داد تا الکترون ها، جدا شوند. انرژی های صرف شده را انرژی های متوالی یونش می نامند.

همانگونه که اشاره شد، انرژی های متوالی یونش مرتبا بزرگ و بزرگ تر می شوند که ۲ دلیل اصلی دارد:

۱- با جدا شدن هر الکترون، بار مثبت ذرهٔ باقی مانده بیشتر می شود و جداسازی الکترون بعدی دشوارتر می گردد.

۲- با جدا شدن هر الکترون دافعهٔ بین الکترون های باقی مانده کمتر می شود اما قدرت هسته تغییری نمی کند و هسته می تواند اثر خود را بهتر نشان دهد.

جهش های بزرگ در انرژی های یونش متوالی

هر گاه در جدا کردن الکترون از یک اتم لایه اصلی الکترونی تغییر می یابد در مقدار انرژی های یونش متوالی اتم مورد نظر شاهد یک جهش بزرگ خواهیم بود زیرا الکترونی که یک لایه الکترونی به هسته نزدیک تر است برای جدا شدن انرژی بیشتری نیاز دارد وجود جهش های بزرگ در انرژی های یونش متوالی یک اتم به دلیل وجود لایه های الکترونی و سطوح انرژی مختلف پیرامون هسته اتم است.



این نمودار تغیرات انرژی یونش متوالی منیزیم را نشان می دهد که با توجه به آن ، وجود سه لایه ی اصلی الکترونی در اتم منیزیم به خوبی مشاهده می شود.

$IE_۱$ می تواند یکی از الکترون های بیرونی اتم منیزیم را جدا کند. چرا که $IE_۱$ قرار است صرف جداسازی سست ترین الکترون شود.در نتیجه الکترون های ترازهای داخلی تر، با این انرژی جدا نخواهند شد

$$IE_۱ + Mg(g) \rightarrow Mg^{+}(g) + e^{-}$$

$IE_۲$ الکترون بعدی را جدا می کند.

$$IE_۲ + Mg^{+}(g) \rightarrow Mg^{۲+}(g) + e^{-}$$

اگر به مقادیر لگاریتمی انرژی یونش در شکل بالا دقت کنید، خواهید دید که تفاوت انرژی یونش اول و دوم خیلی زیاد نیست اما تفاوت انرژی یونش دوم و سوم چشم گیرتر است. زیرا هنگام جداسازی سومین الکترون یک تراز به هسته نزدیک تر شده ایم. با نزدیک تر شدن به هسته، در مقدار انرژی یونش یک جهش بزرگ ایجاد شود

$$IE_۳ + Mg^{۲+}(g) \rightarrow Mg^{۳+}(g) + e^{-}$$

در مورد یازدهمین انرژی یونش نیز این جهش دیده می شود. زیرا در هنگام جداسازی یازدهمین الکترون نیز یک لایه الکترونی از دست رفته و یک تراز به هسته نزدیک تر شده ایم. $IE_{۱۱} + Mg^{۱۰+}(g) \rightarrow Mg^{۱۱+}(g) + e^{-}$

وجود جهش های بزرگ در انرژی های یونش متوالی یک اتم ، دلیلی بر وجود لایه های الکترونی در سطوح انرژی مختلف پیرامون هسته ی اتم است و کوانتومی بودن انرژی الکترون ها در اطراف هسته را به اثبات می رساند. از میان جهش های بزرگ موجود در انرژی های یونش متوالی یک اتم ،جهشی که به هسته نزدیک تر است بزرگ تر می باشد.زیرا با نزدیک شدن به هسته شدت افزایش بار موثر هسته بیشتر می شودمثلا در اتم منیزیم جهش ۱۰ به ۱۱ از جهش ۲ به ۳ بزرگ تر است.

۱ + (مجموع الکترون های آخرین لایه ی اصلی)= اولین جهش بزرگ (عنصر های غیر واسطه)

۱ - بزرگ ترین عدد کوانتومی اصلی n = تعداد جهش های بزرگ یک اتم

عدد کوانتومی اوربیتالی (l)

بررسی ها نشان داد که الکترون های هرلایه، زیر مجموعه هایی را تشکیل می دهند که به آن ها زیرلایه گفته می شود. به عبارت دیگر هر لایه ی اصلی از یک یا چند زیرلایه تشکیل می شود. زیرلایه ها را با عدد کوانتومی اوربیتالی (l) نشان می دهند.

زیرلایه: به مجموعه ای از اوربیتال های هم انرژی که عدد کوانتومی اصلی آن ها یکسان است گفته می شود.

تعریف دوم زیرلایه: مجموعه ای از اوربیتال ها در یک لایه اصلی که عدد کوانتومی اوربیتالی برابر دارند.

n تعداد زیرلایه های هر لایه الکترونی را نشان می دهد. به عبارت دیگر تعداد زیرلایه ها در هر لایه برابر با n است.

به عنوان مثال در n=۲ دو زیرلایه و در n=۳ ، ۳ زیرلایه وجود دارد.

در هر لایه الکترونی l می تواند مقادیر صحیح ۰ تا n-۱ را داشته باشد مثلا برای $n = ۳$ مقادیر ۰ و ۱ و ۲ را شامل می شود.

عدد کوانتومی اوربیتالی نوع زیرلایه را مشخص می کند اگر به عدد کوانتومی اوربیتالی (l) مقادیر عددی نسبت دهیم می توانیم نوع زیرلایه را مشخص کنیم.

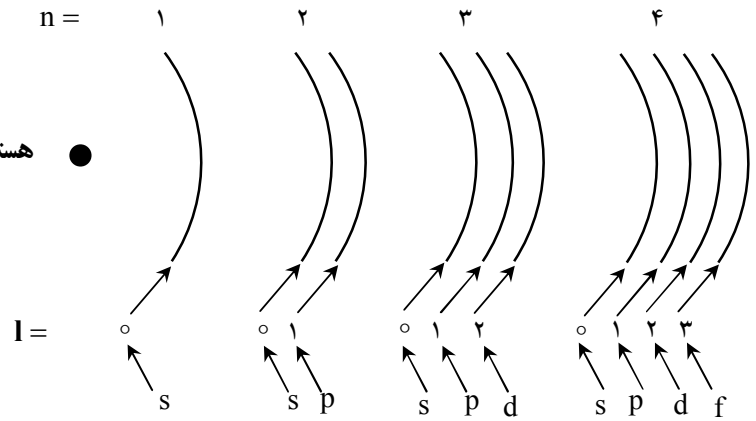
انواع زیرلایه

اگر به عدد کوانتومی اوربیتالی (l) عدد صفر را نسبت دهیم زیرلایه به دست آمده از نوع s خواهد بود. $l = ۰ \rightarrow s$

اگر به عدد کوانتومی اوربیتالی (l) عدد ۱ را نسبت دهیم زیرلایه به دست آمده از نوع p خواهد بود. $l = ۱ \rightarrow p$

اگر به عدد کوانتومی اوربیتالی (l) عدد ۲ را نسبت دهیم زیرلایه به دست آمده از نوع d است. $l = ۲ \rightarrow d$

اگر به عدد کوانتومی اوربیتالی (l) عدد ۳ را نسبت دهیم زیرلایه به دست آمده از نوع f خواهد شد. $l = ۳ \rightarrow f$



هر یک از زیرلایه های اطراف هسته اتم با توجه به مقدار عدد کوانتومی فرعی به صورت زیر نام گذاری می شود.

به عنوان مثال زیرلایه d که مقدار l آن ۲ است، در لایه سوم($n = ۳$) به صورت $۳d$ نشان داده می شود.

انرژی زیرلایه های هر لایه با افزایش مقدار l، افزایش می یابد. ترتیب انرژی زیرلایه ها در هر لایه ی اصلی به صورت زیر است :

انرژی: $f > d > p > s$

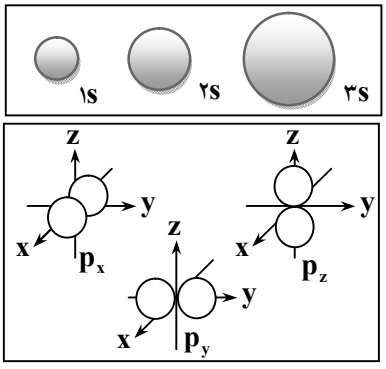
شکل و تعداد اوربیتال ها

عدد کوانتومی اوربیتالی شکل و تعداد اوربیتال های آن زیرلایه را نیز مشخص می کند.

شکل اوربیتال s کروی و شکل اوربیتال p دمبلی شکل است.

با افزایش n، اندازه ی اوربیتال ها نیز بزرگ تر می شود.

کروی بودن اوربیتال s به این معنا نیست که مسیر حرکت الکترون در اطراف هسته داخل یک اوربیتال کروی است!! در واقع شکل اوربیتال به هیچ وجه مسیر حرکت الکترون را در اطراف هسته نشان نمی دهد و فقط بیان می کند که احتمال حضور الکترون داخل این فضای کروی بیشتر است.



تعداد اوربیتال ها و الکترون ها در هر **زیرلایه** به وسیله ی فرمول های زیر محاسبه می شود.

حداکثر تعداد الکترون ها در هر زیر لایه $= ۲(۲l + ۱) = ۴l + ۲$

تعداد اوربیتال ها در هر زیر لایه $= ۲l + ۱$

اگر بخواهیم تعداد اوربیتال های هر کدام از زیرلایه های f, d, p, s را به دست آوریم به شکل زیر عمل می کنیم:

تعداد اوربیتال های زیرلایه ی s برابر با یک است $l = ۰ \rightarrow s \rightarrow ۲l + ۱ \Rightarrow ۲(۰) + ۱ = ۱$

تعداد اوربیتال های زیرلایه ی p برابر با سه است. $l = ۱ \rightarrow p \rightarrow ۲l + ۱ \Rightarrow ۲(۱) + ۱ = ۳$

تعداد اوربیتال های زیرلایه ی d برابر با ۵ است. $l = ۲ \rightarrow d \rightarrow ۲l + ۱ \Rightarrow ۲(۲) + ۱ = ۵$

تعداد اوربیتال های زیرلایه ی f برابر با ۷ است. $l = ۳ \rightarrow f \rightarrow ۲l + ۱ \Rightarrow ۲(۳) + ۱ = ۷$

عدد کوانتومی مغناطیسی

سومین عدد کوانتومی ، عدد کوانتومی مغناطیسی (m_l) است که جهت گیری اوربیتال ها در فضا را نشان می دهد.

در واقع نشان می دهد که الکترون در کدام اوربیتال قرار دارد.

اوربیتال هم انرژی : به اوربیتال هایی گفته می شود که در یک زیرلایه قرار می گیرند و انرژی یکسانی دارند برای مثال زیرلایه p دارای ۳ اوربیتال هم انرژی و زیرلایه d دارای ۵ اوربیتال هم انرژی می باشد.

$l = ۰$ (زیرلایه s) فقط یک اوربیتال دارد که الکترون های درون آن را با $m_l = ۰$ مشخص می کنیم.

$l = ۱$(زیرلایه p) دارای ۳ اوربیتال است که هر اوربیتال را با یک m_l خاص، مشخص می کنیم. p_x , p_y , p_z اسامی است که به هر یک از اوربیتال های زیرلایه p نسبت داده می شود .هر کدام از این اوربیتال ها یک عدد خاص داشته که جهت گیری آن اوربیتال را نسبت به هر کدام از نمودار های x و y و z نشان می دهد.

در حالت کلی m_l همه ی مقادیر صحیح بین $-l$ تا $+l$ را در بر می گیرد.

برای مثال اگر عدد کوانتومی اوربیتالی برابر با ۰ باشد $(l = ۰)$ ، m_l مقادیر $+۰$ تا -۰ را در بر می گیرد!!

در نتیجه مقدار m_l برای اوربیتال s برابر با صفر در نظر گرفته می شود.

اگر عدد کوانتومی اوربیتالی برابر با یک باشد $(l = ۱)$ ، m_l مقادیر $+۱$ تا -۱ را در بر می گیرد.

چون زیرلایه p دارای ۳ اوربیتال هم انرژی است در نتیجه مقدار m_l برای هر اوربیتال عددی متفاوت است.

p_x $(m_l = -۱)$ p_y $(m_l = ۰)$ p_z $(m_l = -۱)$

m_l	-۱	۰	+۱
اوربیتال p	p_x	p_y	p_z

به همین ترتیب برای زیر لایه d و زیرلایه f نیز مقادیر m_l به دست می آید.

$l = ۲ \rightarrow$ زیرلایه d $\rightarrow$ پنج اوربیتال دارد $\rightarrow m_l = -۲, -۱, ۰, +۱, +۲$

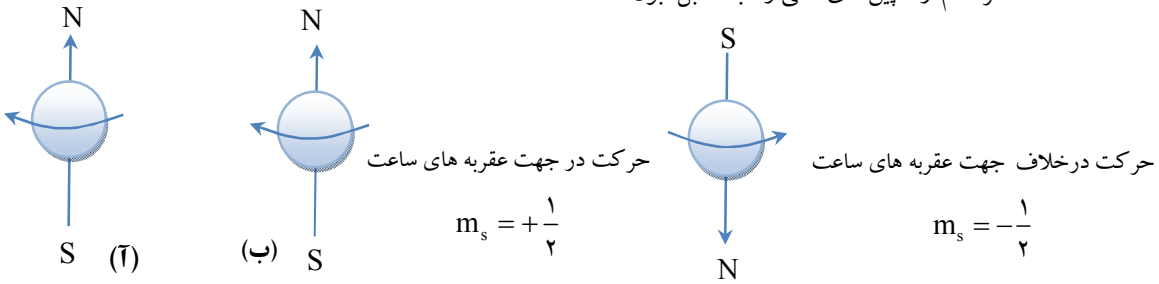
$l = ۳ \rightarrow$ زیرلایه f $\rightarrow$ هفت اوربیتال دارد $\rightarrow m_l = -۳, -۲, -۱, ۰, +۱, +۲, +۳$

عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین (m_s)

برای مشخص کردن جهت حرکت الکترون به دور خود از دو عدد $+\frac{۱}{۲}$ و $-\frac{۱}{۲}$ استفاده می شود.

$+\frac{۱}{۲}$ برای چرخش در جهت عقربه های ساعت و $-\frac{۱}{۲}$ برای چرخش درخلاف جهت حرکت عقربه های ساعت استفاده می شوند.

برای یک الکترون منفرد درون یک اوربیتال مانند اتم هیدروژن در غیاب میدان مغناطیسی نظیر میدان مغناطیسی کره ی زمین هرکدام از اسپین های منفی و مثبت قابل قبول است.



اصل طرد پائولی

یک فیزیک دان اتریشی به نام پائولی با ارائه ی اصلی که اصل طرد پائولی نام گرفت اظهار داشت که :
«هیچ اوربیتالی در یک اتم نمی تواند بیش از دو الکترون در خود جای دهد»
در بیان دیگری از اصل طرد پائولی می خوانیم :
«در یک اتم ، هیچ دو الکترونی را نمی توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آن یکسان باشد»
این اصل با توجه به بحث اسپین و معرفی چهارمین عدد کوانتومی کاملا قابل درک است.
یک نتیجه گری مهم از اصل طرد پائولی این است که:
«درهر اوربیتال حداکثر ۲ الکترون آن هم با اسپین مخالف قرار می گیرد قرار می گیرند»

آرایش الکترونی نوشتاری

در این روش باید زیرلایه ها و تعداد الکترون های آن را مشخص کنیم. تعداد الکترون ها به صورت بالانویس روی نماد مشخص کننده ی زیرلایه یا اوربیتال قرار می گیرد.
برای مثال می خواهیم آرایش الکترونی هیدروژن را بنویسیم. می دانیم که عدد اتمی هیدروژن برابر با ۱ بوده و تنها یک الکترون در زیرلایه ی ۱s خود دارد. پس آرایش الکترونی هیدروژن به صورت $_{1}H : 1s^{1}$ است. (یک اس یک)
به این ترتیب دو الکترون موجود در اتم هلیم هم در زیرلایه ۱s قرار می گیرند.
آرایش الکترونی هلیم به صورت $_{2}He : 1s^{2}$

آرایش الکترونی

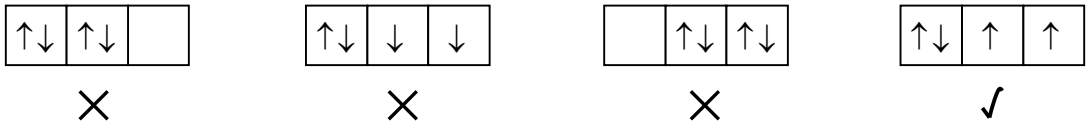
برای نمایش چگونگی توزیع الکترون ها در زیرلایه ها و هم چنین نمایش جهت چرخش الکترون به دور خود (جهت اسپین) از نمودار اوربیتالی استفاده می کنیم. در نمودار اوربیتالی ، هر اوربیتال با یک مربع و الکترون نیز با یک پیکان نشان داده می شود.
در هر اوربیتال حداکثر دو الکترون جای می گیرد.
اگر در نمایش نموداری هر اوربیتال را با یک مربع و هر الکترون را بسته به عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین آن با یک پیکان نشان دهیم به طوری که ↑ برای $+\frac{1}{2}$ و ↓ برای $-\frac{1}{2}$ باشد در این صورت به شیوه ی درست قرار گرفتن الکترون در اوربیتال دست یافته ایم.

$_{2}He : 1s^{2}$ $\quad$ $_{1}H : 1s^{1}$: نوشتاری

$\boxed{\uparrow\downarrow}$ $\quad$ $\boxed{\uparrow}$: نموداری

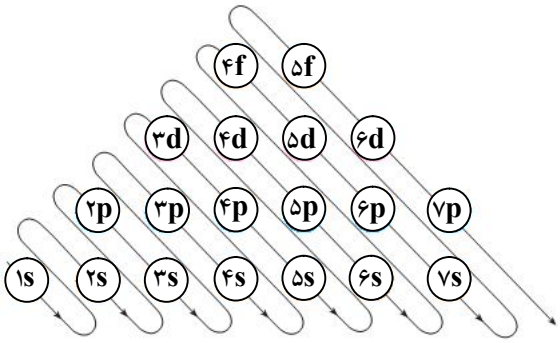
قاعده هوند

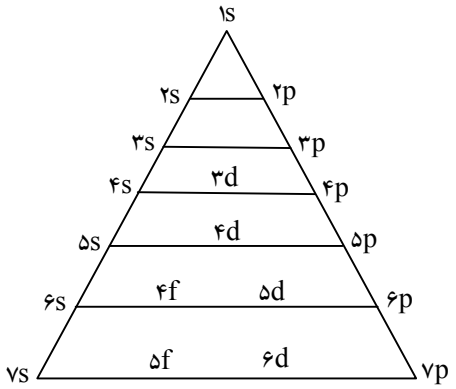
هنگام پر شدن اوربیتال های هم انرژی (مانند اوربیتال های p ، d یا f) تا زمانی که هر یک از اوربیتال ها نیمه پر نشده باشد هیچ کدام پر نمی شود. این قاعده به قاعده هوند مشهور است.به عبارت دیگر پر شدن زیرلایه هایی که بیش از یک اوربیتال هم انرژی دارند به گونه ای است که ابتدا در هر اوربیتال یک الکترون وارد می شود به طوری که اسپین الکترون ها هم سو باشند و این کار تا نیمه پر شدن زیر لایه ادامه می یابد. سپس زیر لایه ی نیمه پر شده با اسپین مخالف شروع به پر شدن می کند. به بیان دیگر ، طبق قاعده ی هوند ، در زیر لایه هایی با اوربیتال های هم انرژی پایدارترین آرایش الکترونی ، آرایشی است که در آن الکترون ها به صورتی قرار گیرند که بیشترین تعداد الکترون های تک با ↑ را داشته باشد.



آرایش الکترونی اتم

به وسیله ی مدل کوانتومی اتم می توانیم چگونگی آرایش الکترون ها در اتم را مشخص کنیم. الکترون ها همواره تمایل دارند در پایین ترین تراز انرژی ممکن قرار می گیرند. به عبارت دیگر الکترون ها تمایل دارند اوربیتالی را زودتر از الکترون پر کنند که سطح انرژی آن پایین است. بنابراین پر شدن زیرلایه ها به صورت شکل های زیر خواهد بود.





برای نوشتن آرایش الکترونی می توانیم تعداد الکترون ها در هر زیرلایه را به صورت بالانویس روی نماد مشخص کنندهٔ زیرلایه یا اوربیتال قرار دهیم که همانطورکه قبلا نیز توضیح داده شد به این شیوه ی نوشتن آرایش الکترونی ، شیوه ی نوشتاری گفته می شود . برای مثال اتم هیدروژن $_{۱}H$ را در نظر بگیرید این اتم یک الکترون در لایه ی اول خود دارد و تنها اوربیتال آن ، اوربیتال s است . بنابراین آرایش نوشتاری آن به صورت $۱s^{۱}$ خواهد بود که بالانویس ۱ برای s تعداد الکترون های اوربیتال s است . همچنین برای $_{۹}F$ که داری ۲ لایه است و در لایه اول اوربیتال s و در لایه دوم اوربیتال s و p دارد آرایش الکترونی به صورت $۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۵}$ نوشته می شود که نشان می دهد $_{۹}F$ دارای ۲ الکترون در اوربیتال s لایه اول، ۲ الکترون در اوربیتال s لایه دوم و ۵ الکترون در اوربیتال p لایه دوم می باشد . به مثال های زیر توجه کنید :

$_{۱۱}Na : ۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۶} / ۳s^{۱}$ $\quad _{۱۶}S : ۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۶} / ۳s^{۲}۳p^{۴}$ $\quad _{۲۲}Ti : ۱s^{۲} / ۲s^{۲}۲p^{۶} / ۳s^{۲}۳p^{۶} / ۴s^{۲}۳d^{۲}$

اوربیتال هم انرژی به اوربیتال هایی گفته می شود که در یک زیرلایه قرار می گیرند و انرژی یکسانی دارند زیرلایه p دارای ۳ اوربیتال هم انرژی و زیرلایه d دارای ۵ اوربیتال هم انرژی و زیرلایه f دارای ۷ اوربیتال هم انرژی می باشد.

s: □ p: □□□ d: □□□□□ f: □□□□□□□

اصل بناگذاری (آفبا)

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 بناگذاری یا آفبا می گویند.

*حاشیه کتاب : آفبا (**Aufbau**) یک واژه ی آلمانی به معنای رشد یا افزایش گام به گام است.*

ترتیب پر شدن زیرلایه ها با استفاده از فرمول آفبا به دست می آید : $ns \quad (n-۲)f \quad (n-۱)d \quad np$

حال اگر به n مقدار بدهیم، خواهیم دید که زیرلایه ها به ترتیب شروع به مرتب شدن خواهند کرد.

$$[۱s^{۲}][۲s^{۲}۲p^{۶}][۳s^{۲}۳p^{۶}][۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۶}][۵s^{۲}۴d^{۱۰}۵p^{۶}][۶s^{۲}۴f^{۱۴}۵d^{۱۰}۶p^{۶}][۷s^{۲}۵f^{۱۴}۶d^{۱۰}۷p^{۶}]$$

برای اینکه الکترون بتواند به زیرلایه d وارد شود، n حداقل باید ۴ باشد. یعنی از ردیف چهارم جدول تناوبی زیرلایه ی d شروع به الکترون گیری می کند.

برای این که الکترون بتواند به زیرلایه ی f وارد شود، n حداقل باید ۶ باشد. یعنی از ردیف ششم جدول تناوبی زیرلایه ی f شروع به الکترون گیری می کند.

گاز نجیب و خلاصه نویسی

از آن جا که لایه های الکترونی در گازهای نجیب پر هستند معمولا 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 می دهند.

برای خلاصه نویسی آرایش الکترونی می توان از آرایش گاز نجیب ماقبل عنصر مورد نظر استفاده کرد. از این رو باید عدد اتمی گاز های نجیب را به خاطر بسپارید .جایگاه گازهای نجیب هنگام پر شدن زیر لایه ها در زیر نمایش داده شده است :

$$[{}_{2}He] \quad [{}_{10}Ne] \quad [{}_{18}Ar] \quad [{}_{36}Kr] \quad [{}_{54}Xe] \quad [{}_{86}Rn]$$

$$[1s^2] \downarrow [2s^2 2p^6] \downarrow [3s^2 3p^6] \downarrow [4s^2 3d^{10} 4p^6] \downarrow [5s^2 4d^{10} 5p^6] \downarrow [6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6] \downarrow [7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6]$$

آرایش الکترونی برخی از عناصر جدول تناوبی به صورت خلاصه نویسی شده و با استفاده از گاز نجیب رسم شده اند:

${}_{11}Na:[{}_{10}Ne]3s^1$ ${}_{4}Be:[{}_{2}He]2s^2$ ${}_{20}Ca:[{}_{18}Ar]4s^2$

${}_{21}Sc:[{}_{18}Ar]3d^1 4s^2$ ${}_{23}V:[{}_{18}Ar]3d^3 4s^2$ ${}_{25}Mn:[{}_{18}Ar]3d^5 4s^2$

${}_{34}Se:[{}_{18}Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4$ ${}_{53}I:[{}_{36}Kr]4d^{10} 5s^2 5p^5$ ${}_{56}Ba:[{}_{54}Xe]6s^2$

رسم آرایش الکترونی یون ها

گاز های نجیب از نظر شیمیایی بی اثر هستند به بیان دیگر میل ترکیبی بسیار کمی دارند.

این پایداری گاز های نجیب به خاطر آرایش الکترونی هشتایی آن هاست.

گاز های نجیب به جز هلیم که آرایش $1s^2$ دارد ،، همگی دارای آرایش ns^2np^6 هستند که یک آرایش کاملا پر می باشد.

بر این اساس دارد اتم های مختلف برای رسیدن به پایداری بیشتر ، درواکنش های شیمیایی به دو صورت عمل می کنند:

فلز ها: با از دست دادن الکترون ، تبدیل به یون مثبت یا کاتیون شده و معمولا به آرایش گاز نجیب دوره ی ماقبل خود می رسند.

$${}_{11}Na:[{}_{10}Ne]3s^1 \xrightarrow{-1e^-} [{}_{10}Ne]$$

نافلزها : با گرفتن الکترون تبدیل به یون منفی یا آنیون شده و معمولا به آرایش الکترونی پایدارگاز نجیب هم دوره خود می رسند:

$${}_{17}Cl:[{}_{10}Ne]3s^1 3p^5 \xrightarrow{+1e^-} [{}_{18}Ar]$$

نحوه جدا شدن الکترون ها

در موقع جدا شدن الکترون ها از اتم ها ، الکترون ها از آخرین زیرلایه ی موجود در بزرگترین تراز اصلی جدا می شوند.

بزرگترین تراز اصلی ، ترازی است که عدد کوانتومی اصلی آن یا همان ضریب آن بزرگ تر باشد. در واقع الکترون از آخرین زیرلایه ای که در آرایش الکترونی مرتب شده ی اتم نوشته می شود و از اتم دور تر است ، جدا می گردد.

آرایش الکترونی یون های منفی پایدار به آرایش گازنجیب تبدیل می شود . ولی از میان فلز ها فقط یون مثبت فلزهای گروه اول گروه دوم ، گروه سوم و آلومینیم به آرایش گاز نجیب می رسند.

آرایش ns^2np^6 علاوه بر این که لایه ظرفیت یک گاز نجیب را نشان می دهد، می تواند متعلق به یون های منفی پایدار و یون های مثبت پایدار نیز باشد. آرایش الکترونی یون های $S^{2-}, Cl^-, K^+, Ca^{2+}, Sc^{3+}$ مانند آرایش الکترونی گاز نجیب آرگون است.

اگر چه ${}_{28}Ni$ و ${}_{30}Zn^{2+}$ هر دو ۲۸ الکترون دارند ولی آرایش الکترونی آنها کاملا متفاوت است.

${}_{28}Ni:[{}_{18}Ar]3d^8 4s^2$ ${}_{30}Zn:[{}_{18}Ar]3d^{10} 4s^2 \longrightarrow {}_{30}Zn^{2+}:[{}_{18}Ar]3d^{10}$

اگر آرایش الکترونی گونه ای به زیر لایه d ختم شده باشد ، فقط می توان آن را به یک یون مثبت از فلزهای واسطه نسبت داد و آرایش الکترونی آن در حالت خنثی به s ختم می شود زیرا لایه ی ns زودتر از لایه ی $(n-1)d$ پر می شود.

اگر آرایش $3d^6 4s^2$ آرایش یک یون مثبت از گروه ۲ باشد، در حالت خنثی آرایش آن به صورت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$... است.

منظور از الکترون های ظرفیتی تعداد الکترون های موجود در آخرین لایه ی الکترونی (بزرگ ترین n) هر اتم است. برای شیمی دان ها الکترون های ظرفیتی اهمیت بسیاری دارند ، زیرا به طور عمده این الکترون های ظرفیتی هستند که خواص شیمیایی یک عنصر را تعیین می کنند.

دسته بندی عناصر

طور کلی عنصر ها بر اساس آرایش الکترونی لایه ی ظرفیت و موقعیت در جدول تناوبی به ۴ دسته ی زیر تقسیم می شوند

عنصر های دسته s : عنصر هایی هستند که زیرلایه s آنها در حال پر شدن است مانند فلز سدیم که آرایش الکترونی آن به صورت زیر است: $_{11}Na:[_{10}Ne]3s^1$

عنصرهای دسته p : عنصرهایی هستند که زیرلایه p آن ها در حال پر شدن است مانند آلومینیم که آرایش الکترونی آن به صورت زیر است: $_{34}Se:[_{18}Ar]3d^{10}4s^24p^4$

عنصر های واسطه ی خارجی : عنصر هایی هستند که زیر لایه d آن ها در حال پر شدن است مانند :

$_{21}Sc:[_{18}Ar]3d^14s^2$

عنصرهای واسطه ی داخلی : عنصر هایی هستند که زیرلایه f آنها در حال پر شدن است. این عنصرها دو دسته مهم لانتانیدها و اکتینیدها را تشکیل می دهند. $_{58}Ce:[_{54}Xe]4f^26s^2$

الکترون های ظرفیتی

همانطور گه گفته شد الکترون های ظرفیتی یک اتم الکترون هایی هستند که خواص شیمیایی اتم را تعیین می کنند. الکترون های لایه ظرفیت یک اتم بر اساس آرایش الکترونی تعیین می شوند از این رو برای تعیین الکترون های ظرفیتی اتم ابتدا آرایش الکترونی مرتب شده ی آن را می نویسیم اگر n شماره ی بزرگ ترین لایه یا بزرگ ترین ضریب باشد :

در عنصر های اصلی دسته s : الکترون های زیر لایه ی s آخرین لایه ی الکترونی ، الکترون های ظرفیتی هستند.

$_{20}Ca$ ، دو الکترون در لایه ظرفیت خود دارد $_{20}Ca:[_{18}Ar]4s^2$

عنصر های اصلی دسته p : الکترون های موجود در زیر لایه ی p وs آخرین لایه ی الکترونی ، الکترون های ظرفیتی هستند.

$_{35}Br$ ، پنج الکترون در لایه ظرفیت خود دارد. $_{35}Br:[_{18}Ar]4d^{10}4s^24p^5$

عنصر های واسطه: الکترون های موجود در زیر لایه s آخرین لایه الکترونی و d لایه الکترونی ماقبل آخر،الکترون های ظرفیتی اند.

$_{23}V$ ، پنج الکترون در لایه ظرفیت خود دارد. $_{23}V:[_{18}Ar]3d^34s^2$

استثناء در آرایش الکترونی

زیر لایه ها در دو حالت پر و نیمه پر، سطح انرژی پایین تری داشته و پایدارتر هستند.

از این رو در عنصر های واسطه ، آرایش های d^4 و d^9 وجود ندارد و باید آرایش آن ها به آرایشی که پایدار تر است تبدیل شود(در واقع تبدیل شدنی وجود ندارد، زیرا آرایش الکترونی این عناصر از اول به همین گونه بوده است):

دو عنصر واسطه $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ از عنصرهای بسیار مهمی هستند که این آرایش را دارند و باید آرایش پایدار آن ها را رسم کنیم:

$_{29}Cu:[_{18}Ar]3d^94s^2 \longrightarrow [_{18}Ar]3d^{10}4s^1$ $\qquad$ $_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^44s^2 \longrightarrow [_{18}Ar]3d^54s^1$

هنچنین آرایش الکترونی عناصری با عدد اتمی ۴۲ و ۴۷ نیز به این صورت است:

$_{47}Ag:[_{36}Kr]4d^95s^2 \longrightarrow [_{36}Kr]4d^{10}5s^1$ $\qquad$ $_{42}Mo:[_{36}Kr]4d^45s^2 \longrightarrow [_{36}Kr]4d^55s^1$

«سوالات چهار گزینه ای فصل اول»

۱– کدام مورد جزء نتایج بدست آمده از بررسی تامسون نیست؟ **(سراسری ریاضی- ۸۵)**

۱ – همه مواد الکترون دارند
۲- پرتوهای کاتدی در مسیر مستقیم حرکت می کنند
۳ – پرتوهای کاتدی دارای بار منفی هستند
۴- پدیده ی پرتوزایی با کاهش جرم ماده ی پرتوزا همراه است

۲- کدام مطلب نادرست است؟ **(سراسری تجربی- ۸۵)**

۱ - نخستین بار، تامسون نسبت بار به جرم الکترون را اندازه گرفت
۲- نخستین بار، رابرت میلیکان توانست مقدار بار الکترون را حساب کند
۳- محاسبه ی جرم الکترون با استفاده از نسبت بار به جرم الکترون توسط تامسون، انجام گرفت
۴- ماری کوری پس از سالها تلاش، دریافت که تابش کشف شده توسط بکرل خود شامل چند تابش متمایز است

۳- براساس مدل اتمی بور، الکترون در اتم هیدروژن، در مسیرهای دایره‌ای معینی به دور هسته گردش می‌کند. این الکترون در ..... تراز تراز انرژی ممکن (..... ترین مدار نسبت به هسته) قرار دارد که به تراز انرژی حالت ..... موسوم است. (خارج کشور ریاضی- ۸۵)

۱) پایین‌ترین- نزدیک- پایه
۲) پایین‌ترین- اصلی- دور
۳) بالاترین- نزدیک- اصلی
۴) بالاترین- دور- برانگیخته

۴- اگر عدد کوانتومی اصلی (n) یک لایه (سطح انرژی) الکترونی اتم برابر با ۴ باشد، کدام عددها را می‌تون به عدد کوانتومی (l) الکترون‌های آن لایه نسبت داد و حداکثر گنجایش آن لایه چند الکترون است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.) (خارج کشور ریاضی- ۸۵)

۱) ۰، ۱، ۲، ۳– ۱۸
۲) ۰، ۱، ۲، ۳– ۳۲
۳) ۱، ۲، ۳، ۴– ۳۲
۴) ۱، ۲، ۳– ۱۸

۵- براساس نظریه اتمی دالتون، واکنش‌های شیمیایی شامل ..... اتم‌ها یا ..... آن‌ها در مولکول‌هاست و در این واکنش‌ها، اتم‌ها خود..... (خارج کشور تجربی- ۸۵)

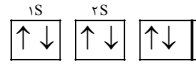
۱) جابه‌جایی- تغییر در شیوه اتصال- تغییری نمی‌کند.
۲) جابه‌جایی- گسستن پیوند بین- تغییر ماهیت می‌دهند.
۳) ترکیب شدن- گسستن پیوند بین- تجزیه نمی‌شوند.
۴) ترکیب شدن- تغییر در شیوه اتصال- تغییر ماهیت می‌دهند.

۶- با توجه به شکل روبه‌رو، که توزیع اتم‌های بور را طبیعی نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ ..... بیش‌تر و ایزوتوپ..... پایدارتر است و جرم اتمی میانگین بور برابر با amu ..... است. (خارج کشور تجربی- ۸۵)

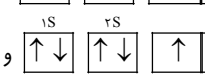


۱) $^{10}_{5}B - ^{10}_{5}B - 10/8$
۲) $^{11}_{5}B - ^{11}_{5}B - 10/8$
۳) $^{11}_{5}B - ^{11}_{5}B - 10/9$
۴) $^{10}_{5}B - ^{10}_{5}B - 10/9$

۷- آرایش الکترونی نوشتاری اتم نیتروژن $(^{14}_{7}N)$، به صورت ..... و آرایش الکترونی نموداری آن به صورت ..... است و ..... الکترون در آن دارای عدد کوانتومی $l = 0$، اند. (خارج کشور تجربی- ۸۵)

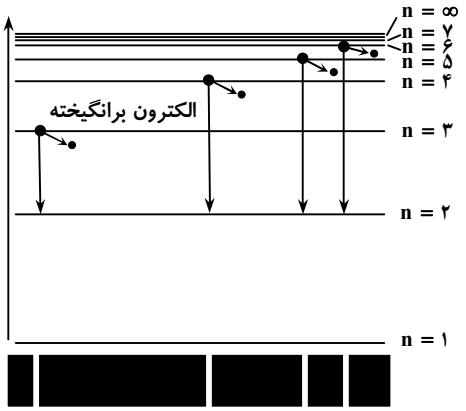
۱) $1s^2 2s^2 2p^3$ و  و سه

۲) $1s^2 2^2 2p^3$ و  و سه

۳) $1s^2 2s^2 2p^3$ و  و چهار

۴) $1s^2 2s^2 2p^3$ و  و چهار

۸ – با توجه به شکل مقابل کدام عبارت نادرست است؟ **(سراسری ریاضی- ۸۶)**



۱ – تراز n=۱ پایدارترین تراز انرژی اتم هیدروژن است

۲- نمایش یک مدل پلکانی برای ساختار اتم هیدروژن مطابق مدل رادرفورد است

۳- طرحی برای توجیه بخش مرئی طیف نشر خطی اتم هیدروژن براساس مدل بور است

۴- طرحی از مبادله انرژی الکترون هنگام جابجایی آن در اتم، به صورت کوانتومی است

۹ –کدام گزینه از مدل اتمی بور، با دانسته های امروزی مطابقت ندارد؟ **(سراسری تجربی- ۸۶)**

۱- انرژی الکترون با فاصله آن از هسته رابطه ی مستقیم دارد.

۲- الکترون مجاز است تنها مقادیر معینی انرژی را بپذیرد

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

۴- حالت پایه،پایین ترین تراز انرژی ممکن در اتم است

۱۰– کدام بخش از نظریه دالتون با دانش امروزی مطابقت ندارد؟ **(سراسری ریاضی- ۸۶)**

۱ - در واکنش های شیمیایی اتم ها بوجود نمی آیند و از بین نمی روند

۲- اتم های عناصر مختلف به هم متصل می شوند و مولکول را بوجود می آورند

۳- همه ی اتم ها یک عنصر، جرم یکسان و خواص شیمیایی مشابه دارند

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

۱۱- کدام مطلب درست است؟ **(خارج کشور ریاضی- ۸۶)**

۱) قطر اتم طلا حدود 10^{5} برابر قطر هسته‌ی آن است.

۲) قدرت نفوذ سه جزء تشکیل‌دهنده‌ی تابش‌های پرتوزا، به ترتیب $\beta > \alpha > \gamma$ است.

۳) پرتوهای گاما، جریانی از الکترون‌های پرانرژی با قدرت نفوذ بسیار زیادند.

۴) ذره‌های آلفا و بتا در میدان الکتریکی، در یک جهت اما با زوایای متفاوت منحرف می‌شوند.

۱۲- کدام عبارت در ارتباط با عدد کوانتومی l، نادرست است؟ **(خارج کشور ریاضی- ۸۶)**

۱) از مقدار آن می‌شود شکل اوربیتال‌های اتمی را مشخص کرد.

۲) از مقدار آن می‌توان، شکل اوربیتال‌ها در هر زیرلایه را معین کرد.

۳) جهت‌گیری اوربیتال‌ها در هر زیرلایه، به مقدار آن بستگی دارد.

۴) در هر لایه با عدد کوانتومی n، می‌تواند مقادیر صفر تا $n-1$ را اختیار کند.

۱۳- کدام مطلب نادرست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۸۶)**

۱) نسبت بار به جرم الکترون توسط تامسون اندازه‌گیری شد.

۲) بار الکتریکی الکترون، توسط رابرت میلیکان، اندازه‌گیری شد.

۳) ارنست رادرفورد، نشان داد که تابش‌های پرتوزا، خود شامل سه نوع تابش متمایزند.

۴) جیمز چادویک، توانست مقدار بار مثبت هسته‌ی اتم و عدد اتمی عنصرها را تعیین کند.

۱۴- شرودینگر برای مشخص کردن محل الکترون، در فضای پیرامون هسته‌ی اتم، از ..... عدد کوانتومی با نمادهای ..... استفاده کرد.
(خارج کشور تجربی- ۸۶)

۱) دو- m_l -n ۲) دو- l-n ۳) سه- n، l و m_l ۴) چهار- n، l، m_l و m_S

۱۵- آرایش الکترونی نموداری اتم کربن ($_{۶}C$) به صورت ..... و عدد کوانتومی l برای زیرلایه‌های اشغال شده از الکترون در آن، به ترتیب (از راست به چپ) برابر با ..... است. **(خارج کشور تجربی- ۸۶)**

۱) $۱s^۲ ۲p^۲ ۲p^۲$ -۱ و ۲ ۲) $۱s^۲ ۲p^۲ ۲p^۲$ ۱،۰- و ۲

۳) ۱s ۲s ۲p ۰ و ۱- ۴) ۱s ۲s ۲p ۰ و ۱-

۱۶ – در اتم $_{۲۲}Ti$ ، ..... اوربیتال از الکترون اشغال شده است و الکترون های جای گرفته در بیرونی ترین زیرلایه اشغال شده آن، دارای عددهای کوانتومی $n = ...,l = ...$ می باشند. **(سراسری ریاضی-۸۷)**

۱) ۱۲- ۴ و ۰ ۲) ۱۲- ۲و۱ ۳) ۱۵ - ۴ و ۰ ۴) ۱۵ - ۳ و ۱

۱۷- کدام مطلب به اصل طرد پائولی مربوط نیست؟ **(سراسری تجربی- ۸۷)**

۱) در یک اوربیتال اتمی بیش از دو الکترون جای نمی گیرد
۲) الکترو ن ها در یک اوربیتال اتمی دارای اسپین مخالفند.
۳) الکترون های هر زیرلایه را نخست نیم پرو سپس به تدریج پر می کنند.
۴) در یک اتم، هیچ دو الکترونی وجود ندارد که هر ۴ ماه عدد کوانتومی آن یکسان باشد.

۱۸ – کدام عبارت نادرست است؟ **(سراسری ریاضی- ۸۷)**

۱ - بار الکترون، توسط رابرت میلیکان محاسبه شد
۲- نسبت بار الکترون به جرم آن توسط تامسون اندازه گیری گردید
۳- جیمز چادویک، توانست مقدار بار هسته اتم و عدد اتمی عناصر را تعیین کند
۴- ارنست رادرفورد ، نشان داد که تابش های پرتوزا، خود شامل ۳ نوع تابش متمایزند

۱۹- چون اندازه‌گیری با دستگاه طیف‌سنج جرمی، نشان داده است که جرم همه اتم‌های یک عنصر، برابر ..... و در نتیجه، شمار ..... های آن‌ها باید ..... باشد، از آن‌جا موضوع اتم‌های ایزوتوپ مطرح شده که با مدل اتم ..... در واقع، ..... دارد.
(خارج کشور ریاضی- ۸۷)

۱) است- پروتون- برابر- رادرفورد- مطابقت ۲) است- نوترون- برابر- تامسون- مطابقت
۳) نیست- پروتون - نابرابر- رادرفورد- مغایرت ۴) نیست- نوترون- نابرابر- دالتون- مغایرت

۲۰- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم عنصر $_{۳۳}^{۷۵}A$ برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر A و شمار الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت اتم آن کدامند؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.) **(خارج کشور ریاضی- ۸۷)**

۱) ۳۱، ۳ ۲) ۳۱، ۵ ۳) ۳۳، ۳ ۴) ۳۳، ۵

۲۱- الکترون‌های اتم آنتیموان ($_{۵۱}Sb$) در آخرین زیرلایه‌ی p آن، در کدام عدد کوانتومی با یکدیگر تفاوت دارند؟
(خارج کشور ریاضی- ۸۷)

۱) l ۲) n ۳) m_l ۴) m_s

۲۲- کدام مطلب نادرست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۸۷)**

۱) موزلی و همکارانش در ۱۹۱۹، دومین ذره‌ی سازنده‌ی اتم را کشف کردند.
۲) جرم پروتون، ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون و اندکی از جرم نوترون کم‌تر است.
۳) رادرفورد، ۱۲ سال قبل از کشف نوترون، وجود آن را در هسته‌ی اتم پیش‌گویی کرد.
۴) موزلی نشان داد که فرکانس پرتوهای X فلزها، با افزایش جرم اتم آن‌ها افزایش می‌یابد.

۲۳- کدام مطلب درست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۸۷)**

۱) رادرفورد در آزمایش خود، ورقه‌ی نازکی از طلا را با ذره‌های بتا بمباران کرد.
۲) هر فلز، طیف نشری خطی خاص خود را داد که مانند اثر انگشت، وسیله‌ی شناسایی آن است.
۳) شمار پروتون‌های هر اتم را عدد اتمی و شمار نوترون‌های هر اتم را عدد جرمی آن می‌گویند.
۴) تامسون معتقد بود که الکترون‌ها در فضای کروی ابرگونه‌ای با بار الکتریکی منفی پراکنده‌اند.

۲۴- نخستین بار ، ..... عدد اتمی ، چادویک وجود ..... را در هسته اتم و ..... ساختار الکترونی اتم کشف کردند
(سراسری ریاضی- ۸۸)

۱) موزلی – پروتون – رادفورد ۲) رادفورد – نوترون – بور ۳) موزلی – نوترون – رادفورد ۴) رادفورد – پروتون – بور

۲۵- چند الکترون در اتم آرسنیک ($_{۳۳}As$) دارای مجموعه عددهای کوانتومی $n = ۴$ و $m_l = ۰$ هستند ؟ (سراسری ریاضی - ۸۸)
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۵

۲۶- کدام مطلب نادرست است ؟ **(سراسری ریاضی - ۸۸)**

۱) در هر سطح انرژی اتم ، زیر لایه ای که عدد کوانتومی l کوچکتری دارد ، با نماد d مشخص می شود.
۲) در هر سطح انرژی اتم ، الکترون های لایه p در مقایسه با الکترون های زیر لایه s انرژی بیشتری دارند.
۳) زیر لایه s برعکس زیر لایه های p و d ، تنها شامل یک اوربیتال است
۴) هر اوربیتال p ، یک عدد کوآنتومی m_l معینی دارد که جهت گیری آن را در فضای پیرامون هسته مشخص میکند.

۲۷- کدام مطلب درست است ؟ **(سراسری تجربی - ۸۸)**

۱)قطر اتم طلا ، حدود $۱۰^{۵}$ برابر قطر هسته آن است
۲)پرتو های گاما ، جریانی از الکترون های پرانرژی با قدرت نفوذ بسیار زیادند
۳)قدرت نفوذ سه جزء تشکیل دهنده تابش های پرتوزا ، به ترتیب $\beta > \alpha > \gamma$ است
۴)ذره های آلفا و بتا ، در میدان الکتریکی در دو جهت اما با زوایای برابر ، منحرف می شوند

۲۸- نخستین بار ..... وجود ..... را در اتم کشف کرد و روشن ساخت که تابش‌های حاصل از پرتوزا، از ..... نوع پرتو متفاوت تشکیل شده است. **(خارج کشور ریاضی- ۸۸)**

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

۲۹- الکترون‌های آخرین زیرلایه‌ی اتم آنتیموان ($_{۵۱}Sb$) ، در کدام عدد کوانتومی با هم تفاوت دارند؟ **(خارج کشور ریاضی- ۸۸)**
۱) l ۲) n ۳) m_s ۴) m_l

۳۰- از روی عدد کوانتومی اوربیتالی (l)، می‌توان ..... اوربیتال‌های اتمی را در هر ..... معین و ..... آن‌ها را مشخص کرد.
(خارج کشور تجربی- ۸۸)

۱) شمار- لایه- شکل ۲) شمار- زیرلایه- شکل ۳) شکل- لایه- جهت گیری ۴) شکل- زیرلایه- جهت‌گیری

۳۱- کدام مطلب درست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۸۸)**

۱) هر عنصر، طیف نشری خاص خود را دارد که مانند اثر انگشت، وسیله‌ی شناسایی آن است.
۲) رادرفورد در آزمایش خود ورقه‌ی بسیار نازکی از طلا را با ذرات پرانرژی بتا بمباران کرد.
۳) تامسون باور داشت که الکترون‌ها در فضای کروی ابرگونه‌ای با بار الکتریکی منفی پراکنده‌اند.
۴) شمار پروتون‌های اتم هر عنصر را عدد اتمی و شمار نوترون‌های اتم هر عنصر را عدد جرمی آن عنصر می‌گویند.

۳۲- در اتم گوگرد ($_{۱۶}S$) ،چند الکترون دارای مجموعه عددهای کوانتومی n=۲ و $m_l = ۰$ است؟ **(سراسری تجربی- ۸۹)**

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۲ ۴) ۸

۳۳- با بررسی جدول روبه‌رو، می‌توان دریافت که تنها در ردیف ..... از ستون ..... داده درباره زیر لایه الکترونی نادرست است.
(سراسری ریاضی- ۸۹)

۱) ۲-۲
۲) ۱-۲
۳) ۳-۲
۴) ۱-۱

	۱	۲	۳	ستون
زیرلایه	l	m_l	شماراوربیتال‌ها	ردیف
s	۰	۰	۱	۱
p	۱	-۱و۰و+۱	۳	۲
d	۲	-۲و-۱و۰و۱و۲	۵	۳

۳۴- آرایش الکترونی کدام گونه‌ی شیمیایی با آرایش الکترونی هر یک از سه گونه دیگر تفاوت دارد؟ **(سراسری ریاضی- ۸۹)**

۱) $_{۲۹}Cu^{+}$ ۲) $_{۲۸}Ni^{۲+}$ ۳) $_{۳۰}Zn^{۲+}$ ۴) $_{۳۱}Ga^{۳+}$

۳۵- ماهیت پرتوهای گاما، از نوع ..... است و از میدان الکتریکی ..... می‌شوند. **(خارج کشور ریاضی- ۸۹)**

۱) الکترون‌های پرانرژی- بدون انحراف خارج ۲) تابش الکترومغناطیسی- بدون انحراف خارج
۳) الکترون‌های پرانرژی- به سمت قطب مثبت کشیده ۴) تابش الکترومغناطیسی- به سمت قطب مثبت کشیده

۳۶- کدام مطلب در ارتباط با عدد کوانتومی l، نادرست است؟ **(خارج کشور ریاضی- ۸۹)**

۱) جهت‌گیری اوربیتال‌ها در هر زیرلایه، به مقدار آن بستگی دارد.
۲) با دانستن مقدار آن، می‌توان شکل اوربیتال‌های اتمی را معین کرد.
۳) با دانستن مقدار آن، می‌توان شمار اوربیتال‌های هر زیرلایه را معین کرد.
۴) در هر لایه با عدد کوانتومی n، می‌تواند مقادیر صفر تا $n-۱$ را اختیار کند.

۳۷- کدام مطلب درست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۸۹)**

۱) شمار نوترون‌های هسته‌ی هر اتم را، عدد جرمی آن می‌گویند.
۲) جرم نوترون ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون و اندکی از جرم پروتون کم‌تر است.
۳) موزلی نشان داد که طول موج پرتوهای X عنصرها با افزایش جرم اتمی آن‌ها کاهش می‌یابد.
۴) رادرفورد و همکارانش در ۱۹۱۱، دومین ذره‌ی سازنده‌ی اتم (پروتون) را در هسته‌ی اتم کشف کردند.

۳۸- عدد کوانتومی اوربیتالی با نماد ..... نشان داده می‌شود و از روی آن ..... اوربیتال‌های اتمی در هر ..... معین و ..... آن‌ها مشخص می‌شود. **(خارج کشور تجربی- ۸۹)**

۱) l - شمار- زیرلایه- شکل
۲) m_l - شمار- زیرلایه- شکل
۳) l - شکل- لایه- جهت‌گیری
۴) m_l - شکل- لایه- جهت‌گیری

۳۹- کدام مجموعه از ۴ عدد کوانتومی زیر را می توان به الکترون لایه بیرونی اتم مس $(_{۲۹}Cu)$ نسبت دارد ؟ (سراسری تجربی -۹۰)

۱) $n=۴, l=۰, m_l=۰, m_s=+\frac{۱}{۲}$
۲) $n=۳, l=۲, m_l=۱, m_s=-\frac{۱}{۲}$
۳) $n=۴, l=۳, m_l=۲, m_s=+\frac{۱}{۲}$
۴) $n=۳, l=۰, m_l=۰, m_s=-\frac{۱}{۲}$

۴۰- کدام مطلب نادرست است؟ **(سراسری تجربی -۹۰)**

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

۴۱- شانزدهمین الکترون در اتم گوگرد $(_{۱۶}S)$، دارای کدام مجموعه از ۳ عدد کوانتومی است؟ **(خارج کشور ریاضی- ۹۰)**

۱) $m_s=-\frac{۱}{۲}, l=۱, n=۳$
۲) $m_s=+\frac{۱}{۲}, l=۱, n=۳$
۳) $m_s=-\frac{۱}{۲}, l=۱, n=۲$
۴) $m_s=+\frac{۱}{۲}, l=۱, n=۲$

۴۲- کدام عبارت درست است؟ **(خارج کشور ریاضی- ۹۰)**

۱) انرژی زیرلایه‌های هر لایه‌ی الکترونی در اتم همه‌ی عنصرها یکسان و همانند هیدروژن است.
۲) اتم روی $(_{۳۰}Zn)$ با از دست دادن دو الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود می‌رسد.
۳) الکترون‌های برانگیخته‌ی اتم هیدروژن، هنگام بازگشت، تنها به حالت پایه $(n=۱)$ که پایین‌ترین تراز انرژی ممکن است برمی‌گردند.
۴) انرژی یونش اتم هیدروژن برابر انرژی تابشی است که هنگام بازگشت الکترون برانگیخته از تراز $n=\infty$ به تراز $n=۱$ منتشر می شود.

۴۳- کدام مطلب نادرست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۹۰)**

۱) دالتون بر این باور بود که همه‌ی اتم‌های یک عنصر مشابه یکدیگرند.
۲) براساس مدل اتمی تامسون جرم اتم به شمار الکترون‌های آن بستگی دارد.
۳) براساس نتیجه‌گیری‌های رادرفورد، بیش‌تر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می‌دهد.
۴) موزلی نشان داد که فرکانس پرتوهای X عنصرها با افزایش جرم اتمی آن‌ها کاهش می‌یابد.

۴۴- در آرایش الکترونی اتم $_{۳۶}Kr$ چند الکترون با اعداد $n=۳$ ، $l=۲$ و $m_s=-\frac{۱}{۲}$ کوانتومی وجود دارد؟ (خارج کشور تجربی- ۹۰)

۱) ۵
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۲

۴۵- عنصر $_{۱۸}X$ با جرم اتمی میانگین $۳۶/۸ g.mol^{-۱}$، دارای ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن‌ها دارای ۲۰ نوترون و فراوانی ۲۰% و دیگری با فراوانی ۷۰% است. شمار نوترون‌های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر ۱amu در نظر بگیرید.) (خارج کشور تجربی- ۹۰)

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۴۶- کدام مطلب به اصل طرد پائولی مربوط نیست؟ (خارج کشور تجربی- ۹۰)

۱) هیچ اوربیتال اتمی در یک اتم نمی‌تواند بیش از دو الکترون در خود جای دهد.

۲) در یک اتم هیچ دو الکترونی را نمی‌توان یافت که هر چهار عدد کوانتومی آن‌ها برابر باشد.

۳) الکترون‌ها در اتم‌ها لایه‌های انرژی را به ترتیب پایداری آن‌ها اشغال و پر می‌کنند.

۴) در هر اوربیتال، حداکثر دو الکترون با اسپین‌های مخالف جای می‌گیرند.

۴۷- کدام مطلب نادرست است ؟ (سراسری ریاضی- ۹۱)

۱) تامسون ضمن مطالعه روی پرتوهای کاتدی، پدیده پرتوزایی را کشف کرد .

۲) پدیده ای که ماری کوری آن را پرتوزایی نامید ، نخستین بار توسط هانری بکرل مشاهده شد .

۳)بار الکترون در مقیاس نسبی برابر ۱- و جرم آن حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ جرم پروتون است .

۴) پس از موفقیت تامسون در اندازه گیری نسبت بار به جرم الکترون ، رابرت میلیکان توانست بار الکترون را اندازه بگیرد .

۴۸- در عنصری را عدد اتمی ۲۹ چند الکترون با عدد کوآنتومی $m_l = ۰$ و چند الکترون با عدد کوآنتومی $m_l = +۲$ وجود دارد ؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید) (سراسری ریاضی- ۹۱)

۱) ۱۰ ، ۱۴ ۲) ۲ ، ۱۴ ۳) ۲ ، ۱۳ ۴) ۱۰ ، ۱۳

۴۹- کدام مطلب نادرست است؟ (سراسری تجربی- ۹۱)

۱) از برخورد پرتوهای کاتدی به یک آند فلزی پرتوهای X به وجود می آید.

۲) مواد فلورسنت و فسفرسانس طول موج معینی از نور را جذب کرده و به جای آن تابشی با طول موج بالاتر را منتشر می کنند.

۳) هنگام برقکافت محلول قلع(II) کلرید غلیظ در آب ، پیرامون یکی از قطب های گاز زرد رنگ جمع می شود.

۴) مایکل فارادی برای توجیه عبور جریان برق از محلول ترکیب های فلزدار،ذره ی بنیادی به نام الکترون را پیشنهاد کرد.

۵۰-کدام گزینه درست نیست؟ (سراسری تجربی- ۹۲)

۱)هر بسته انرژی را یک کوانتوم انرژی می‌گویند.

۲)هر فوتون، یک بسته انرژی است و مقدار انرژی آن به طور موج نور بستگی دارد.

۳)بور، به هر تراز انرژی کوآنتیده، عدد ویژه‌ای نسبت داد که عدد کوآنتومی اصلی نامیده شد.

۴)شرودینگر، برای مشخص کردن هر یک از اوربیتال‌های یک اتم، از چهار عدد کوآنتومی n, l, m_l, m_s استفاده کرد.

۵۱- کدام سه گونه‌ی شیمیایی، آرایش الکتریکی یکسانی دارند؟ (سراسری تجربی- ۹۲)

۱) $_{۵۵}Cs^{+}, _{۵۴}Xe, _{۵۳}I^{-}$ ۲) $_{۱۴}Si^{۴-}, _{۱۵}P^{-}, _{۱۶}S^{۲-}$

۳) $_{۳۷}Rb^{+}, _{۱۹}K^{+}, _{۱۱}Na^{+}$ ۴) $_{۲۷}Co^{۳+}, _{۲۸}Ni^{۲+}, _{۲۹}Cu^{+}$

۵۲- دانشمندی به نام ..... با محاسبه‌ی بار مثبت هسته اتم عنصرها و تقسیم آن‌ها بر بار الکتریکی ....., عددهای درستی به دست آورد و آن‌ها را ..... آن عنصرها نامید. (سراسری ریاضی- ۹۲)

۱)موزلی- الکترون- عدد اتمی ۲)موزلی- الکترون- بار نسبی هسته

۳)رادرفورد- پروتون- بار نسبی هسته ۴)رادرفورد- پروتون- عدد اتمی

۵۳- الکترونی با عددهای کوانتومی $n=۴, l=۳, m_l=-۲, m_s=-\frac{۱}{۲}$، در اتم کدام عنصر وجود دارد؟ (سراسری ریاضی- ۹۲)

۱)هالوژن دوره پنجم ۲)نخستین عنصر لانتانیدها ۳)گاز نجیب دوره ششم ۴)فلز واسطه دوره چهارم

۵۴- در اتم کدام دو عنصر، دو اوربیتال نیم‌پر وجود دارد؟ (سراسری ریاضی- ۹۲)

۱) $_{۳۴}Se, _{۲۸}Ni$ ۲) $_{۳۶}Kr, Ca$ ۳) $_{۳۷}Rb, _{۱۴}Si$ ۴) $_{۳۲}Ge, _{۲۶}Fe$

۵۵- موزلی با بررسی گسترده خواص پرتوهای x فلزها، دریافت که فرکانس پرتوهای x آن ها با یکدیگر ..... اند و بین ..... این پرتوها با ..... فلزها، رابطه ی ..... وجود دارد. (خارج کشور ریاضی- ۹۲)

۱) متفاوت- طول موج- جرم اتمی- وارونه ۲) مشابه- فرکانس – عدد اتمی- مستقیم

۳) متفاوت- فرکانس- عدد اتمی- وارونه ۴) مشابه طول- طول موج- جرم اتمی- مستقیم

۵۶- کشف پدیده ی ایزوتوپی، کدام بخش از نظریه ی اتمی دالتون را زیر سوال برد؟ (خارج کشور تجربی- ۹۲)

۱) همه ی اتم های یک عنصر مانند یکدیگر هستند.

۲) اتم های عنصرها، نه به وجود می آیند و نه از بین می روند.

۳) مواد از ذره های تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده است.

۴اتم های عنصرهای مختلف به هم متصل شده و مولکول ها را ایجاد می کنند.

۵۷- کدام گزینه درست است؟ (خارج کشور تجربی- ۹۲)

۱) وجود برخی عنصرها مدت ها پیش از تهیه ی آزمایشگاهی آن ها، به روش طیف بینی کشف شده بود.

۲) طیف نشری خطی اتم هیدروژن نخستین بار توسط بور کشف شد و برای ارائه ی مدل اتمی به کار رفت.

۳) در آرایش الکترونی اتم های خنثی، شمار الکترون های با عدد کوانتومی اسپین $+\frac{۱}{۲}$ و $-\frac{۱}{۲}$ با یکدیگر برابر است.

۴) الکترونی با عدد کوانتومی $m_l=-۱$, $n=۴$, $l=۳$ فقط در لانتانید ها دیده می شود.

۵۸- کدام گزینه درست نیست؟ (خارج کشور تجربی- ۹۲)

۱) تقدم پر شدن زیرلایه های $۴f, ۶s, ۵d$ معمولا به صورت $۶s \rightarrow ۴f \rightarrow ۵d$ است.

۲) بر اساس اصل طرد پائولی، بیش از دو الکترون نمی تواند در اوربیتال اتمی جای گیرد.

۳) رادرفورد توانسته بود تابش نشریافته از مواد پرتوزا را بر اساس مدل اتمی تامسون توجیه کند.

۴) چند اوربیتال اتمی که عدد کوانتومی اوربیتالی l برابر دارند، یک زیرلایه را به وجود می آورند.

۵۹- دستگاه طیف بین، توسط ..... کشف شد و به کمک آن معلوم شد که طیف نشری فلزها ..... است و ..... و جنس پرتوها در این دستگاه مشابه اشعه‌ی ..... است. (سراسری تجربی- ۹۳)

۱) بونزن ـ خطی ـ هر فلز طیف نشری خطی ویژه خود را دارد ـ x

۲) رادرفورد ـ خطی ـ هر فلز، طیف نشری خطی ویژه خود را دارد ـ β

۳) رادرفورد ـ رنگی ـ همه فلزها، طیف نشری مشابه هم دارند ـ x

۴) بونزن ـ رنگی ـ همه فلزها طیف نشری مشابه هم دارند ـ β

۶۰ ـ سی و یکمین و سی و پنجمین الکترون در اتم $_{۳۵}Br$ ، در حالت پایه، در کدام دو عدد کوآنتومی با هم تفاوت دارند؟ (سراسری تجربی- ۹۳)

۱) اصلی و اسپینی ۲) اصلی و اوربیتالی ۳) مغناطیسی و اسپینی ۴) مغناطیسی و اوربیتالی

۶۱- کدام گزینه نادرست است؟ (سراسری ریاضی- ۹۳)

۱) در نمودار انرژی یونش‌های پی‌درپی عنصر $_{۱۹}K$، سه جهش بزرگ مشاهده می‌شود.

۲) طیف‌های نشری خطی عنصرها در کشف عنصرهای روبیدیم و سزیم توسط بونزن نقش داشتند.

۳) انرژی نخستین عنصرهای $_{۴}Be, _{۵}B, _{۶}C$ به صورت $B < Be < C$، افزایش می‌یابد.

۴) در طیف نشری خطی هیدروژن، نور قرمز، بیش‌ترین انحراف را از مسیر اولیه‌ی برخورد به منشور، دارد.

۶۲- کدام گزینه درست است؟ (سراسری ریاضی- ۹۳)

۱) در اتم تیتانیم $_{۲۲}Ti$، تنها دو الکترون دارای مجموعه عددهای کوانتومی $n = ۳ ، l = ۲$ و $m_s = +\frac{۱}{۲}$ اند.

۲) عدد کوانتومی اصلی n، نخستین بار توسط شرودینگر برای محاسبه الکترون در اتم ارائه شد.

۳) شمار الکترون‌های با اسپین $+\frac{۱}{۲}$ در اتم $_{۳۰}Zn$ با شمار آن‌ها در اتم $_{۲۴}Cr$ متفاوت است.

۴) چهار خط طیف نشری اتم هیدروژن، نخستین بار توسط هنری موزلی کشف شد.

۶۳- اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر ۰/۰۰۰۵۴ در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم تریتیم برابر چند گرم خواهد بود؟ $(۱amu = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴} g)$ (سراسری ریاضی- ۹۳)

۱) $۴/۹۶ \times ۱۰^{-۲۴}$ ۲) $۹/۱۱۲ \times ۱۰^{-۲۴}$ ۳) $۴/۳۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ۴) $۹/۸۱۵ \times ۱۰^{-۲۲}$

۶۴- کدام گزینه نادرست است؟ (خارج کشور تجربی- ۹۳)

۱) بر اثر تخلیه الکتریکی درون گاز هیدروژن، رنگ صورتی روشن به وجود می آید.

۲) با افزودن براده منیزیم به باروت سیاه، جرقه های آتش به رنگ نارنجی تولید می شود.

۳) جورج استونی ذره های حمل کننده ی جریان برق را الکترون نامید و میلیکان توانست بار آن ها را محاسبه کند.

۴) بدون استفاده از منشور در دستگاه طیف بین، امکان مشاهده ی تک تک خطوط طیف های اتمی وجود نداشت.

۶۵- کدام گزینه درست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۹۳)**

۱) در دوره چهارم، شمار الکترون های با اسپین $+\frac{۱}{۲}$ در اتم عنصر گروه **VIB** دو برابر شمار آن ها در اتم عنصر گروه **VB** است.

۲) اجسامی در نور مرئی دیده می شوند که ابعاد آن ها از **۴۰۰nm** بیشتر باشد.

۳) بور، بر اساس مدل اتمی پیشنهادی خود، توانست طیف نشری خطی همه اتم ها را توجیه کند.

۴) انرژی الکترون در اتم با فاصله آن از هسته رابطه مستقیم دارد و هر چه از هسته دورتر شود، انرژی آن کاهش می یابد.

۶۶- کدام گزینه نادرست است؟ **(خارج کشور تجربی- ۹۳)**

۱) در هیچ اتمی نمی توان دو الکترون با سه عدد کوانتومی یکسان یافت کرد.

۲) هرگاه الکترون با جذب انرژی از حالت پایه به تراز انرژی بی نهایت انتقال یابد، اتم یونیده می شود.

۳) در اتم $_{۳۰}A$ ، همه زیرلایه های اشغال شده، پر شده اند و جمع جبری عدد کوانتومی **l** الکترون ها در آن برابر صفر است.

۴) هر اوربیتال اتمی، با یک عدد کوانتومی m_l مشخص می شود که جهت گیری آن را در فضای پیرامون هسته نشان می دهد.

۶۷- اگر چهار عدد کوانتومی آخرین الکترون اتم عنصر X به صورت؛ $n=۴ , l=۱ , m_l=۰ , m_s=-\frac{۱}{۲}$ باشد، کدام عبارت در مورد آن درست است؟ **(خارج کشور ریاضی- ۹۳)**

۱) بالاترین عدد اکسایش آن ۴+ می تواند باشد.

۲) اتم آن فاقد الکترونی با عدد کوانتومی $l=۲$ است.

۳) بالاترین الکترونگاتیوی را بین عنصرهای هم دوره خود دارد.

۴) با هیدروژن ترکیب شده و اسید ضعیف تر از **HF** تشکیل می دهد.

۶۸- باتوجه به ابعاد تقریبی اتم طلا و هسته آن، در یک ردیف به طول یک نانومتر، به ترتیب از راست به چپ به طور فرضی چند اتم طلا و چند هسته اتم آن جای می گیرد؟ **(خارج کشور ریاضی- ۹۳)**

۱) $۱۰^۵ , ۱۰$ **۲)** $۱۰^۶ , ۱۰$ **۳)** $۱۰^۵ , ۱۰۰$ **۴)** $۱۰^۶ , ۱۰۰$

۶۹- کدام گزینه درست است؟ **(سراسری تجربی- ۹۴)**

۱) این دیدگاه که همه مواد از ذره های تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند، ۲۵۰۰ سال پیش از پیشنهاد آب، خاک، آتش و هوا به عنوان عنصر، مطرح شد.

۲) با توجه به وجود ذرات زیر اتمی، هنوز باور بر این است که اتم کوچک ترین ذره هر عنصر است که خواص فیزیکی و شمیایی عنصر به ویژگی های آن بستگی دارد.

۳) بر پایه نظریه ارسطو، دانشمندان باید به پژوهش های عملی در کنار فعالیت های نظری بپردازند.

۴) رابرت بویل در کتاب خود به نام شیمیدان شکاک، درستی نظریه اتمی دالتون را زیر سوال برد.

۷۰- جمع جبری عددهای کوانتومی m_l الکترون های کاتیون در کدام دو ترکیب داده شده برابر است؟ **(سراسری تجربی- ۹۴)**

۱) $_{۲۵}MnO , _{۲۶}FePO_۴$

۲) $_{۲۸}Ni(CN)_۲ , _{۲۹}CuSO_۴$

۳) $_{۲۴}CrO_۳ , _{۲۲}TiCl_۳$

۴) $_{۲۷}CoCl_۳ , _{۲۳}V_۲O_۳$

۷۱- کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم های اتمی ۳۵amu و ۳۷amu و کربن نیز دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی ۱۲amu و ۱۳amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک ترین و سنگین ترین مولکول کربن تتراکلرید چند amu است؟ (سراسری ریاضی- ۹۴)

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۷۲- آرایش الکترونی کاتیون $^{65}_{30}Zn^{2+}$ به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون های آن با کدام گونه زیر برابر است؟ (خارج کشور ریاضی- ۹۴)

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

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

۷۳- همه ی مطالب درست اند، بجز : (خارج کشور ریاضی- ۹۴)

۱) انرژی پرتوهای گاما از پرتوهای X و فرابنفش بیش تر است.

۲) تخلیه الکتریکی به شرط اختلاف پتانسیل بالا، بدون اتصال مستقیم دو جسم اتفاق می افتد.

۳) موفقیت میلیکان در تعیین نسبت بار به جرم الکترون، در تعیین جرم الکترون ها نقش اساسی داشت.

۴) اگر در آزمایش رادرفورد، ورقه ی ضخیم طلا به کار می رفت، نسبت شمار ذره های آلفای منحرف شده افزایش می یافت.

۷۴- کدام گزینه درست است؟ (خارج کشور تجربی- ۹۴)

۱) نظریهٔ « مواد از ذره های کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند» نخستین بار توسط دالتون ارایه شد.

۲) دالتون ضمن معرفی شیمی به عنوان علم تجربی، پژوهش های عملی را نیز به ابزارهای مطالعه طبیعت افزود.

۳) ارسطو، سه عنصر هوا، خاک و آتش را به عنصر آب افزود و این چهار عنصر را سازنده کاینات اعلام کرد.

۴) فرآیند برقکافت الکترولیت ها، در قرن ۱۹ میلادی توسط فارادی کشف شد و ذرات حامل بار را الکترون نامید.

۷۵- کدام گزینه درست است؟ (خارج کشور تجربی- ۹۴)

۱) برای فلزهایی که زیرلایهٔ d آن ها در حال پر شدن است، الکترون های زیرلایه های ns و $(n-1)d$ ، الکترون های ظرفیتی در نظر گرفته می شود.

۲) در نمودار انرژی نخستین یونش عنصرهای دوره اول همانند دوره های دوم و سوم، بی نظمی هایی مشاهده می شود.

۳) عنصرهایی که در زیرلایهٔ s لایهٔ ظرفیت خود الکترون دارند، همگی فلز و جامد هستند.

۴) در اتم عنصر $_{33}As$ ، ۹ الکترون دارای عدد کوانتومی مغناطیسی ۱+ هستند.

«پاسخ های تشریحی فصل اول»

۱- گزینه «۴» پدیدهٔ پرتوزایی ارتباطی با آزمایش های تامسون ندارد.

۲- گزینه «۴» رادرفورد پس از سالها تلاش، دریافت که تابش کشف شده توسط بکرل خود شامل ۳ تابش متمایز است که شامل تابش های α, β و γ می باشد.

۳- گزینه «۱» تراز پایه به هسته نزدیک تر است و الکترون همواره دوست دارد در ترازی با پایداری بالا و انرژی پایین قرار گیرد.

۴- گزینه «۲» $n=۴ \Rightarrow$ **حداکثر گنجایش تعداد الکترون** $= ۲\times ۴^۲ = ۳۲$ $\qquad n=۴ \Rightarrow l = ۰,۱,۲,۳$

۵- گزینه «۱» طبق بند ۷ از نظریه اتمی دالتون، واکنش های شیمیایی شامل جابه جایی و تغییر در شیوه اتصال آن ها در مولکول هاست و در این واکنش ها اتم ها خود تغییر نمی کنند. به واکنش رو به رو توجه کنید.ماهیت هیچ ماده ای تغیر نکرد. $Mg + ۲HCl \rightarrow MgCl_۲ + H_۲$

۶- گزینه «۲» با شمارش اتم ها، متوجه می شویم که ۲۴ اتم دارای ایزوتوپ $^{۱۱}_{۵}B$ **و ۶ اتم دارای ایزوتوپ** $^{۱۰}_{۵}B$ **می باشند بنابراین فراوانی ایزوتوپ** $^{۱۱}_{۵}B$ **بیشتر است.**

جرم اتمی میانگین بور $= \frac{۲۴\times ۱۱ + ۱۰\times ۶}{۳۰} = ۱۰/۸$

۷- گزینه‌ی «۴» در هنگام نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها، دقت داشته باشید که ابتدا زیر لایه‌ها به صورت نیمه‌پر می‌شوند سپس پر می‌شوند. همچنین زیر لایه‌ی s دارای $l=۰$ می‌باشد. با توجه به توضیحات به آرایش الکترونی نوشتاری و نموداری $N_۷$ دقت فرمایید:

آرایش الکترونی نموداری $\boxed{\uparrow\downarrow}\ \boxed{\uparrow\downarrow}\ \boxed{1}\ \boxed{1}\ \boxed{1}$ **، آرایش الکترونی نوشتاری** $N_۷$: $\mathbf{1s^۲\ \ ۲s^۲\ \ ۲p^۳}$ $N_۷$

۸- گزینه‌ی «۲» زیرا مدل رادرفورد هیچ بحثی در مورد موقعیت الکترون ها در اطراف هسته نکرده است.

۹- گزینه‌ی «۳» امروزه از محدود کردن الکترون روی مسیرهای دایره ای شکل بنام تراز یا مدار انرژی خودداری می‌شود. بلکه از فضایی سه بعدی بنام اوربیتال سخن به میان می آید.

۱۰- گزینه‌ی «۳» با توجه به تفاوت در جرم ایزوتوپ های یک عنصر با دانش امروزی مطابقت ندارد.

۱۱- گزینه‌ی «۱» رادرفورد با تاباندن پرتوی آلفا بر ورقه‌ی نازکی از جنس طلا، نسبت پرتوهای دارای انحراف بیش از ۹۰° به کل پرتوهای تابیده شده را اندازه گرفته و از تعداد بسیار کم پرتوهای دارای انحراف بیش از ۹۰° نتیجه گرفت که قطر هسته‌ی اتم طلا در مقایسه با قطر اتم آن، در حدود $۱۰^۵$ مرتبه کوچک‌تر است.

۱۲- گزینه‌ی «۳» جهت‌گیری اوربیتال‌ها در هر زیرلایه، به مقدار m_l (عدد کوانتومی مغناطیسی) بستگی دارد.

۱۳- گزینه‌ی «۴» چادویک وجود نوترون را در هسته اثبات و رادرفورد توانست مقدار بار مثبت هستهٔ اتم و عدد اتمی عنصرها را تعیین کند.

۱۴- گزینه‌ی «۳» شرودینگر معتقد بود همانگونه که برای مشخص کردن موقعیت یک جسم در فضا به سه عدد (طول، عرض و ارتفاع) نیاز است؛ برای مشخص کردن هر یک از اوربیتال‌های یک اتم نیز به چنین داده‌هایی نیاز داریم. او از سه عدد n، l و m_l استفاده کرد.

۱۵- گزینه‌ی «۴» آرایش الکترونی نموداری $\boxed{\uparrow\downarrow}\ \boxed{\uparrow\downarrow}\ \boxed{1}\ \boxed{1}\ \boxed{\ }$ آرایش الکترونی نوشتاری $_{6}C: 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
عدد کوانتومی l برای زیر لایه‌ی s برابر صفر و برای لایه‌ی p برابر ۱ است.

۱۶- گزینه‌ی «۱» تعداد اوربیتال اشغال شده ۱۲ و آخرین زیر لایه آن s لایه ۴ است.

۱۷- گزینه‌ی «۳»- همه گزینه ها به جز گزینه ۳ بیان های متفاوتی از اصل طرد پائولی هستند. گزینه ۳ اشاره به اصل هوند دارد.

۱۸- گزینه‌ی «۳»- جیمز چادویک نوترون را کشف کرد.

۱۹- گزینه‌ی «۴» مطابق مدل اتمی دالتون، اتم‌های یک عنصر از هر لحاظ یکسانند و از جمله این‌که، جرم یکسانی دارند. دستگاه طیف‌سنج جرمی نشان داد که جرم همه‌ی اتم‌های یک عنصر یکسان نیست و اگرچه تعداد پروتون‌های همه اتم‌های یک عنصر، یکسان است ولی تفاوت در تعداد نوترون‌ها موجب تفاوت در جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر می‌شود. به این ترتیب، نادرستی نظریه‌ی دالتون در یکسان تلقی کردن جرم همه اتم‌های یک عنصر به اثبات رسید.

۲۰- گزینه‌ی «۴» $۵ = ۲ + ۳ =$ تعداد الکترون ظرفیتی $_{33}A: [_{18}Ar]\,3d^{10}\,4s^2\,4p^3$ عدد اتمی $= \frac{۷۵ - ۹}{۲} = ۳۳$

۲۱- گزینه‌ی «۳»

۲۲- گزینه‌ی «۱» در سال ۱۹۱۹، پروتون توسط رادرفورد و همکارانش کشف گردید.

۲۳- گزینه‌ی «۲» هر فلز، طیف نشری خاص خود را دارد که مانند اثر انگشت، وسیله‌ی شناسایی آن است.

۲۴- گزینه‌ی «۲» رادرفورد عدد اتمی، چادویک نوترون و بور ساختار الکترونی را کشف کرد.

۲۵- گزینه‌ی «۲» زیرا طبق آرایش ظرفیت $\boxed{\uparrow}\ \boxed{\uparrow}\ \boxed{\uparrow}\ \boxed{\uparrow\downarrow}$ و $4s^2 4p^3$ دارای ۳ الکترون با ویژگی ذکر شده دارد.

۲۶- گزینه‌ی «۱»در هر لایه الکترونی کوچکترین l مربوط به زیر لایه s است.

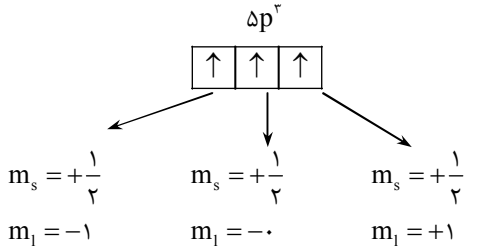
۲۷- گزینه‌ی «۱»قطر هسته $۱۰^{-۱۳}$ و قطر اتم $۱۰^{۸}$ این نسبت برابر با $۱۰^{۵}$ است.

۲۸- گزینه‌ی «۴» نخستین بار رادرفورد وجود هسته را در اتم کشف کرد و روشن ساخت که تابش‌های حاصل از مواد پرتوزا، از سه نوع پرتو متفاوت تشکیل شده است.

۲۹- گزینه‌ی «۴»

$$_{۵۱}Sb:[_{۳۶}Kr]۴d^{۱۰}\,۵s^{۲}\,۵p^{۳} \Rightarrow \text{آخرین زیرلایه} = ۵p^{۳}$$

$$۵p^{۳}\Rightarrow\begin{cases} n=۵ \\ l=۱ \\ m_s=+\frac{۱}{۲} \\ m_l=-۱,۰,+۱ \end{cases}$$



۳۰- گزینه‌ی «۲» همان‌طور که در کتاب درسی اشاره شده است در هر زیرلایه به تعداد $۲l+۱$ اوربیتال وجود دارد (شمار اوربیتال‌های اتمی در هر زیرلایه) از طرفی l شکل اوربیتال‌ها را نیز مشخص می‌کند. اوربیتال‌های موجود در هر زیر لایه‌های s و p به ترتیب کروی و دمبلی شکل هستند.

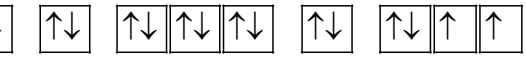
۳۱- گزینه‌ی «۱»

علت نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌ی «۲»، بمباران ورقه‌ی بسیار نازکی از طلا با ذرّات پرانرژی آلفا توسّط رادرفورد انجام گرفت.

گزینه‌ی «۳» تامسون باور داشت الکترون‌ها در فضای کروی ابر گونه‌ای با بار الکتریکی مثبت پراکنده‌اند.

گزینه‌ی «۴» شمار پروتون‌های اتم هر عنصر عدد اتمی و شمار پروتون‌ها و نوترون‌های اتم هر عنصر عدد جرمی آن عنصر می‌باشد.

۳۲- گزینه‌ی «۱» $۱s^{۲}\,۲s^{۲}\,۲p^{۶}\,۳s^{۲}\,۳p^{۴}$, 

۳۳- گزینه‌ی «۳» زیرا اعداد کوانتومی به ترتیب مقابل بود. $m_l=-۲,-۱,۰,+۱,+۲$

۳۴- گزینه‌ی «۲»زیرا آرایش بقیه به $۳d^{۱۰}$ **ختم می شود در حالی که آرایش گزینه (۲) به** $۳d^{۸}$ **ختم می شود.**

۳۵- گزینه‌ی «۲» پرتوهای گاما از جنس تابش الکترومغناطیس است و بدون انحراف از میدان الکتریکی خارج می‌شود.

۳۶- گزینه‌ی «۱» جهت‌گیری اوربیتال‌ها به m_l **بستگی دارد و به آن عدد کوانتومی مغناطیسی می‌گویند.**

۳۷- گزینه‌ی «۴» پروتون را رادرفورد و همکارانش کشف کردند. در گزینه‌ی ۱ عدد جرمی مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها است و در گزینه‌ی ۲ جرم پروتون ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون و اندکی از جرم نوترون کم‌تر است.

۳۸- گزینه‌ی «۱» l **که عدد کوانتومی اوربیتالی یا فرعی نام دارد، تعداد و شکل اوربیتال‌ها را در هر زیرلایه مشخص می‌کند ولی جهت‌گیری اوربیتال‌ها با** m_l **بررسی می‌شود.**

۳۹- گزینه‌ی «۱»

۴۰- گزینه (۲)- زیرا تابش آلفا به شکل $_{۲}^{۴}He^{۲+}$ **بوده و با تابش دو ذره آلفا ۸ واحد از جرم ماده پرتوزا کاسته می‌شود.**

۴۱- گزینه‌ی «۱» $_{16}S:[Ne]\,3s^2\,3p^4$ $\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$ $n=3, l=1, m_S=-\frac{1}{2}$

۴۲- گزینه‌ی «۴» تشریح گزینه‌های نادرست:
گزینه‌ی «۱» انرژی زیرلایه‌های الکترونی در اتم همه‌ی عنصرها یکسان نیست و همانند اتم هیدروژن نیز نمی‌باشد.
گزینه‌ی «۲» اتم روی $(_{30}Zn)$ دارای ۳۰ الکترون می‌باشد که با از دست دادن ۲ الکترون ۲۸ الکترونی می‌شود.
گزینه‌ی «۳» الکترون‌های برانگیخته‌ی اتم هیدروژن، هنگام بازگشت می‌توانند به لایه‌های مختلف بروند.

۴۳- گزینه‌ی «۴» موزلی نشان داد که فرکانس پرتوهای X اتم‌ها با افزایش جرم اتمی آن‌ها افزایش می‌یابد.

۴۴- گزینه‌ی «۱» $_{36}Kr:1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^6\,(3d^{10})/4s^2\,4p^6$

$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}$

۳d دارای $n=3$ و $l=2$ است.

فلش‌های رو به پایین نشان‌دهنده‌ی $m_s=-\frac{1}{2}$ است پس در $_{36}Kr$ الکترون با $m_s=-\frac{1}{2}$ وجود دارد.

۴۵- گزینه‌ی «۲» عدد جرمی ایزوتوپ سوم

$$36/8=\frac{38\times20+36\times70+x\times10}{100}\Rightarrow 36/80=760+252+10x\rightarrow x=40$$

$$\Rightarrow A=Z+N\rightarrow 40=18+N\rightarrow N=22$$

۴۶- گزینه‌ی «۳» این‌که الکترون‌ها در اتم‌ها، لایه‌های انرژی را به ترتیب پایداری آن‌ها اشغال و پر می‌کنند جزء مطالب اصل طرد پائولی نیست.

۴۷- گزینه‌ی «۱» پدیده پرتوزایی توسط بکرل کشف و توسط ماری کوری نامگذاری شد.

۴۸- گزینه‌ی «۳» برای اینکه $m_l=+2$ باشد، حتما باید زیرلایه ی d الکترون داشته باشد.

$_{29}Cu:1s^2/2s^2\,2p^6/3s^2\,3p^6\,3d^{10}/4s^1$

	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
$m_l=0$	2	2	2	2	2	2	1
$m_l=+2$	○	○	○	○	○	2	○

۴۹- گزینه‌ی «۴» فیزیک دان ها برای توجیه این مشاهده‌ها برای الکتریسیته ذره‌ای بنیادی به نام الکترون پیشنهاد کردند.

۵۰- گزینه‌ی «۴» شرودینگر برای مشخص کردن اوربیتال از سه عدد کوانتومی اصلی، اوربیتالی و مغناطیسی استفاده کرد.

۵۱- گزینه‌ی «۱» ید با گرفتن یک الکترون و سزیم نیز با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب $_{54}Xe$ رسیده اند.

۵۲- گزینه‌ی «۴»

۵۳- گزینه‌ی «۳» آرایش الکترونی $_{86}Rn:1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2\,4p^6\,4d^{10}\,4f^{14}\,5s^2\,5p^6\,5d^{10}\,6s^2\,6p^6$
زیرلایه 4f در دوره ۶ و زیر لایه 5f در دوره ۷ پر می‌شود. پس گزینه ۱، ۲ و ۴ نادرست هستند.

۵۴- گزینه‌ی «۱»

$_{۲۸}Ni:[_{۱۸}Ar]:\ ۳d^{۸}\ \ ۴s^{۲}$ $\uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow\ \uparrow$

$_{۳۴}Se:[_{۱۸}Ar]\ ۴s^{۲}\ \ ۴p^{۴}$ $\uparrow\downarrow\ \uparrow\ \uparrow$

۵۵- گزینه «۱» موزلی دریافت که فرکانس پرتوهای X با افزایش جرم اتمی افزایش می یابد پس فرکانس پرتوهای X عناصر مختلف با هم تفاوت دارند. فرکانس با طول موج رابطه ی عکس دارد.

۵۶- گزینه «۱» پدیده ی ایزوتوپی نشان داد که اتم های یک عنصر جرم متفاوت و برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم متفاوت دارند.

۵۷- گزینه «۱» با روش طیف بینی بونزن و همکارانش توانستند عنصرهای روبیدیم و منیزیم را در حین بررسی طیف یک سنگ معدنی لیتیم دار کشف کنند و با بررسی های بعدی دو فلز یاد شده شناسایی و جداسازی شدند.

رد سایر گزینه ها :

۲) طیف نشری خطی هیدروژن را نخستین بار آنگستروم شناسایی کرد.

۳) در آرایش اتم های خنثی شمار الکترون های $m_s=+\frac{۱}{۲}$ و $m_s=-\frac{۱}{۲}$ لزوما برابر نیستند.

۴) الکترون با مشخصات داده شده با $۴f$ تعلق دارد که در عناصر تناوب ۶ و بعد از آن می تواند دیده شود.

۵۸- گزینه «۳» تابش پرتوهای γ,β,α با مدل اتمی تامسون قابل توجیه نیستند.

۵۹- گزینه «۱»

۶۰- گزینه «۳» مغناطیسی و اسپینی

$_{۳۵}Br:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}/۴s^{۲}\ ۴p^{۵}$ $\uparrow\downarrow\ \uparrow\downarrow\ \uparrow$

سی پنجمین الکترون — سی یکمین الکترون

۶۱- گزینه «۴» نور قرمز کمترین میزان انحراف را دارد.

۶۲- گزینه «۱» زیرا آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن به صورت $۳d^{۲}۴s^{۲}$ است که دو الکترون با مشخصات ذکر شده دارد.

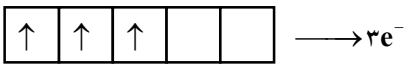
۶۳- گزینه «۱» زیرا: تریتیم دارای یک پروتون، دو نوترون و یک الکترون است:

$$(۱p+۲n+۱e)(۰.۰۰۰۵۴amu)(۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴})=(۱۸۴۰+۲\times۱۸۵۰+۱)(۰.۰۰۰۵۴amu)(۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴})=۴/۹۶\times۱۰^{-۲۴}g$$

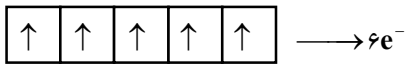
۶۴- گزینه «۲» با افزودن براده های آهن(نه منیزیم!) به باروت سیاه، جرقه های آتش به رنگ نارنجی تولید می شود همچنین افزودن گرد منیزیم و آلومینیم نور سفید خیره کننده ای در جرقه های آتش ایجاد می کند.

۶۵- گزینه «۱»آرایش الکترونی دو اتم مورد نظر به صورت زی است:

$_{23}V : [_{18}Ar]3d^3 / 4s^2$ ⇒ گروه VB (گروه ۵) دوره ۴



$_{24}Cr : [_{18}Ar]3d^5 / 4s^1$ ⇒ گروه VB (گروه ۵) دوره ۴



شمار الکترون های با اسپین $+\frac{1}{2}$ در اتم کروم دو برابر آن ها در اتم $_{23}V$ است.

رد سایر گزینه ها :

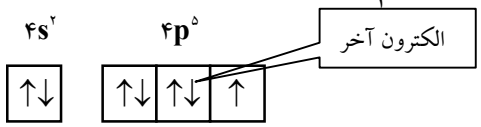
گزینه ۲ : نور مرئی طول موجی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را دارد.

گزینه ۳ : بور فقط توانست طیف نشری خطی اتم هیدروژن را توجیه کند.

گزینه ۴ : هر چه الکترون از هسته دورتر شود انرژی آن افزایش می یابد.

۶۶- گزینه «۱» به جز اتم هیدروژن که فقط یک الکترون دارد، در اتم های دیگر می توان دو الکترون با سه عدد کوانتومی یافت ولی در هیچ اتمی نمی توان دو الکترون را با چهار عدد کوانتومی یکسان یافت.!

۶۷- پاسخ گزینه «۳» بر اساس اعداد کوانتومی داده شده، برای آخرین الکترون اتم X می توان گفت که این الکترون در لایه ی چهارم و در زیرلایه ی p و در اوربیتال وسطی p و با اسپین $-\frac{1}{2}$ قرار دارد و بر اساس اصل هوند می توان نوشت:



$X : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^{10} / 4s^2 4p^5$

بررسی گزینه ها :

۱) با توجه به آرایش الکترونی، این عنصر در دوره ۴ و گروه ۱۷ قرار دارد و بالاترین عدد اکسایش گروه ۱۷ برابر با ۷+ است.

۲) با توجه به آرایش الکترونی، اتم X دارای ۱۰ الکترون در زیرلایهٔ d $(l = 2)$ می باشد.

۳) در هر دوره از جدول تناوبی بیش ترین الکترونگاتیوی مربوط به عناصر گروه ۱۷ است.

۴) عنصر مورد نظر در دوره ی ۴ و گروه ۱۷ ، برم می باشد که ترکیب هیدروژن دار آن HBr بوده و قدرت اسیدی آن را از HF بیش تر است. زیرا در هیدوراسیدها در یک گروه از بالا به پایین با افزایش شعاع قدرت اسیدی افزایش می یابد.

۶۸- گزینه «۲» هر نانومتر معادل 10^{-7} سانتی متر است. بنابراین در یک ردیف به طول یک نانومتر می توان ۱۰ اتم طلا جای داد(قطر هر اتم طلا معادل 10^{-8} سانتی متر است.) از طرفی قطر اتم 10^5 برابر قطر هسته اتم است. پس می توان در یک ردیف یک نانومتری 10^6 هسته ی اتم را جای داد.

۶۹- گزینه «۲» هنوز باور بر این است که اتم کوچک ترین ذره هر عنصر است که خواص فیزیکی و شمیایی عنصر به ویژگی های آن بستگی دارد.

۷۰ - گزینه «۱»

$_{26}Fe^{3+} : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 \Rightarrow (-2)+(-1)+(0)+(+1)+(+2) = 0$

$_{25}Mn^{2+} : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 \Rightarrow (-2)+(-1)+(0)+(+1)+(+2) = 0$

۷۱- گزینه «۴» CCl_4 سنگین $= 4(37)+13 = 161$ CCl_4 سبک $= 4(35)+12 = 152$ ⇐ اختلاف =۹

۷۲- گزینه «۴»

۷۳- گزینه «۳» نسبت بار به جرم توسط تامسون و بار الکتریکی الکترون توسط رابرت میلیکان محاسبه شد.

۷۴- گزینه «۳» ارسطو، سه عنصر هوا، خاک و آتش را به عنصر پیشنهادی تالس یعنی آب افزود و این چهار عنصر را سازنده کاینات اعلام کرد.

۷۵- گزینه «۱» برای فلزهایی که زیرلایهٔ d آن ها در حال پر شدن است، الکترون های زیرلایه های ns و $(n-1)d$ ، الکترون های ظرفیتی در نظر گرفته می شود. برای عناصر دسته s الکترون های زیرلایه s و برای عناصر دسته p الکترون های زیرلایه s و p، الکترون های ظرفیتی هستند.