



ابزار کانکور

فزیک هسته



فهرست مطالب

۱	فزیک هسته
۱	اندازه ساختمان هسته
۲	مشخصات هسته‌پی اتوم
۳	سطوح انرژی یا ترازهای انرژی هسته
۴	متلاشی شدن همراه با خروج اشعه الفا
۵	اشعه الفا
۶	اشعه بیتا
۶	اشعه بیتا منفی
۶	اشعه بیتا مثبت
۶	متلاشی شدن هسته با خروج اشعه بیتا
۸	تشعشع‌های رادیو اکتیف
۹	نیم عمر مواد رادیو اکتیف
۹	عناصر متداول و نیمه عمر آنها
۱۰	کاربردها رادیو اکتیف
۱۰	اندازه‌گیری تشعشع رادیو اکتیف
۱۰	همجوشی هسته‌پی
۱۲	مواد رادیو اکتیف
۱۷	مأخذ

فزيك هسته

اهدا كننده: ابزار كانكور

منبع: كتابخانه درخت دانش

جواز / دارنده حق چاپ:

فیزیک هسته

مقدمه

برای بررسی و مطالعه فیزیک هسته لازم است، ابتدا معلومات مختصری در باره اتم داشته باشیم.

تمام موادی که در اطراف ما دیده می‌شوند، از مالیکول‌ها و مالیکول‌ها به نوبه خود از اتم‌ها تشکیل گردیده اند. دانشمندان و فلاسفه یونانی گمان می‌کردند که اتم تجزیه ناپذیر است. یکی از این دانشمندان دموکراتیس (Democrites) بود که کلمه اتم را از کلمه یونانی (اتوموس) که معنایش (غیر قابل تجزیه) می‌باشد، گرفت. این حدس و گمان دانشمندان یونان حدود هزار سال دوام کرد. چند دهه قبل بود که نظریه غیر قابل تجزیه بودن اتم رد شد. اولین و اساسی ترین نتیجه تحقیقاتی که منتج به این نظریه شد، ثابت کرد که اتم شامل دو جز اصلی می‌باشد.

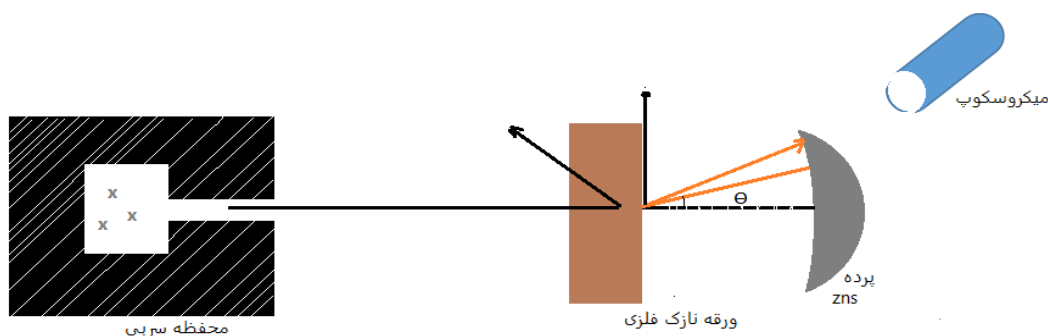
۱. هسته سنگین که تقریباً تمام کتله اتم را تشکیل می‌دهد

۲. فضای برقی که در اطراف هسته وجود دارد که در آن ذرات کوچک و سبک به نام الکترون با سرعت فوق العاده زیادی به دور هسته در حرکت بوده و هرگز به هسته سقوط نمی‌کند.

اندازه ساختمان هسته

طوری که می‌دانیم اتم در حالت عادی از نگاه چارج برقی یک ذره خنثی است. چون الکترون دارای چارج منفی می‌باشد، پس برای خنثی ساختن اتم باید در داخل یک ذره چارج دار مثبت وجود داشته باشد. بنا برآن دانشمندان در پی کشف چارج مثبت برآمدند.

رادر فورد دسته باریک ذره الفا α که عبارت از ذره نسبتاً سنگین بوده و از تجزیه مواد رادیو اکتیف به دست می‌آید، بالای یک ورقه نازک طلا وارد کرد. این معلوم شده بود که ذره الفا α عبارت از هسته اتم هلیوم می‌باشد که الکترون‌های آن دور ساخته شده باشد. در اتم هلیوم دو الکترون، دو پروتون و دو نیوترون وجود دارد. بعد از تصادم با ورقه نازک طلا ذرات الفا α که چارج مثبت دارند، بالای پرده یا لوحه مدور شیشه‌یی که روی آن را از مرکب Zns (سلفاید جست) پوشانیده بودند، اصابت می‌نمود و در هر اصابت در بالای پرده جرقه‌های برقی توسط میکروسکوپ به مشاهده می‌رسید. مسیر این جرقه‌ها نظر به سمت حرکت ذرات الفا یک انحراف را نشان می‌دهد، قسمیکه در تصویر (۱) به مشاهده می‌رسد. مقدار زاویه این انحراف بین 0° و 180° درجه بود.



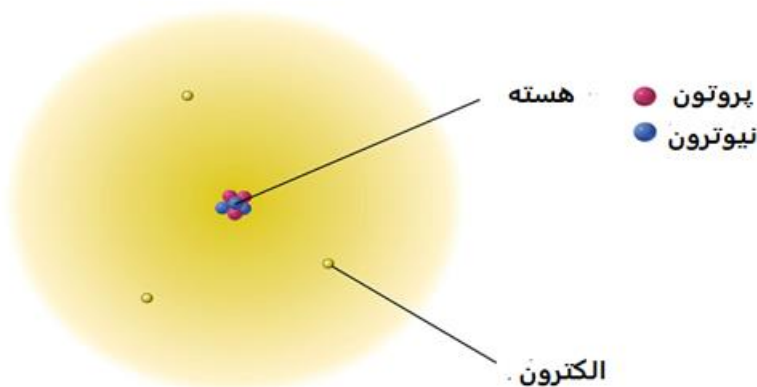
شکل ۱ انحراف ذره‌ی الفا در تجربه رادر فورد نشان می‌دهد

رادرفورد به این نتیجه رسید که در داخل اتم کدام چارج مثبت و قوی وجود دارد که باعث انحراف ذرات الفا مطابق به قانون کولن می‌شود. بنابر این وی نظر داد که اتم دارای هسته بزرگ مرکزی می‌باشد. پس اتم یک سیستم متشکل از ذرات است که ذره‌ی سنگین و بزرگ در مرکز آن قرار دارد و الکترون‌ها به اطراف این ذره سنگین حرکت دورانی دارند. علت انحراف ذره الفا از نزدیک هسته‌های اتمی قرار ذیل توضیح شده است.

۱. انحراف ذرات الفا از اثر عمل متقابل با الکترون‌ها بوده نمی‌تواند، زیرا الکترون‌ها بسیار سبک بوده قدرت انحراف ذرات سنگین الفا را ندارند.
۲. انحراف ذرات الفا در نتیجه عمل متقابل با ذرات سنگین که دارای چارج مثبت باشد، امکان پذیر است.
۳. وقتی که ذرات الفا از نزدیکی هسته عبور می‌کند، بالای ذره مذکور قوه دفع کولنی عمل می‌کند. این قوه مساوی است به:

$$F = \frac{2Z_e^2}{r^2} \dots\dots\dots(1)$$

هسته هر اتم توسط الکترون‌هایی که تعداد آن مساوی به تعداد پرتون‌های هسته است، احاطه شده الکترون‌ها با حرکت ثابت به دور هسته که مشابه به حرکت سیارات به دور آفتاب بوده در حرکت اند؛ قسمیکه در تصویر (۲) نشان داده شده است. در چنین مسیری نیز



شکل ۲ ساختمان اتم

جذب به مرکز حاصل از جاذبه الکتروستاتیک میان هسته و الکترون‌ها وجود دارد که آن را در یک مسیر دایره‌یی دور هسته نگه‌می‌دارد؛ طوری که الکترون‌ها به اطراف هسته حرکت دورانی را انجام می‌دهند در غیر آن اگر این قوه‌ها وجود نداشته باشد الکترون‌ها توسط هسته جذب می‌شوند. مجموعه چارج‌های مثبت هسته و الکترون‌ها با هم مساوی اند. مدل سیاره‌یی که

توسط رادرفورد پیشنهاد گردیده بود با قوانین الکترودینامیک کلاسیک مطابقت نداشت، زیرا طبق این قوانین هر ذره چارج‌دار متحرک مانند آنتن، امواج الکترومقناطیسی را از خود انتشار می‌دهد که در اثر آن سرعت حرکت آن کم می‌شود و سرانجام در هسته سقوط می‌نماید و از بین می‌رود در نتیجه اتم متلاشی می‌شود.

مشخصات هسته‌یی اتم

هسته متشکل از پروتون و نیوترون می‌باشد. تعداد پروتون‌ها در هسته به حرف Z نشان داده می‌شود. Z قیمت‌های تام مثبت دارد. Z عدد چارج هسته گفته می‌شود و یا Z به نام نمبر اتمی و یا نمبر ترتیب اتم یاد می‌شود. تعداد مجموعی نیوترون‌ها و پروتون‌ها در هسته به حرف A نشان داده می‌شود. یعنی A تعداد نیکلون‌ها در هسته است. A نیز یک عدد تام مثبت است. A به نام عدد کتلوی هسته یا کتله اتم یاد می‌شود. هرگاه عدد کتلوی هسته و نمبر اتمی هسته را بدانیم، در آن صورت تعداد نیوترون‌ها را در هسته محاسبه کرده می‌توانیم یعنی:

$$n = A - Z \dots\dots\dots(2)$$

در فزیک اتم برای نام گذاری یک عنصر از سمبول ذیل استفاده می شود:

$${}_Z^A X^n \dots\dots\dots(3)$$

X در این جا نام مختصر عنصر است. Z تعداد پروتون ها و A عدد کتلوی یعنی مجموعه پروتون ها و نیوترون ها است.

مثلاً عنصر طلا را در نظر می گیریم:

$${}_Z^A X = {}_{79}^{197} Au$$

$$n = A - Z = 197 - 79 = 118$$

در هسته های سنگین تعداد نیوترون ها بسیار زیاد از تعداد پروتون ها است. خواص کیمیای عنصر تابع نمبراتومی Z است. اما خواص فزیکی آن مربوط به نمبر کتلوی A می باشد.

در طبیعت عناصری وجود دارد که نمبر اتمی شان (Z) های شان با هم مساوی اما کتله اتمی (A) های شان مختلف است این عناصر به نام ایزوتوپ یاد می شوند. ایزوتوپ ها در جدول مندلیف در یک جای قرار گرفته اند. مثلاً سه ایزوتوپ هیدروجن قرار ذیل اند:

$$\left. \begin{array}{l} {}_1^1H - protiy \quad (z = 1 \quad n = 0) \\ {}_1^2H - duteriy \quad (z = 1 \quad n = 1) \\ {}_1^3H - trytiy \quad (z = 1 \quad n = 2) \end{array} \right] \text{ایزوتوپ های هیدروجن}$$

در بین عناصر، عناصری نیز وجود دارد که کتله های اتمی (A) های شان باهم مساوی اما نمبر اتمی شان مختلف است این عناصر به نام ایزوبار (Ezobar) یاد می شوند، این عناصر دارای عین خواص فزیکی بوده اما خواص کیمیای شان متفاوت است زیرا که نمبراتومی Z آن ها مختلف است.

سطوح انرژی یا تراز های انرژی هسته

قبل از این که راجع به تراز یا سطوح انرژی هسته صحبت نمایم، لازم است که در باره اتم معلومات مختصر داشته باشیم. یک اتم از هسته مرکزی و الکترون ها که در اطراف هسته حرکت دورانی را انجام می دهند، تشکیل شده است.



الکترون ها می کوشند تا همیشه در حالت عادی انرژی تنک قرار داشته باشند یعنی تلاش میکنند تا انرژی و سرعت خود را در پایین ترین حد ممکن نگهدارند. اصل نگهداشتن انرژی در حالت عادی در طبیعت بسیار رایج است مثلاً خود را مثال میاوریم وقتی که بالای چوکی آرام نشسته ایم انرژی حرکی ما بیشتر است یا هنگام آهسته دویدن، واضح است که در حالت آهسته دویدن انرژی حرکی ما بیشتر است. هر اتم تعداد مشخصی الکترون دارد. به طور مثال سیلیسیوم ۱۴ الکترون دارد

این الکترون‌ها نظر به انرژی شان در مدارها قرار می‌گیرند. هر قدر الکترون‌ها به مرکز اتم نزدیک تر باشند انرژی آن‌ها کمتر است. این بدان معنا است که الکترون‌ها ترازهای انرژی را از پایین به بالا پر می‌کنند.

بالاترین تراز که توسط الکترون‌های موجود در هر اتم اشغال می‌شود، تراز ظرفیتیک نامیده می‌شود، و الکترون‌های که این تراز را اشغال می‌کنند نیز الکترون‌های ظرفیت اند. دقت کنید که تراز ظرفیت بیرونی ترین تراز الکترونی نیست بلکه بیرونی ترین تراز است که توسط الکترون‌ها اشغال شده باشد است برای وضاحت بیشتر تصویر (۳) موضوع ترازهای ظرفیت را بیان می‌دارد. ترازهای خالی دیگری مانند این تراز وجود خواهد داشت.

تصویر (۳) یک اتم را با ترازهای انرژی آن نشان

ما می‌توانیم اتم و مدارهای آن را به گیلایس پر از آب تشبیه نماییم. اگر شما به داخل گیلایس آب بریزید، از پایین به بالا شروع به پر شدن می‌کند، نه از بالا به پایین. سطح آب داخل گیلایس متناظر به

تراز ظرفیت در اتم خواهد بود. این یک مثال بسیار ساده و بسیط است. الکترون‌ها به مدارهایی تقسیم می‌شوند که هر قدر از هسته دورتر می‌شوند، انرژی شان افزایش می‌یابد. اما ناگفته نباید گذاشت که الکترون‌ها ترازهای انرژی مشخص را اشغال می‌نمایند که ترازهای مجاز انرژی نامیده می‌شوند. بین این ترازهای مجاز انرژی، نواحی غیر مجاز قرار دارد با انرژی‌هایی که هیچ الکترونی نمی‌تواند داشته باشد. می‌توانید این اصل را در تصویر (۴) ملاحظه کنید. همین الکترون‌ها با انرژی مشخصی

به دور هسته‌یی می‌چرخند که به نام مدار انرژی یا سویه انرژی یاد می‌شود. سویه‌های انرژی به وسیله‌ی نورهای ممنوعه از هم جدا می‌شوند. برای این که یک الکترون از تراز انرژی پایین به تراز انرژی بالاتر برود، باید به انرژی آن یک مقدار انرژی اضافه شود.

الکترونی که این انرژی را گرفته و به تراز بالاتر رفته، الکترون برانگیخته نام دارد. ولی اگر یک الکترون از مدار یا سویه انرژی بالاتر به سویه انرژی پایین‌تر انتقال نماید، سریعاً انرژی گرفته شده را آزاد می‌کند. یعنی الکترون با تشعشع نور مجدداً به تراز اولیه‌اش برمی‌گردد. برای واضح شدن این موضوع تصویر (۵) را در نظر می‌گیریم. قسمی که دیده می‌شود

الکترون زمانی که انرژی می‌گیرد برانگیخته شده و به تراز بالا می‌رود و زمانی که انرژی را از دست می‌دهد، دوباره به تراز پائین‌تر انتقال می‌کند. الکترونی که در نزدیک‌ترین تراز به هسته‌ی اتم قرار دارد. اگر بخواهیم آن را به تراز بالاتر بفرستیم، باید به اندازه تفاوت انرژی بین دو مدار یعنی تفاوت



شکل ۵ انتقال الکترون را از یک مدار به مدار دیگر نشان می‌دهد

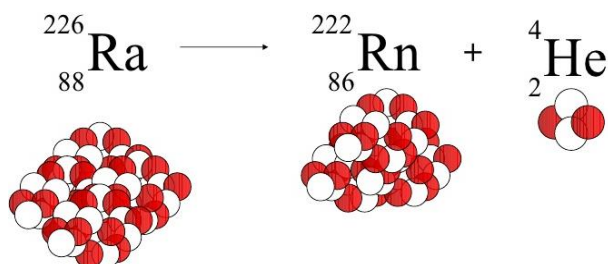
انرژی بین مدار که الکترون قرار دارد و مداری که می‌خواهد به آن انتقال نماید، با آن انرژی بدهیم.

متلاشی شدن همراه با خروج اشعه الف

مواد رادیو اکتیف، هسته‌ی ناپایدار داشته و ضمن متلاشی شدن، اشعه‌هایی را از خود منتشر می‌کنند که به آن‌ها اشعه‌های رادیو اکتیف گفته می‌شود.

هر ذره اشعه الفا شامل ۲ عدد پروتون و ۲ عدد نیوترون است، بنا بر این می توان گفت که اشعه الفا از جنس هسته اتم هلیوم است چارج مثبت داشته و در ساحه الکترونیکی به سمت قطب منفی منحرف می شود. ذرات الفا هنگام برخورد به موانع مختلف، الکترون جذب کرده و به اتم هلیوم تبدیل می شوند و به صورت گاز هلیوم وارد هوا می گردد.

با خروج هر ذره الفا از اتم ۲ پروتون و ۲ نیوترون از هسته ی اتم خارج می شود، بنا بر این نمبر اتمی ۲ واحد و نمبر کتلوی ۴ واحد کاهش می یابد و اتم به اتم عنصر



دیگر با هسته سبکتر تبدیل می شود. دو حالت ممکن برای خروج ذره الفا و بمبارد توسط این ذره را می توان در تصویر (۶) ملاحظه کرد.

متلاشی شدن اشعه الفا با معادله:

$${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}X' + \alpha \quad \dots\dots\dots(4)$$

توضیح می شود و دیده می شود که در آن نمبر اتمی و در نتیجه طبیعت کیمیای هسته باقی مانده ${}_{Z-2}^{A-4}X'$ از هسته مادری (اصلی) ${}_Z^AX$ متفاوت است.

تصویر (۶) پروسه خروج اشعه الفا را

ذرات الفا هسته های هلیوم هستند که از به هم پیوستن دو پروتون و دو نیوترون تشکیل می شوند. چارج برقی آن ها مساوی به $+2e$ است این ذرات به علت چارج زیاد و اندازه بزرگ، هنگام برخورد با اتم ها به راحتی آن ها را می شگافند و با هسته های کوچک اتمی محیط خود، با ذرات برخورد می کنند. بیشتر انرژی این ذرات در برخورد با الکترون های اتم از دست می رود، طوری که میزان پایین آمدن انرژی در مقابله با هر الکترون در حدود 30eV است. چون انرژی ذرات الفا معمولاً از مرتبه ی چند MeV میگا الکترون ولت است، پیش از این که به حال سکون برسد، در حدود یک میلیون اتم را متراکم می کند.

طرز رفتار یک ذره الفا هنگام عبور از یک ماده، مانند گلوله توپی است که به درون اتاقی پر از توپ های پینگپنگ پرتاب شده باشد. این ذره سنگین در کنار زدن الکترون های سر راهش هیچ مشکلی ندارد. جدا شدن الکترون ها از اتم ها و مالیکول ها، آسیب جدی بر محیط وارد می آورد.

ذره هنگام عبور در طول مسیرش خطوطی از اتم های چارج دار شده و مالیکول های شکسته بر جای می گذارد. چون انرژی ذره الفا اندک، و در طی میلیون ها برخورد کوچک از دست می رود، مسیر آن مستقیم می ماند. ذرات با انرژی اولیه یکسان پیش از توقف، تقریباً فاصله های یکسان را می پیمایند این فاصله را که پیش از توقف ذره طی می شود، برد ذره در محیط می گوئیم. برد ذره الفا با انرژی اولیه 1MeV در هوا در حدود 5cm ، در گوشت بدن در حدود 3cm ، در المونیم در حدود 0.003cm است. این فاصله ها برای ذره ی که انرژی اولیه اش 2MeV باشد تقریباً دو برابر می شوند.

چنانکه می بینیم ذرات الفا را می توان به آسانی متوقف کرد. از این رو محافظت اشخاص در برابر خطرات اشعه الفا به آسانی امکان پذیر است، اما اگر ماده یی که پخش کننده ی ذرات الفا است بلعیده شود، صحت شخص را به مخاطره می اندازد، زیرا ممکن است ماده ی پخش کننده الفا در نقطه یی از بدن متمرکز شود و آسیب های جدی به بدن برساند.

اشعه بیتا

خروج اشعه بیتا یک نوع تجزیه رادیواکتیف بوده، که در آن یک ذره یک الکترون و یا یک پوزیترون آزاد می‌کند. در صورتی که الکترون آزاد سازد اشعه بیتا منفی و در صورتی که پوزیترون آزاد سازد اشعه بیتا مثبت یاد می‌شود.

نوت: پوزیترون ذره است که از هر لحظه مشابه به ذره الکترون بوده تنها چارج آن مثبت می‌باشد.

اشعه بیتا منفی

جنس این اشعه الکترون است که کتله آن در مقیاس هسته صفر و چارج برقی آن -1 است. علامه اختصاری اشعه بیتا منفی e یا ${}^0_1\beta$ بوده سرعت این اشعه بین صفر و تا نزدیک به سرعت نور تغییر می‌کند. انرژی ذرات بیتا بین -0.02 تا 3 Mev (میلیون الکترون ولت بوده، برد آن در هوا در حدود چندین سانتی متر و در آب و انساج در حدود چند ملی متر است. این اشعه از نظر حفاظت خطر خارجی دارد، یعنی از راه پوست به بدن نفوذ می‌کند. خاصیت آیونیزیشن بیتا به مراتب از اشعه الفا کمتر دارد. برعکس قدرت نفوذ آن به طور متوسط 100 برابر اشعه الفا بیشتر است المونیم حجاب خوبی برای اشعه بیتا است یک ورقه المونیم به ضخامت 1mm به خوبی می‌تواند اشعه بیتا را متوقف سازد. اشعه بیتا دارای طیف متمادی (طیف پیوسته) می‌باشد.

اشعه بیتا مثبت

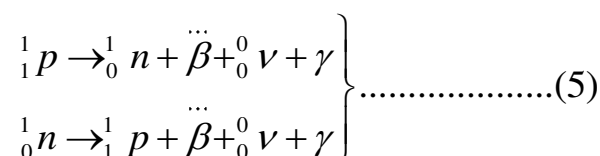
اشعه بیتا مثبت مانند پوزیترون بوده که ضد ماده الکترون می‌باشد، عمر آن کوتاه و در حدود 10^{-7}S است. کتله پوزیترون برابر با کتله الکترون و چارج برقی آن مثبت است و در مقیاس اتمی کتله پوزیترون صفر و چارج آن $+1$ و علامت اختصاری آن ${}^{0}_{+1}\beta$ می‌باشد. به علت کوتاهی عمر سایر مشخصات این اشعه تا هنوز تعیین نشده است و حدس زده می‌شود که مانند الکترون باشد.

متلاشی شدن هسته با خروج اشعه بیتا

اتوم‌هایی که کمتر از 83 پروتون دارند، اما تعداد نیوترون‌ها نسبت به پروتون‌ها بیشتر است. این هسته‌ها وقتی ثابت می‌شوند، که یا تعداد نیوترون‌ها یشان کم شود یا اینکه تعداد پروتون‌های شان زیاد گردد.

در این صوت در داخل هسته نیوترون به یک پروتون و یا یک الکترون تجزیه می‌شود و الکترون آن با یک سرعت زیاد از هسته خارج می‌شود که به نام ذره بیتا یاد می‌شود، در نتیجه در هسته یک پروتون زیاد می‌گردد و یک نیوترون کم می‌شود.

در بعض هسته‌ها انرژی حاصل شده زیاد بوده و این انرژی اضافی به شکل اشعه گاما از هسته خارج می‌شود رابطه (۵) پروسه خروج اشعه بیتا را از هسته یک اتم نشان می‌دهد.



اتوم‌هایی که از ۸۳ پروتون کمتر دارند، اما تعداد نیوترون‌ها در هسته از اندازه لازم بیشتر است، این هسته‌ها وقتی به هسته ثابت تبدیل می‌شوند که تعداد پروتون‌های شان کم شود و یا تعداد نیوترون‌های شان زیاد گردد که این حادثه به دو طریق صورت می‌گیرد.

در هسته اتوم یک پروتون به یک نیوترون و یک پوزیترون تجزیه و پوزیترون از هسته خارج می‌شود که به نام β^+ بی‌تای مثبت یاد می‌گردد. بعضاً انرژی این هسته از اندازه لازم زیاد بوده و انرژی اضافه‌گی را به شکل اشعه گاما پخش می‌کند.

بعضاً هسته اتوم از مدار k الکترون را جذب می‌کند که این الکترون با یک پروتون هسته یکجا شده نیوترون را تشکیل می‌دهد که این حادثه به نام k capture یاد می‌شود. در این حادثه یک پروتون در هسته کم شده و یک نیوترون در آن زیاد می‌شود. اما جای الکترون در مدار k خالی مانده و یک الکترون از مدارهای بیرونی این مدار را پر می‌سازد. زمانی که یک الکترون از مدار بالای با مدار پایینی می‌آید، انرژی خود را به شکل

X-Ray منتشر می‌سازد.

اشعه گاما

اشعه گاما نوعی از امواج الکترومغناطیسی است که طول موج آن بسیار کوتاه است و از (۱ تا ۰.۰۱) انگستروم تغییر می‌کند. کتله آن در مقیاس اتمی صفر، سرعت آن برابر به سرعت نور و چارج آن صفر است انرژی اشعه گاما از ۱۰ کیلو الکترون ولت تا ۱۰ میگا الکترون ولت تغییر می‌کند.

برد اشعه گاما بسیار زیاد است. مثلاً در هوا چندین متر است. خاصیت ایجاد آیونیزیشن و برانگیختگی در اشعه گاما نیز وجود دارد، ولی به مراتب کمتر از اشعه الفا و بی‌تا است. مثلاً اگر قدرت آیونیزیشن متوسط اشعه گاما را یک فرض کنیم، قدرت آیونیزیشن متوسط ذره بی‌تا ۱۰۰ و از ذره الفا ۱۰۴ خواهد بود. قدرت نفوذ این اشعه به مراتب بیشتر از ذرات بی‌تا و الفا می‌باشد. طیف انرژی اشعه گاما، هم مانند ذرات الفا مونوانرژتیک است، یعنی تمام فوتون‌های گاما که از یک عنصر رادیواکتیف حاصل می‌گردد، دارای انرژی یکسان هستند و به علم کمک بسیار اساسی می‌کند.

این اشعه تنها از سرب خالص به طول ۴۰ سانتی متر عبور کرده نمی‌تواند. این اشعه از لحاظ انرژی شباهت بسیاری به اشعه ایکس دارد، ولی مهمترین تفاوت این اشعه با اشعه ایکس در این است که منشاء تولید اشعه ایکس یک واکنش اتمی است در حالی که منشاء تولید اشعه گاما یک برهم شکنی هسته‌ای می‌باشد و دیگر این که طیف اشعه گاما نسبت به اشعه ایکس به هم نزدیکتر و متمرکز تر می‌باشد. طیف اشعه گاما بالاتر از منطقه طیف اشعه ایکس قرار دارد. طول موج اشعه گاما کمتر از چهار صدم نانومتر اشعه ایکس است. انرژی فوتون‌های گاما بین ۱۰۰۰۰ الکترون ولت تا یک میلیون الکترون ولت است. برخلاف اشعه ایکس منشاء آن انتقالات بین حالت‌های مختلف درون هسته می‌باشد. تولید این اشعه در پدیده‌های فزیک نجوم به شکل زیر می‌باشد.

۱. متلاشی شدن هسته‌های رادیو اکتیف در اثر انفجارات ابرنواختری

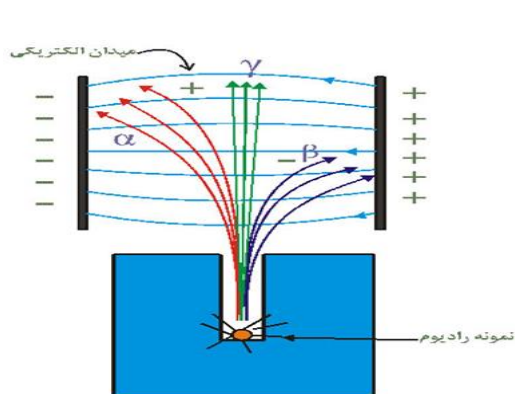
۲. در واکنش‌های اشعه کیهانی

۳. تابش انحنای در میدان‌های مقناطیسی بسیار قوی

۴. برخورد ذرات ماده و ضد ماده

قدرت نفوذ اشعه گاما بسیار زیاد است. برای جلوگیری از نفوذ آن از فلزاتی مانند سرب و تنگستن استفاده می‌شود. انفجارات ابرنواختری، برخورد میان کهکشان‌ها، کوازارها و واکنش‌های نزدیک به سیاه چال‌ها از منابع اصلی تولید اشعه گاما در طبیعت به حساب می‌آیند.

ماه، منبع تولید اشعه گاما (حتی قویتر از خورشید) در منظومه شمسی ماست. خورشید به تنهایی میزان بسیار اندکی اشعه گاما تولید می‌کند (البته به جز شراره‌های خورشیدی) چرا که انرژی کافی برای شتاب دادن ذرات را ندارد. اشعه‌های گامای پخش شده از ماه نیز از برهم خوردن بین امواج کیهانی و سطح ماه تولید و درخشنده می‌شوند. چنین اتفاقی به صورت مشابه در خورشید هم شاید رخ بدهد، اما میدان مقناطیسی خورشید، مانع از آن می‌شود تا این امواج کیهانی به سطح آن برسند.



برای دانستن چارج ذرات الفا، بیتا و گاما شعاعات پخش شده از یک نمونه رادیوم را از میان دو ورقه با چارج‌های مثبت و منفی عبور دادند، مطابق به تصویر (۷). قسمی که مشاهده می‌شود ذره بیتا به ظرف لوحه مثبت منحرف شده که در این صورت می‌توان گفت که ذره بیتا چارج منفی دارد. ذره الفا به طرف لوحه منفی منحرف شده است که در این صورت می‌توان گفت که ذره الفا دارای چارج مثبت است. همانطوری که در تصویر دیده می‌شود، ذره گاما بدون انحراف از میان لوحه‌ها عبور کرده است که در این صورت می‌توان گفت که ذره گاما هیچ نوع چارج برقی ندارد.

تصویر (۷) انحراف ذرات رادیواکتیف را به طرف لوحه‌های چارج دار نشان می‌دهد.

تشعشع‌های رادیو اکتیف

چنان که گفته شد سه نوع تشعشع رادیواکتیف وجود دارد، که ذرات آلفا از چهار ذره اتمی، یعنی دو پروتون و دو نوترون تشکیل می‌شوند. این ذرات ضعیف‌ترین نوع تشعشع رادیواکتیف هستند و چارج الکتریکی مثبت دارند. مسیر آن‌ها را می‌توان با صفحه کاغذ مسدود کرد. ذرات بیتا قدرتمند و از ذرات اتمی که الکترون خوانده می‌شوند و چارج منفی دارند تشکیل می‌شوند. اشعه بیتا از کاغذ عبور می‌کند، ولی از ورقه نازک المونیم عبور کرده نمی‌تواند. اشعه‌های گاما از همه قدرتمندتر است. آن‌ها امواج الکترومقناطیسی اند و فاقد چارج الکتریکی می‌باشند. اما اشعه‌های گاما را فقط لایه ضخیمی از سرب متوقف می‌سازد. خروج یا تابش رادیواکتیف می‌تواند وارد بدن موجودات زنده شود و به آن‌ها صدمه بزند، بنابراین اطراف آن باید کنترل شود. این تابش را با وسیله‌ای به نام شمارنده گایگر - مولر، که نام آن از مخترعانش اقتباس شده است، می‌توان اندازه گرفت. وقتی تابش رادیواکتیف وارد این شمارنده می‌شود، گاز موجود در آن حامل الکتریسیته می‌شود. مقدار چارج را می‌توان روی صفحه‌ی آن خواند یا از طریق یک بلندگو به صورت صداهای تیک تیک خاصی شنید.

نیم عمر مواد رادیواکتیف

نیم عمر یک ماده زمانی است که طول می کشد تا خاصیت رادیواکتیویته آن به نصف کاهش یابد. مثلاً نیم عمر کاربن ۱۴ (شکل خاصی از عنصر کاربن) ۵۶۰۰ سال است. یعنی ۵۶۰۰ سال طول می کشد تا نصف اتم‌های رادیواکتیف کاربن دچار فروپاشی شوند، یا یک گرام از اتم‌های رادیواکتیف به نیم گرام تقلیل یابد. ۵۶۰۰ سال دیگر طول می کشد که همین مقدار نیز به نصف برسد و به همین ترتیب نیم عمر عناصر مختلف از چند ثانیه تا میلیون‌ها سال متغیر است. فروپاشی شبکه‌ای کثافات اتمی زیان بخش حاصل از دستگاه‌های انرژی هسته‌ای میلیون‌ها سال طول می کشد و همه موجودات زنده روی زمین حاوی مقدار معینی کاربن ۱۴ (کاربن رادیواکتیف) هستند که با تبادل متداوم گازهای اکسیژن و کاربن دای اکساید بین موجودات زنده و جو زمین تشکیل می شود. وقتی یک گیاه یا حیوان می میرد، این تبادل متوقف می شود و کاربن ۱۴ شروع به فروپاشی می کند.

دانشمندان می دانند که نیمه عمر این کاربن 5600 سال است. بنا براین پس از این مدت جسم مرده دقیقاً نصف تشعشع رادیواکتیف زمان زندگی خود را ساطع^۱ می کند. این فروپاشی با شتابی ثابتی انجام می شود و در نتیجه این امکان وجود دارد که با اندازه گیری میزان تابش زمان مرگ موجود مورد نظر را دریافت. باستان شناسان از عمر کاربن برای یافتن تاریخ مومیایی های مصر باستان استفاده کرده اند.

از دیدگاه نظری، همه مواد رادیواکتیف نهایتاً به سرب تبدیل می شوند، هسته اتم سرب پایدار است و بنا بر این خاصیت رادیواکتیف ندارند. اما این امر به طور تجربی اثبات نشده است، زیرا نیم عمر بعضی از عناصر بیش از عمر انسان هاست.

عناصر متداول و نیمه عمر آن ها:

یورانیم	۲۳۸	نیم	عمر	آن	۵	میلیارد	سال
یورانیم	۲۳۵	نیم	عمر	آن	۷۰۰	میلیون	سال
پلوتونیم	۲۳۹	نیم	عمر	آن			۲۴۰۰۰ سال
کاربن	۱۴	نیم	عمر	آن		۵۶۰۰	سال
ید ۱۳۱ نیمه عمر آن ۸ روز							

ید-۱۳۱ یا ید رادیواکتیو ایزوتوپی پرتوزا از ید است که نیم عمری هشت روزه دارد. عنصر ید ۳۰ ایزوتوپ دارد که تنها یکی از آن ها (ید-۱۲۷) پایدار است. این ایزوتوپ اصولاً به صورت مصنوعی تولید می شود.

طلای	۱۹۸	نیم	عمر	آن	۳	روز	
سودیم	۲۴	نیم	عمر	آن	۱۵	ساعت	
فلور	۱۷	نیم	عمر	آن	۱	دقیقه	
پولونیم	۲۱۴	نیم	عمر	آن	۰/۰۰۰۰۰۰۰۳	ثانیه	
سرب پایدار (بدون نیم عمر)							

در خشنده^۱

کاربردها رادیو اکتیف

بسیاری از ایزوتوپها رادیواکتیو هستند که ذرات با فریکونسی بالا را از هسته (مرکز) اتم های خود تشعشع می کنند. از آن ها می توان برای دنبال کردن مسیر مواد متحرکی که از دید پنهان هستند، مانند جریان خون در بدن یک بیمار در بیمارستان، استفاده کرد .

در جریان خون:

مقدار کمی از یک ایزوتوپ رادیواکتیف به درون جریان خون بیمار تزریق می شود. سپس مسیر آن توسط آشکار سازهای خاصی که فعالیت رادیواکتیویته را مشخص می کنند دنبال می شود. این اطلاعات به یک کامپیوتر داده می شود که صفحه آن هرگونه اختلالی مانند انعقاد خون در رگ ها را نشان می دهد. با استفاده از روشی مشابه، می توان از ایزوتوپها برای مطالعه جریان مایعات در تاسیسات شیمیایی نیز استفاده کرد .

اندازه گیری تشعشع رادیو اکتیف:



اشعه رادیواکتیف می تواند وارد بافت های زنده شود و به آن ها صدمه بزند، بنا بر این اطراف آن باید کنترل شود . این تشعشع را با وسیله ای به نام شمارنده گایگر - مولر، که نام آن از مخترعانش اقتباس شده است، می توان اندازه گرفت، می توان این دستگاه را در تصویر (۸) مشاهده نمود. وقتی تابش رادیو اکتیف وارد این شمارنده می شود ، گاز موجود در آن حامل الکتریسیته می شود . مقدار چارج را می توان روی صفحه ای قرائت کرد، یا از طریق یک بلندگو به صورت صداهای تیک تیک خاصی شنید .

همجوشی هسته یی

منشاء انرژی تشعشعی آفتاب و دیگر ستاره گان اساساً حاصل نتیجه عکس العمل های هسته یی انرژی را است. اتومهایی که در این عکس العمل ها در درون ستاره شرکت می کنند، کاملاً آزاد و منفرد اند. چنین مجموعه یی از ذرات چارج

دار (الکترون‌ها و هسته‌های تنها) را پلاسما می‌نامند. این ذرات در درجه حرارت بسیار بالا تا 10^8 درجه کلوین قرار دارند، با سرعت‌های بالا حرکت کرده و به دفعات با یک دیگر برخورد می‌کنند. در برخوردهای میان هسته‌یی ممکن است قوه دافعه‌ی کولمب بین هسته‌های با چارج مثبت مغلوب شود، به طوری که برخی از هسته‌ها که سریع‌تر حرکت می‌کنند و آنقدر به هم نزدیک می‌شوند که از طریق قوه‌های هسته‌یی برهم عکس‌العمل‌ها به احتمال زیاد رخ دهد. یک عکس‌العمل هسته‌یی که بر اساس افزایش حرکت حرارتی ذرات برهم عمل کننده، در حرارت بالا رخ می‌دهد که عکس‌العمل درجه حرارت هسته‌یی نامیده می‌شود. چرخه عکس‌العمل‌های درجه حرارت هسته‌یی که در خورشید و ستاره‌ها شبانه انرژی آزاد می‌کنند. چرخه پروتون - پروتون است که ذیلاً معرفی می‌شوند.

طی این چرخه تعاملات که شامل سه عکس‌العمل هسته‌یی مجزاست،

$$^1H + ^1H \rightarrow ^2H + \beta^+ + \nu$$
چهار پروتون همجوشیده می‌شوند و یک ذره‌ی الفا دو پوزیترون و دو نیوترون تولید می‌کنند. اولین عکس‌العمل در این چرخه، که در آن

$$^1H + ^2H \rightarrow ^3He + \gamma$$

$$^3He + ^3He \rightarrow ^4He + 2^1H \dots\dots\dots(6)$$
یک پوزیترون در برخوردهای دو پروتون آفریده می‌شود، دارای سطح مقطع بسیار کوچکی است.

این عکس‌العمل در قسمت داخلی خورشید به وقوع می‌پیوندد، زیرا در آن قسمت، درجه حرارت 10^7 درجه کلوین است. مقدار انرژی کلی این چرخه در حدود ۲۵ میگا الکترون ولت است، یعنی برای هر نکلیون (ذره) شرکت کننده در عکس‌العمل تقریباً ۶ میگا الکترون ولت انرژی آزاد می‌شود. چون در یک نوع عکس‌العمل انشقاق هسته‌یی ۲۰۰ میگا الکترون ولت انرژی آزاد می‌شود. (در یک عکس‌العمل انشقاقی، انرژی به اساس هر نوکلیون در حدود یک میگا الکترون ولت است.)

چیزی که باعث می‌شود رسیدن به فناوری همجوشی مشکل باشد، عدم علاقه‌ی هسته‌ی اتم‌ها به جوش خوردن با یکدیگر است. هسته‌ی اتم هایدروجن دارای یک پروتون است و بنا بر این چارج الکتریکی مثبت دارد. وقتی می‌خواهیم یک هسته‌ی اتم هایدروجن دیگر را به آن جوش بدهیم، به دلیل اینکه هر دو دارای چارج مثبت هستند، در برابر جوش خوردن مقاومت می‌کنند. تنها راه این است که به زور این کار را انجام دهیم و آنقدر درجه حرارت اتم‌ها را بالا ببریم که به پلاسما تبدیل شوند. اگر پلاسمایی با درجه حرارت بسیار بالا داشته باشیم، بعضی از هسته‌ها چنان محکم به یکدیگر برخورد می‌کنند که به یکدیگر جوش می‌خورند. برای انجام این حادثه، به حرارت و فشار خیلی زیادی احتیاج است. مشکل این جاست که ما بر روی زمین باید شرایط قسمت مرکزی خورشید را بازسازی کنیم. خورشیدی که کتله اش ۳۳۰ هزار برابر زمین است و درجه حرارت مرکز آن به ۱۷ میلیون درجه‌ی سانتیگراد می‌رسد. مشکل نخست این است که بر روی زمین به اندازه‌ی خورشید سوخت هایدروجن در اختیار نداریم، باید درجه حرارت را به ۱۰۰ میلیون درجه‌ی سانتیگراد برسانیم. مشکل دوم که ماده در شکل پلاسما رفتارهای عجیبی از خود نشان می‌دهد. پلاسما شکل چهارم ماده است نه مایع، نه جامد و نه گاز. وقتی پلاسما را در درجه حرارت و فشار خیلی زیاد قرار می‌دهیم، به شدت ناپایدار می‌شود. برای کنترل شرایط ناپایدار آن نیز از تجهیزات معمولی نمی‌توان استفاده کرد. به نوعی باید بر روی زمین یک ستاره ساخت. این کار به قدری چالش‌برانگیز است که بشر برای رسیدن به آن، باید پیچیده‌ترین فناوری تاریخ را بسازد.

مواد رادیو اکتیف

علاوه بر مواد رادیو اکتیف طبیعی بیش از هزاران رادیو ایزوتوپ های مصنوعی آن ها ساخته شده است. مواد رادیو اکتیف مصنوعی با تغییر نسبت اصلی نیوترون و پروتون در یک هسته پایدار با روش های مناسب به وجود می آیند. بیشتر مواد رادیو اکتیف که در عرصه طب مورد استعمال دارد به قسم مصنوعی و به طریقه های گوناگون تهیه می شوند. این مواد در اثر بمباران هسته های پایدار مورد نظر با نیوترون های هسته سریع و همچنین ذرات چارجدار پر سرعت به دست می آیند.

نیوترون ها در تولید مواد رادیو اکتیف مصنوعی نقش اساسی دارند و از تولید کننده های نیوترون و یا ریاکتور ها به دست می آیند. ذرات چارجدار بیشتر به وسیله تعجیل دهنده مانند تعجیل دهنده های خطی به دست می آیند. مانند:



به پاس خدمات شایان کیوری فرانسوی در عرصه رادیو اکتیویتی واحد مواد رادیو اکتیف را کیوری می نامند. علامت اختصاری آن C یا Ci است و یک کیوری مقدار ماده رادیو اکتیف است که در هر ثانیه اتم را تجزیه و متلاشی می نماید. واحد دیگری نیز وجود دارد که کمتر معمول است و آن را رادرفورد می نامند که عبارت از فعالیت عنصر رادیو اکتیف است. که در یک ثانیه 10^6 دگر گونی داشته باشد. واحد بزرگ تر از کیوری، کیلو کیوری، میگا کیوری می باشد که ذیلاً محاسبه می شوند:

$$1\text{ci} = 10^{-3}\text{kci} = 10^{-6}\text{Mci}$$

$$1\text{curie} = 10^{+3}\text{mci} = 10^6\mu\text{ci} = 10^9\text{nci}$$

واحد فعالیت منبع در سیستم SI بیکورل (Becquerel) است که با علامت اختصاری Bq نشان داده می شود که عبارت از اکتیویتی ماده یی است که تعداد دگرگونی آن در یک ثانیه ثابت باشد. بین کیوری و بیکورل رابطه ذیل وجود دارد:

$$1\text{ci} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$$

سوال ۱:- مددت زمانی که در آن نیم از هسته‌های رادیو اکتیف موجود در یک ماده‌ی رادیو اکتیف متلاشی می‌گردد به نام کدام مدت زمان یاد می‌شود؟

جواب سوال اول:- این مدت زمان را به نام نصف عمر تجزیه ماده رادیو اکتیف می‌نامند.

سوال ۲: کدام هسته ها را رادیو اکتیف می‌نامند؟

جواب سوال ۲:- هسته‌های سنگین که خود به خود متلاشی و تجزیه می‌شوند رادیو اکتیف گفته می‌شوند. عناصری که کتله اتمی آن از ۲۰۹ و نمبر اتمی آن از ۸۳ بالاتر باشد و به طور طبیعی رادیو اکتیف هستند.

سوال ۳: در تولید مواد رادیواکتیف مصنوعی کدام ذره نقش اساسی دارد؟

الف- پروتون ب- الکترون

ج- نیوترون د- هیچکدام

سوال ۴:- مواد رادیواکتیف طبیعی شامل کدام گروپ ها می‌باشد؟

جواب سوال ۴:- شامل چهار گروپ می‌باشد.

گروپ یورانیم ۳- گروپ اکتیوم

گروپ توریم ۴- گروپ نپتونیم

سوال ۵: $5Ci$ را به بیکیورل تبدیل کنید؟

جواب سوال ۵: طوریکه می‌دانیم بیکیورل $1Ci = 3.7 \times 10^{10} Bq$ است پس:

$$5Ci = 5 \cdot 3.7 \times 10^{10} Bq = 18.5 \times 10^{10} Bq$$

سوال ۶: مواد رادیواکتیف دارای کدام خاصیت عمده است؟

جواب سوال ۶: به صورت عموم تمام اشعه ناشی از مواد رادیو اکتیف دارای دو خاصیت عمده می‌باشد:

الف- خاصیت آیونیزیشن

ب- ایجاد برانگیخته‌گی

سوال ۷: مجموع پروتون‌ها و نیوترون‌های هسته (نمبرکتلوی) را به نام چه یاد می‌نمایند؟

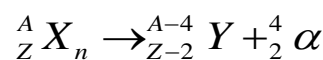
جواب سوال ۷:

الف- نکلئون‌ها ب- پوزیتون‌ها

ج- ایزوتوپ‌ها د- هیچکدام

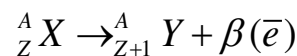
سوال ۸:- در صورت متلاشی شدن (خروج) ذره‌ی الفا از هسته عناصر رادیو اکتیف عدد کتله اتمی یک هسته (A) به اندازه‌ی چند واحد کمتر می‌گردد؟

جواب سوال ۸:- در صورت متلاشی شدن اشعه الفا (هسته هلیوم 4_2H_e) هسته‌ی یک عنصر جدید است که با آزاد شدن انرژی حرکتی ذره الفا و هسته‌ی جدید (Y) از هسته اولی (X) مانند تعامل زیر ظاهر می‌شود.



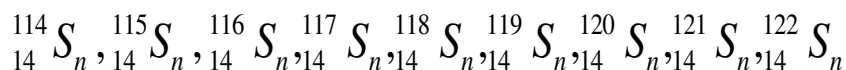
سوال ۹:- در صورت خروج اشعه بیتا در هسته اتم یک نیوترون به پروتون تبدیل شده Z و n هر کدام چند واحد تغییر می‌کند؟

جواب سوال ۹:- برای اولین بار خروج اشعه بیتا (ذرات الکترون‌ها) توسط بیکیورل مشاهده گردید که در آن یک نیوترون به پروتون تبدیل می‌گردد n و Z یک واحد تغییر می‌کند اما در A کدام تغییر نمی‌آید. که معادله این عملیه قرار ذیل می‌باشد:



سوال ۱۰:- قلعی بیش از هر عنصر دیگر ایزوتوپ پایدار دارد، عدد کتله‌وی این ایزوتوپ‌ها عبارت اند از ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۲، ۱۲۴ سمبول‌های این ایزوتوپ‌ها را تعیین کنید؟

جواب سوال ۱۰:



سوال ۱۱:- در پروسه تعامل هسته‌یی ${}^{235}U$ در حدود چند نوع پارچه یا محصول مختلف متلاشی شده تولید می‌شود؟

الف- ۱۰ نوع

ب- ۹۰ نوع

ج- ۱۳۰ نوع

د- ۹۰۰ نوع

سوال ۱۲:- جملات ذیل را به دقت خوانده خانه های خالی آن را با کلمات مناسب پر نمایید؟

قدرت نفوذ اشعه گاما بسیار زیاد است برای جلوگیری از نفوذ آن از فلزاتی مانند (**سرب و تنگستن**) استفاده می شود.

اشعه گاما نوعی از امواج الکترومقناطیس است که طول موج آن بسیار (**کوتاه**) است و (**از ۱ تا ۰.۰۱**) انگستروم تغییر می کند.

طیف انرژی اشعه گاما، هم مانند ذرات الفا (**مونوانرژتیک**) است.

به پاس خدمات شایان کیوری فرانسوی در عرصه مواد رادیو اکتیفتی، واحد مواد رادیو اکتیف را (**کیوری**) می نامند.

سوال ۱۳:- اشعه گاما و اشعه رونتگن از هم چه فرق دارند؟

جواب سوال ۱۳:- مهمترین تفاوت اشعه گاما با اشعه ایکس در این است که منشاء تولید اشعه ایکس یک

واکنش اتمی است در حالی که منشاء تولید اشعه گاما یک تجزیه هسته ای می باشد و دیگری این که طیف اشعه گاما نسبت با اشعه ایکس به هم نزدیک تر و متر مرکزی باشد طیف اشعه گاما بالا تر از منطقه از اشعه ایکس قرار دارد.

سوال ۱۴:- جملات ذیل را به دقت خوانده در مقابل جمله درست حرف (ص) و در مقابل جمله غلط حرف (غ) را بنویسید.

ذره الفا شامل دو نیوترون و دو پرتون است، بنابراین می توان گفت که اشعه الفا از جنس هسته هلیوم است (ص).

الکترون ها به مدار های تقسیم می شوند که هر قدر از هسته دور تر می شوند انرژی شان کاهش می یابد. (غ)

در بین عناصر عناصری وجود دارد که نمبر کتلوی شان با هم مساوی اما نمبر اتمی شان مختلف می باشد این عناصر به نام ایزوبار یاد می شوند. (ص)

در هسته های سنگین تعداد پروتون ها بسیار زیاد از تعداد نیوترون ها است. (غ)

سوال ۱۵:- عناصریکه نمبر کتلوی یشان با هم مساوی اما نمبر اتمی شان مختلف باشد به کدام نام یاد می شود.

الف- ایزوبار ب- ایزو توپ ج- رادیو اکتیف د- هیچکدام

سوال ۱۶:- خواص کیمیای عناصر مربوط به:

الف- نمبر اتمی آن است ب- مربوط به نمبر کتلوی آن است ج- مربوط به تراز های انرژی آن است د- هیچکدام

سوال ۱۷:- یک اتم دارای چند جز اصلی می باشد؟

جواب سوال ۱۷:- یک اتم دارای دو جز اصلی می‌باشد:

هسته سنگین که تقریباً تمام اتم را تشکیل می‌دهد.

فضای برقی که در اطراف هسته وجود دارد، که در آن ذرات کوچک و سبک به نام الکترون با سرعت فوق العاده زیاد به دور هسته در حرکت بوده و هرگز به هسته سقوط نمی‌کند.

سوال ۱۸:- در تولید مواد رادیو اکتیف مصنوعی کدام یکی از ذرات ذیل نقش اساسی دارد

الف- نیوترون **ب-** پروتون **ج-** الکترون **د-** پزیترون

سوال ۱۹- اشعه بیتا دارای کدام نوع طیف می‌باشد؟

الف- طیف خطی **ب-** طیف متمادی **ج-** طیف مونوکروماتیک **د-** طیف خطی

سوال ۲۰- اشعه الفا مربوط به کدام عنصر است؟

الف - هایدروجن **ب-** نایدروجن **ج-** هلیوم **د-** یورانیوم

منابع:

کتاب رهنمای تدرسی فزیک معلمین نشرات تربیه معلم و معینت انکشاف نصاب تعلیمی تربیه معلم و مرکز ساینس.

شبکه ملی مدارس رشد.

شبکه ملی تبیان.

شبکه ملی دانشنامه آزاد.

مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

www.ddl.af



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

