

اجزای ماده و ضد ماده

نویسنده: مهدی حسن نیا

مدرسه ی شهید بهشتی اهواز

تاریخ: ۱۳۹۳/۸/۴

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ
الرَّحِيمِ

فهرست

۱. چکیده (صفحه ۳)
۲. اهداف (صفحه ۴)
۳. مقدمه (صفحه ۵)
۴. نظرات یونانیان باستان درباره مواد (صفحه ۵)
۵. مفهوم عنصر (صفحه ۶)
۶. نظریات اتمی دانشمندان (صفحه ۶)
۷. نظریات رادرفورد (صفحه ۸)
۸. مدل اتمی بور (صفحه ۹)
۹. جیمز چادویک (صفحه ۱۰)
۱۰. تعریف کلی اتم (صفحه ۱۰)
۱۱. ذرات زیر اتمی (صفحه ۱۰)
۱۲. تعریف ایزوتوب (صفحه ۱۳)
۱۳. توضیحات اولیه درباره پاد ماده ها (صفحه ۱۴)
۱۴. اجزای پاد ماده ها (صفحه ۱۷)
۱۵. شگفتی های آفرینش (صفحه ۱۷)
۱۶. منابع (صفحه ۱۸)

به نام خدا

اجزای ماده و ضد ماده

چکیده

پس از انفجاری به نام بیگ بنگ همه ی مواد موجود در جهان (اتم ها) بوجود آمدند. یونانیان باستان نظراتی درباره اتم ها ارائه می دادند. ارسطو معتقد بود چهار عنصر آب، خاک، آتش و هوا عناصر سازنده ی جهان هستی هستند. بعد از او دموکریت اولین نظریات منطقی را ارائه کرد. برای مثال او گفت که همه ی مواد موجود در جهان از ذره های ریز و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند اما با وجود مهم بودن این نظریات نارسایی هایی نیز در آن ها وجود داشت. بعد از دموکریت، دالتون یک مدل ارائه کرد که در آن اتم مانند کره ای تو پر بود و همین نارسایی هایی را مطرح کرد مانند پدیده ی الکترولیز، فرق یون با اتم خنثی، پرتو کاتدی و... . تامسون مدل اتمی کیک کاشمی و یا همان هندوانه ای را ابداع کرد. او همچنین عنوان کرد الکترون ها در بیرون از هسته ی اتم و پروتون ها درون هسته ی اتم قرار دارند. او همچنین خنثی بودن اتم را نیز مطرح کرد. رادرفورد نیز نظریاتی درباره مثبت بودن بار هسته ی اتم، جرم اتم به دلیل وجود پروتون ها و همچنین فضا های خالی درون اتم مطرح کرد. بعد از او بور یکی از کامل ترین مدل های اتمی را مطرح کرد. نظریات او عبارتند از: الکترون ها در مدار هایی معین با انرژی هایی معین به دور هسته می چرخند، الکترون های برانگیخته ناپایدارند. جیمز چادویک نیز نوترون را کشف کرد. به ذره های تشکیل دهنده مواد که در یونانی به معنای ناگسستگی است اتم می گویند. اتم ها خود نیز از سه ذره ی کوچک تر به نام های پروتون، نوترون و الکترون تشکیل شده اند.

الکترون با بار منفی در بیرون از هسته در حال گردش به دور هسته است. الکترون ها جز گروه لپتون ها هستند. پروتون ها و نوترون ها (با عمر متوسط ۹۱۸ ثانیه) درون هسته قرار دارند و بار های آن ها به ترتیب مثبت و خنثی است و بخش اعظم از جرم اتم را تشکیل داده اند. ایزوتوپ به اتم هایی گفته می شود که دارای پروتون های مساوی و نوترون های نامساوی هستند. نیروی هسته ای باعث شکافت هسته ای و در نتیجه تولید انرژی زیادی می شود. پاد ماده (ضد ماده) دارای همان جرم نسبت به اتم های معمولی هستند اما تفاوت مهم آن ها در بار های اجزای تشکیل دهنده ی شان است. برای مثال الکترون دارای بار منفی است اما پوزیترون (پاد الکترون) بار مثبت دارد به همین ترتیب پروتون دارای بار مثبت است اما پاد پروتون دارای بار الکتریکی منفی است اما نوترون ها همیشه خنثی هستند. در سال ۱۹۳۲ پوزیترون در اتاق ابر ویلسون کشف شد. نابودی نوترون با پاد نوترون و نابودی پاد پروتون ها با پروتون ها باعث تولید پی مزون ها می شود. لازم به ذکر است تماس پاد ماده با ماده باعث نابودی هر دو می شود.

اهداف:

آشنایی با مفهوم ماده و پاد ماده- درک ذرات درون اتمی- آشنایی با

ایزوتوپ ها و نیمه عمر

پس از انفجاری به نام بیگ بنگ^۱، مواد جهان هستی بوجود آمدند. در این حین ضد ماده نیز بوجود آمد. در ابتدای پیدایش انسان ها، آن ها نمی توانستند از مواد اطراف خود استفاده های بهینه کنند. اما با گذشت مدت زمان طولانی انسان نوین می تواند از مواد اطراف خود بهترین استفاده را ببرد، به گونه ای که مواد اطراف ما تقریباً در همه کار های روزمره کاربرد دارند. امروزه انسان ها در پی کشف ساختار و خواص مواد اطراف شان هستند تا بتوانند مواد جدیدی بسازند، از آن ها استفاده کرده و به پیشرفت علم کمک کنند و در نتیجه زندگی انسان ها را راحت تر سازند.

نظریات یونانیان باستان درباره ی مواد

تالس دانشمندی یونانی بود که عقیده داشت آب عنصر سازنده ی مواد جهان هستی است. یکی دیگر از دانشمندان یونان باستان ارسطو بود. او عقیده داشت که چهار عنصر آب، خاک، آتش و هوا عناصر سازنده ی جهان هستی هستند

مفهوم عنصر

رابرت بویل تعریف جدیدی درباره ی عنصر ها مطرح کرد. او نظریات تالس و ارسطو را رد کرد و تعریف خود را از عناصر چنین توصیف کرد،

^۱. Big bang

عنصر ها موادی هستند که نمی توان آن ها را تجزیه کرده و به مواد ساده تری تبدیل کرد.

نظریات اتمی دانشمندان

نظریات اتمی زیر ساخت های شیمی نوین هستند. دموکریت (دموکریتوس) اولین دانشمندی بود که نظریات اتمی را مطرح کرد. بعد از او دانشمندی به نام دالتون تعریف مناسب و درستی درباره ی تجزیه و ساده کردن اتم ها را توضیح داد. او نظریات خود را چنین توصیف کرد:

۱- همه ی عناصر جهان هستی از چیز های بسیار کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده اند و هر نوع عنصری دارای اتم های متفاوتی است.

۲- در طی فرایند های شیمیایی نه اتمی بوجود می آید و نه اتمی از بین می رود.

۳- ترکیب های شیمیایی نتیجه ی ترکیب دو یا چند نوع عنصر مختلف هستند.

اما یکی از نظریات اتمی دالتون با نارسایی هایی همراه بود. دالتون در تعریف اتم ها گفته بود که اتم ها ذره های تجزیه ناپذیری هستند. دالتون اتم را مانند کره ای تو پر توصیف می کرد. برای همین نمی توانست بعضی از موضوعات را تعریف کند. بعضی از این موضوعات در زیر آمده اند:

۱- پدیده ی برقکافت (الکترولیز)

۲- فرق یون با اتم خشتی

۳- پدیده ی ایزوتوپی

۴- پرتوزایی و واکنش های هسته ای

۵- پرتو کاتدی

۶- مفهوم ظرفیت در عنصر های گوناگون

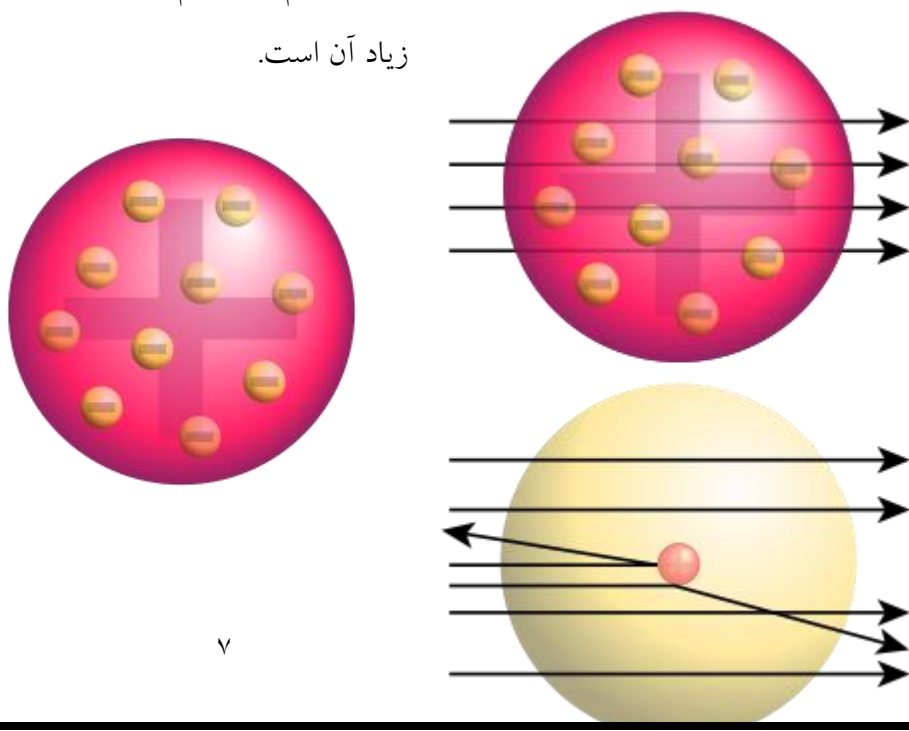
۷- پیوند یونی.

پس از دالتون، تامسون نظریات خود را مطرح کرد. او توانست با لامپ پرتو کاتدی به وجود ذره های زیر اتمی پی ببرد. او پس از کشف نخستین ذره زیر اتمی یعنی الکترون ساختاری برای اتم پیشنهاد کرد:

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

۲- اتم در مجموع خنثی است پس تعداد بار مثبت با مجموع بار های منفی الکترون ها برابر است.

۳- جرم زیاد اتم به علت وجود الکترون های بسیار زیاد آن است.



مدل اتمی تامسون به کیک کشمشی و هندوانه ای معروف است.

بعد از تامسون رادرفورد مدل اتمی درست تری نسبت به دانشمندان قبل از خود ارائه داد.

رادرفورد آزمایش ورقه طلا را انجام داد. در ابتدا او ذرات آلفا را به یک ورقه ی نازک طلا تاباند و دید که مقدار بسیار کمی از این ذرات بازتاب می شوند. او نتیجه گرفت که بیشتر فضای اتم خالی است اما در مرکز آن جرم اتم یعنی هسته قرار دارد که همین هسته باعث بازتاب ذرات آلفا می شوند.

نظریات رادرفورد

- ۱- اتم کروی شکل بوده، دارای ساختار ذره ای است.
- ۲- اتم هسته ی کوچکی دارد که بیشتر جرم اتم در آن قرار دارد.
- ۳- هسته ی اتم به علت وجود پروتون های مثبت دارای بار الکتریکی مثبت است.
- ۴- اتم خنثی است یعنی به اندازه ی الکترون های منفی، پروتون های مثبت در آن وجود دارند.
- ۵- بیشتر حجم اتم را فضای خالی تشکیل می دهد مثل استادیوم فوتبال که در آن یک توپ کوچک مثل هسته اتم بوده وکل فضای استادیوم مثل فضای اتم است.

بعد از رادرفورد بور (بوهر) نظریه ای کامل تر و بهتر ارائه کرد. مدل اتمی بور تا حدی شبیه مدل اتمی رادرفورد است اما با این تفاوت که در مدل بور الکترون های منفی در مدارهای مشخص دور هسته حرکت می کنند.

مدل اتمی بور

۱- الکترون ها مانند سیاراتی هستند که به دور خورشید می چرخند. الکترون ها در مدارهایی مشخص (تراز) به دور هسته در حال چرخش اند. او هر تراز انرژی را با حروف (K, L, M, N, O, ...) یا بایک عدد (۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ...) نمایش می داد.

۲- انرژی الکترون ها با فاصله ی آن ها از هسته ی اتم رابطه ی مستقیم دارد.

۳- الکترون ها می توانند در فاصله های معین و ثابتی از هسته ی اتم ها باشند و فقط می توانند مقدار معینی از انرژی را بپذیرند. ۴

۴- با دادن مقدار انرژی معینی به الکترون ها می توان آن ها را از حالت پایه (ترازی با مقدار انرژی کم) به حالت برانگیخته (ترازی با مقدار انرژی بالا) انتقال داد. ۵

۵- الکترون های برانگیخته ناپایدارند از این رو می توانند با از دست دادن مقدار انرژی ای که به دست آورده اند به حالت پایه برگردند.

پس از بور، شرودینگر نظریه ی اتمی او را بهبود بخشید.

در سال ۱۹۲۶ شرودینگر بر مبنای حرکت دوگانه ی الکترون ها (حرکات موجی و ذره ای) دریافت که نباید حرکت الکترون ها را محدود به یک مدار دایره ای شکل کرد. او فهمید همان طور که برای پیدا کردن یک جسم در فضا به سه عامل طول، عرض و ارتفاع لازم است برای همین برای پیدا کردن اوربیتال های اتمی به سه عدد کوانتومی نیاز است.

جیمز چادویک

با وجود پیش بینی های رادرفورد در سال ۱۹۲۰ مبنی بر وجود ذره ای خشتی (نوترون) در اتم، جیمز چادویک آن را در سال ۱۹۳۲ کشف کرد. جیمز چادویک توانست با بمباران کردن ذرات اتم های لیتیم، بور و بریلیم بوسیله ی ذرات آلفا و گسیل پرتو ها به وجود ذراتی خشتی (نوترون) در اتم پی ببرد.

تعریف کلی اتم

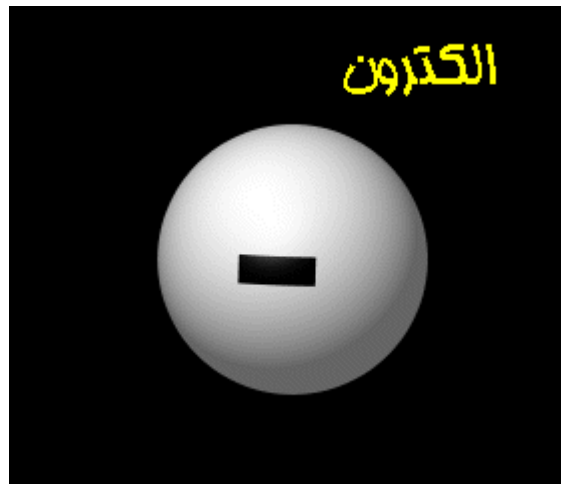
اتم (atom) کوچک ترین ذره ی سازنده ی مواد گوناگون است که در زبان یونانی مفهوم ناگسستگی دارد. یونانیان باستان فکر می کردند که اتم غیر قابل تجزیه شدن است در صورتی که امروزه میدانیم اتم به سه جز اصلی یعنی پروتون، الکترون و نوترون تشکیل شده است. که پروتون و نوترون خودشان از کوارک های بالا و پایین ساخته شده اند ولی الکترون ذره ای بنیادی است.

ذرات زیر اتمی

۱- الکترون

الکترون (e) به یونانی به معنی کهرباست که رنگ زرد مایل به قهوه ای است. این ذره دارای بار الکتریکی منفی است. جرم بسیار کمی دارد و به دو هسته می چرخد. الکترون ها از ذراتی مانند کوارک که ماده ی تشکیل دهنده ی پروتون ها و نوترون هاست تشکیل نشده است. بنابراین الکترون ها را به طور کلی ذره های بنیادی می نامند. الکترون ها جز خانواده فرمیون ها و گروه لپتون ها (به معنای ریز و سبک) هستند. الکترون ها در واکنش های

ضعیف، الکترومغناطیسی و گرانشی شرکت می کنند. آن ها به دلیل داشتن مکانیک کوانتومی مرتبط با ذره و موج می توانند به ذرات دیگر برخورد کنند و مانند نور پراش شوند. بیشتر الکترون ها در پدیده ی بیگ بنگ ساخته شدند اما می توان آن ها را بوسیله ی واپاشی بتای ایزوتوپ های رادیو اکتیو نیز تولید کرد.



۲- پروتون

پروتون (P) یکی دیگر از ذرات زیر اتمی است که در درون هسته قرار دارد و بخش زیادی از جرم اتم به دلیل وجود پروتون است. به طوری که جرم آن ۱۸۳۶ برابر جرم یک الکترون است. واژه ی پروتون در زبان یونانی به معنی نخستین است. بر طبق نظریه ی وحدت بزرگ پروتون ها بعد از اتمام عمرشان یا به پيون ۰ تبدیل می شوند و تبدیل به پوزیترون (یکی از ذرات پادماده) می گردد. پروتون که ذره ای با بار الکتریکی مثبت است را جوزف تامسون در آزمایشگاه خود دیده بود ولی سرانجام رادرفورد در سال ۱۹۱۱ در آزمایشگاهش توانست با بمباران کردن نیتروژن توسط ذرات آلفا با

پروتون روبرو شود. همچنین او اسم این ذره را به عنوان هسته ی اتم هیدروژن می دانست. تا سال ۱۹۲۰ رادرفورد به این نتیجه رسید که این ذرات، ذرات بنیادی هستند و نام آن ها را پروتون به معنای اولین گذاشت.



۳- نوترون

نوترون (n) یکی از ذرات زیر اتمی است که در زبان یونانی به معنای خنثی است. این واژه از ریشه نوترال در زبان یونانی گرفته شده است. این ذره زیر اتمی بدون بار (بار خنثی) است. پروتون ها به دلیل بار الکتریکی مثبت هم دیگر را دفع می کنند در این صورت باید ذره ای به نام نوترون وجود داشته باشد که بتواند این پروتون ها را در پیش هم نگه دارد در غیر این صورت پروتون ها از هسته خارج و باعث شکافت هسته ای می شدند. نوترون ها ذره هایی ناپایدارند و عمر متوسط آن ۹۱۸ ثانیه است. به واپاشی این ذره ی زیر اتمی واپاشی بتا می گویند. با وجود اینکه رادرفورد در سال ۱۹۲۰ وجود ذره ای خنثی را درون هسته فهمیده بود اما جیمز چادویک در سال ۱۹۳۲ نوترون را کشف کرد و به همین دلیل جایزه نوبل را دریافت کرد. برای اولین

بار در سال ۱۹۳۲ ذرات آلفا در هسته ی اتم بریلیم گیر افتاد، هسته کربن تولید شد و نوترون گسیل گردید.

ایزوتوپ ها و پرتوزایی

هر عنصر بعدی در فهرست عناصر یک پروتون بیشتر از عنصر قبل از خود دارد. تعداد پرتون های هسته همان عدد اتمی است. هسته هر عنصر خاص می تواند تعداد نوترون های متفاوتی داشته باشد. گرچه هسته هر اتم هیدروژن حاوی یک پروتون است اما برخی از هسته های هیدروژن علاوه بر پروتون یک نوترون هم دارند. در مواردی نادر، هسته هیدروژن علاوه بر پروتون می تواند دو نوترون هم داشته باشد که به آن هیدروژن پرتوزا می گویند.

تعریف ایزوتوپ

اتم ها با تعداد پروتون مساوی و نوترون های نامساوی را ایزوتوپ های یک عنصر می نامند.

توضیحاتی درباره ایزوتوپ ها

معمولی ترین ایزوتوپ هیدروژن هیدروژن با ۱ نوترون است. یکی دیگر از ایزوتوپ های هیدروژن نیز دوتریم است با ۲ نوترون که در آب سنگین وجود دارد. سنگین ترین ایزوتوپ هیدروژن پرتوزاست و عمری به قدری طولانی دارد که جز شناخته شده ای از آب موجود در جو است و ترتیم

خوانده می شود. مقدار تریتم موجود در طبیعت بسیار کم است اما جالب است بدانید که این ایزوتوپ پرتوزا در سطح ماه فراوان یافت می شود.

نیروی هسته ای

بین پروتون های دارای بار مثبت که نزدیک هم در هسته قرار دارند دافعه الکتریکی شدیدی وجود دارد. نیروی قوی تری نیز موسوم به نیروی هسته ای در هسته وجود دارد. این نیروی جاذبه هم نوترون ها و هم پروتون ها را به هم پیوند می دهد. نیروی هسته ای بسیار پیچیده تر از نیروی الکتریکی است.

پرتوزایی

در عناصر ناپایدار زمانی که تعداد پروتون ها $2/5$ تعداد نوترون ها باشد نوترون ها نمی توانند این مجموعه ی درون اتمی را در حالت پایدار نگه دارند در نتیجه هسته ی اتم شکافته می شود و همچنین انرژی بسیار زیادی تولید می گردد.

نیمه عمر

آهنگ واپاشی پرتوزای هر عنصر را برحسب زمان مشخص موسوم به نیمه عمر اندازه می گیرند. نیمه عمر زمانی است که طول می کشد تا نصف مقدار ایزوتوپ پرتوزای اولیه واپاشد. برای مثال نیمه عمر رادیم 226 برابر 1620 سال است. یعنی نصف هر نمونه معین رادیم 226 در پایان 1620 سال به عناصر دیگر تبدیل می شود.

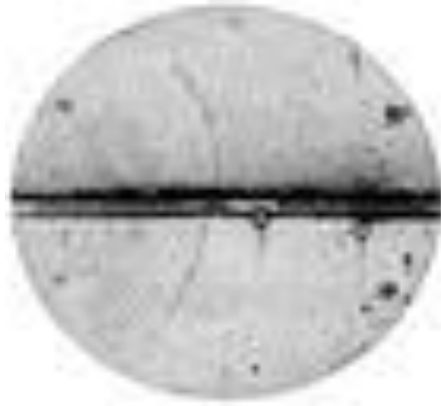
توضیحات اولیه در مورد پادماده (ضدماده)

ما در قسمت قبلی با بحث اتم و اجزای آن آشنا شدیم و فهمیدیم که همه ی مواد از ذرات بسیار کوچکی به نام اتم ساخته شده اند. اما همه ی مواد ماده نیستند. بعضی از آن ها ضد ماده هستند. پل دیراک اولین کسی بود که ایده پاد ماده را مطرح کرد. اما آرتور شوستر نخستین بار در سال ۱۸۹۸ اصطلاح پادماده را وضع کرد. جالب است بدانید که نه تنها پوزیترون ، پاد پروتون و پاد نوترون وجود دارند بلکه آنتی کوارک ها نیز وجود دارند.

تعریف کلی پادماده

پادماده (Antimatter) مانند ماده از ذراتی تشکیل شده است که این ذرات با هم متفاوت اند. اتم دارای پروتون (با بار مثبت)، الکترون (با بار منفی) و نوترون است. اما در مورد پادماده این طور نیست. در پادماده این بار های الکتریکی ذرات زیر اتمی برعکس می شود یعنی در پادماده یک پوزیترون (الکترون با بار مثبت) و یک پاد پروتون با بار منفی وجود دارد.

نمایی از پاد ماده



اجزای پادماده

۱- پوزیترون

پوزیترون یکی از اجزای تشکیل دهنده ی پادماده است. در واقع پوزیترون همان الکترون با بار الکتریکی مثبت است. تفاوت پوزیترون و الکترون در بار الکتریکی آن هاست اما از نظر های دیگر به هم شبیه اند. برای مثال پوزیترون و الکترون هر دو دارای جرمی یکسان هستند و هم چنین پوزیترون همانند الکترون ذره ای بنیادی است و از کوارک ها ساخته نشده است. فیزیک دانان ذرات پوزیترون را پاد ماده الکترون می دانند.

کشف پوزیترون

در سال ۱۹۳۲ وجود پوزیترون کشف شد. این کشف بوسیله اتاق ابر ویلسون به دست آمد. در این اتاقک میدان مغناطیسی رد باریکی از یک ذره تک بار و همچنین هم جرم با الکترون دیده شد که در جهتی متناظر با بار مثبت منحرف می شد.

۲- پاد پروتون

پاد پروتون یکی از اجزای تشکیل دهنده پادماده است. در واقع پاد پروتون همان پروتون ولی با بار الکتریکی منفی هستند. پاد پروتون در اثر بمباران یک ماده با پروتون های پر انرژی که کمتر از ۶ هزارمیلیون الکترون ولت انرژی نداشته باشد ایجاد می شود.

۳- پاد نوترون

پاد نوترون نیز یکی از اجزای تشکیل دهنده پادماده است. جالب است بدانید چون نوترون بار الکتریکی خنثی دارد پادنوترون نیز دارای بار الکتریکی خنثی است برعکس پوزیترون و پاد پروتون. پاد نوترون در اثر برخورد با یک پروتون و یا یک نوترون نابود می شود. و همچنین باید دانست نابودی پروتون با پاد پروتون و همچنین نوترون با پاد نوترون معمولا سبب تولید پی مزون می شود.

شگفتی های آفرینش

جالب است بدانید نه تنها پوزیترون، پاد پروتون و پاد نوترون وجود دارند بلکه بعضی دیگر از پادماده ها وجود دارند مانند ضد هلیوم ۴. هلیوم در شرایط عادی دارای ۲ پروتون و ۲ نوترون دارند اما ضد هلیوم ۲ پاد پروتون و ۲ پاد نوترون دارد.

حال که فهمیدیم این همه شگفتی نه تنها در ساختار مواد بلکه در کل جهان هستی وجود دارد حتما برایمان سوالاتی هم پیش می آید که از این سوالات می توان به این موارد اشاره کرد:

۱- چرا بعد از بیگ بنگ و تشکیل جهان هستی پادماده ی کمتری نسبت به ماده بوجود آمد؟

۲- آیا ذراتی کوچک تر از کوارک ها نیز وجود دارند؟

۳- ذات پادماده چیست؟

والبته هزاران هزار سوال که ذهن دانشمندان را به خود مشغول کرده است و با هر کشفی سوالات بیشتری برای شان ایجاد می شود.

دل هر ذره را که بشکافی آفتابیش در میان بینی

منابع:

- هیوئیت پل جی. فیزیک مفهومی. ترجمه رهبر م. چاپ سوم، تهران: انتشارات فاطمی، ۱۳۹۰.

- ویکی پدیا. پادماده. <http://fa.wikipedia.org/wiki>

- ویکی پدیا. فیزیک هسته ای. <http://fa.wikipedia.org/wiki>

- دانشنامه رشد. پادماده <http://daneshnameh.roshd.ir>

- دانشنامه رشد. اتم <http://daneshnameh.roshd.ir>