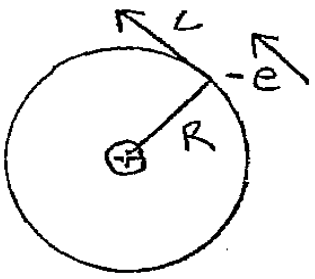
Fig. 8



$$ma_R = \frac{mv^2}{R} = \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_o R^2} \qquad (24)$$

حيث v سرعة الإلكترون المدارية حول النواة و m كتلة الإلكترون و e شحنته و Ze شحنة النواة.
ومن تعريف كمية الحركة الزاوية L للإلكترون في مداره حول النواة فإن :

$$L = mvR \qquad (25)$$

ومن هاتين المعادلتين فإن السرعة هي

$$v = \frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_o L} \qquad (26)$$

والتسارع المركزي هو

$$a_R = \frac{v^2}{R} = \left(\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_o L}\right)^2 \left(\frac{mZe^2}{4\pi\varepsilon_o L^2}\right)$$

$$= \left(\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_o}\right)^3 \frac{m}{L^4} \qquad (27)$$

وطبقاً للنظرية الكهرومغناطيسية فإن الطاقة التي يشعها الجسيم المشحون المتسارع خلال وحدة الزمن تساوي القدرة P وتعطى بالعلاقة

$$P = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_o}\frac{2a_R^2}{3c^3}$$

$$= \frac{m^2e^2}{4\pi\varepsilon_o}\frac{2}{3c^3}\left(\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_o}\right)^6 \frac{1}{L^8} \qquad (28)$$

حيث c سرعة الضوء في الفراغ . ليكن τ هو الزمن اللازم لكي يشع الإلكترون كامل طاقته وعندها يصطدم بالنواة . هذه الطاقة عبارة عن طاقة الإلكترون الحركية وتتحول إلى طاقة مغناطيسية P خلال الزمن τ أي أن

$$P\tau = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (30)$$

وباستخدام العلاقات 28 و24 يمكن الوصول إلى علاقة للزمن τ كالآتي

$$\tau = \frac{3}{4}\frac{1}{z}\left(\frac{4\pi\varepsilon_O mc^2}{e^2}\right)^2 \frac{R^3}{c}$$

$$= \frac{3}{4}\frac{1}{Z}\frac{R^3}{cr_e^2} \qquad (31)$$

حيث عرفنا نصف قطر الإلكترون الكلاسيكي r_e بالعلاقة

$$r_e = \left(\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_O mc^2}\right) \qquad (32)$$

وتعطي الكمية r_e بدلالة ثوابت أساسية ويمكن حساب قيمتها بسهولة فنجد

$$r_e = 2.82\,fm \qquad (33)$$

وبمعرفة r_e والثوابت الأخرى يمكن الآن حساب الزمن τ في المعادلة 31. فإذا افترضنا ان الإلكترون يدور حول نواة الهيدروجين (Z=1) في مدار نصف قطره $R=10^{-10}\,m$ فبالتعويض في 31 نحصل على

$$\tau \approx \pi \times 10^{-10}\,s \quad !!! \qquad (34)$$

أي أن الإلكترون سوف يصطدم بنواة الهيدروجين بعد حوالي $\pi\times10^{-10}$ ثانية من بدء الإشعاع الكهرومغناطيسي. ويعد هذا قصورا كبيرا في نموذج رذرفورد لأنه يخالف الواقع فالإلكترون لايصطدم أبدا بالذرة والذرة لاتنهار بل هي مستقرة كما رأينا سابقا.

كل هذه الأمور وغيرها تشير إلى أن نموذج رذرفورد رغم نجاحه إلا أنه غير كامل ولابد من تعديله حتى يمكن تفسير أكبر قدر من الظواهر الفيزيائية. وسنرى في الفصل القادم كيف قادت تلك الاعتبارات السابقة إلى نموذج بور للذرة والذي يعد امتدادا وتطويرا لنموذج رذرفورد.