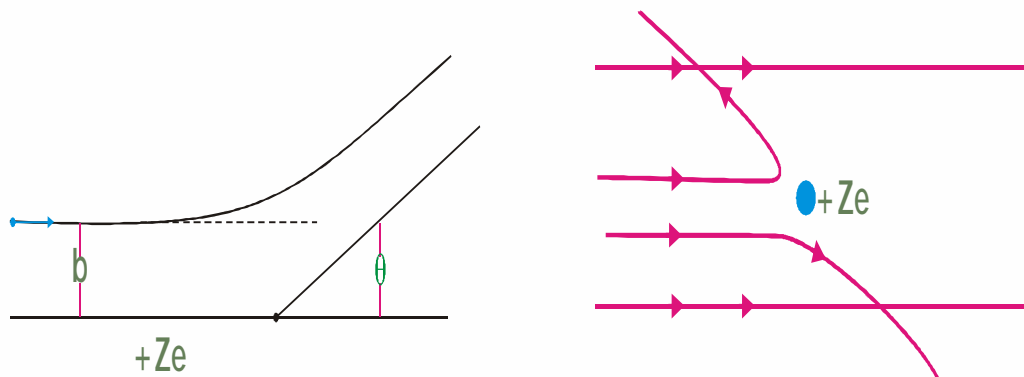


محاسبات

موقعی که رادرفورد این آزمایش را برای اولین بار انجام می داد، می دانست که ذرات a عبارتند از هسته اتم هلیم و یا اتم هلیم دو مرتبه یونیزه شده، با جرم اتمی 4 و عدد اتمی 2 و نیز توانست به کمک روش انحراف مغناطیسی (اسپکتروگراف جرم) سرعت ذرات a را اندازه بگیرد. بنابراین برایش تعجب آور بود که ذره ای به سرعت $V = 1/6 \times 10^9 \text{ cm/s}$ و جرم اتمی 4، انحرافی به این اندازه متحمل شود. لذا با خود گفت که اتم بایستی مرکز تجمع بارهای الکتریکی زیادی باشد؛ زیرا الکترون با جرم ناچیز خود کوچکترین اثری بر روی ذره a نداشته و نمی تواند سبب انحراف آن شود.

مضافاً مشاهده این امر که فقط تعداد محدودی از ذرات a بشدت منحرف شده اند به او اجازه داد که فرض کند، نیروی الکتریکی و جرم بسیار زیادی در ناحیه بسیار کوچکی از حجم اتم متمرکز شده است، (امروزه ثابت شده که دانسیته هسته اتم حدود 10^{14} گرم بر سانتی متر مکعب است). عدم انحراف اغلب ذرات به علت دور بودن از این ناحیه می باشد. بنابراین، بر خلاف آنچه که تامسون فکر می کرد، اتم باید ساختمانی غیر یکنواخت داشته باشد و با خود گفت چون الکترونهاى اتم در حجمی به شعاع 10^{-8} سانتی متر وجود دارد. لذا بارهای الکتریکی مثبت اتم باید در هسته ای بینهایت کوچک و در مرکز با جرمی بسیار زیاد متمرکز شده باشند. رادرفورد فرض کرد که نیروی بین ذره a و هسته اتم باید از قانون کولمب (قانون دافعه کولمبی) پیروی کند و نشان داد که مسیر ذره آلفای منحرف شده نیز باید یک هذلولی به زاویه q

باشد که عبارتست از زاویه خارجی مجانب هذلولی و مربوط است به اشتباه در هدف گیری که آن را پارامتر خطا در مسیر نیز گویند و به b نمایش می دهند.



مسیر ذرات a در حین عبور از کنار هسته ای به بار $+Ze$

همانطور که از شکل استنباط می شود، مقدار زاویه q نسبت عکس با مقدار b دارد. هر چه b کوچکتر باشد زاویه انحراف بزرگتر و زمانی که b برابر صفر است، زاویه انحراف برابر با 180° درجه می باشد، یعنی ذره a درست در جهت عکس مسیر اولیه خود منحرف می شود. در این حالت رادرفورد نتیجه گرفت و گفت که انرژی جنبشی اولیه ذره برابر با انرژی پتانسیل حاصله از نیروی دافعه کولمبی است. نیروی دافعه کولمبین بین ذره a و هسته اتم هدف برابر است با:

$$F = \frac{zZe^2}{r^2}$$

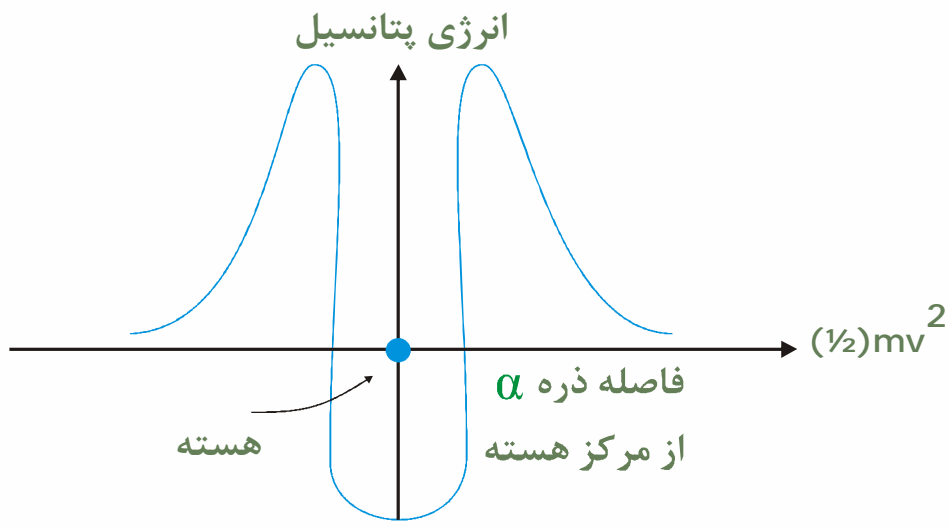
که در آن z عدد اتمی ذره a و Z عدد اتمی هسته هدف (مثل طلا) و r فاصله بین پرتو a و هسته اتم طلا و e واحد بار الکتریکی ($4/8 \times 10^{-10} \text{esu}$) است. در حالتی که مسیر ذره a عمود بر هسته اتم هدف یعنی $b=0$ باشد، به تدریج که ذره به هسته نزدیک می شود، r کوچک و در نتیجه نیروی کولمبین بیشتر شده و در اثر این نیرو انرژی جنبشی ذره a رفته رفته کم می شود ولی بر عکس به تدریج به انرژی پتانسیل آن افزوده خواهد شد.

در فاصله ای برابر با r_0 انرژی جنبشی ذره a برابر صفر و بر عکس انرژی پتانسیل ذره ماکزیمم مقدار خود را خواهد داشت، یعنی انرژی پتانسیل حاصله از دافعه کولمبین بر روی ذره a درست برابر با انرژی جنبشی اولیه این ذره شده و همین امر به رادرفورد اجازه داد که فرمولی به صورت زیر بنویسد:

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{zZe^2}{r_0}$$

شکل زیر افزایش انرژی پتانسیل ذره a را در موقع نزدیک شدن به هسته بر حسب r نشان می دهد.





سد پتانسیل هسته در مقابل ورود یا خروج ذره a

اگر انرژی جنبشی ذره a بیشتر از انرژی پتانسیل حاصله از دافعه کولمبین باشد، a به هسته برخورد کرده یا وارد در هسته می شود و یا از آن می گذرد. در این حال می گوییم که قانون کلمب نقض گردیده است. ولی اگر انرژی جنبشی ذره a کمتر و یا برابر با انرژی پتانسیل حاصله از دافعه کولمبی باشد، ذره a تا فاصله ای برابر با r_0 به هسته نزدیک و سپس بر می گردد. بنابراین در حالتی که ذره a ، 180 درجه از مسیر اولیه خود منحرف شده می توانیم بگوییم که انرژی جنبشی اش در لحظه ای که به فاصله r_0 رسیده صفر و انرژی پتانسیلی برابر با $\frac{ZZe^2}{r_0}$ کسب کرده که بلافاصله این انرژی پتانسیل تبدیل به انرژی جنبشی می شود و ذره a را به عقب می راند یعنی، در واقع r_0 عبارت است از مینیمم فاصله ای که پرتو a می تواند به هسته اتم هدف نزدیک شود. رادرفورد پیشنهاد کرد که می توان r_0 را به عنوان مبدأ شعاع هسته ای در نظر گرفت. یک ذره a حاصل از تجزیه رادیوم (^{226}Ra) دارای 4/78 میلیون الکترون ولت انرژی جنبشی است. یعنی :

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2 = 4/78 \times 10^6 eV$$

که بر حسب ارگ (*erg* واحد انرژی است در سیستم *cgs* است) برابر است با :

$$\frac{1}{2} mV^2 = 4/78 \times 10^6 \times 1/6 \times 10^{-12} = 7/65 \times 10^{-6} \text{ ارگ}$$

اگر عدد اتمی هدف مشخص باشد با استفاده از رابطه رادرفورد می توان به سهولت مقدار r_0 را

محاسبه نمود. به عنوان مثال، اگر هدف صفحه نازکی از فلز روی (*Zn*) به عدد اتمی 30 باشد، شعاع تقریبی

هسته اتم روی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{zZe^2}{r_0} \Rightarrow r_0 = \frac{zZe^2}{E_c}$$

$$r_0 = \frac{2 \times 30 \times \left(4/8 \times 10^{-10}\right)^2}{7/65 \times 10^{-6}} = 1/80 \times 10^{-12} \text{ cm}$$

چون ذره *a* می تواند به فاصله 10^{-12} سانتیمتری هسته برسد و باز با نیروی دافعه کولمبی منحرف

شود، بنابراین، شعاع هسته اتم باید کوچکتر و یا حداقل برابر با 10^{-12} سانتیمتر باشد.

آزمایشهای دیگری با ذرات *a* که انرژی جنبشی آنها بیشتر بوده و به سوی هدفهایی از عناصر سبکتر

پرتاب شده اند. نشان میدهد که اگر ذرات به فاصله $0/8 \times 10^{-12}$ سانتیمتری برسند، دافعه کولمبی ویا به

عبارت دیگر سه پتانسیل هسته شکسته می شود. این تجارب به ما اجازه می دهد که واحد شعاع هسته را

10^{-12} سانتیمتر بدانیم.

شبکه رشد = شبکه ملی مدارس ایران



www.ShimiPedia.ir

Olympiad.irshd.ir