

En 1909 Geiger et Marsden ont dirigé un faisceau de particule α (noyaux d'Hélium, ${}^4\text{He}^{2+}$) sur une cible constituée par une feuille mince d'or. Cette expérience, aussi appelée expérience de Rutherford, leur a permis de réfuter le modèle de Thomson de l'atome qui considérait que les électrons étaient plongés dans une soupe de charge positive faisant de l'atome un objet d'environ 10^{-10} m.

I. Pouvez vous donner les différents modèles de l'atome ?

Nous considérons une particule α incidente à une vitesse v_0 et d'une cible. La cible est supposée suffisamment fine pour que la particule α n'interagisse qu'avec un seul noyau. On note β l'angle de diffusion.

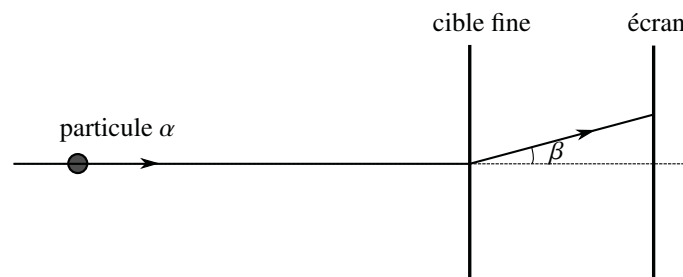


Figure 1 - Schéma de l'expérience

Dans la suite du sujet, nous considérerons que les électrons de l'atome n'affectent pas la trajectoire des particules α .

- II. Le système constitué de la particule α et des charges positives Ze de l'atome est-il dans un état lié ou dans un état de diffusion ?
- III. L'étude d'un système constitué de deux corps se fait dans le référentiel du centre de masse \mathcal{R}^* qui correspond au référentiel lié au centre de masse G du système constitué des deux corps. G est défini par

$$m_1 \overrightarrow{GM}_1 + m_2 \overrightarrow{GM}_2 = \vec{0}$$

1. Montrer que le référentiel du centre de masse \mathcal{R}^* du système $\{\alpha, \text{noyau}\}$ est un référentiel galiléen.
2. Montrer que l'on peut considérer que le référentiel \mathcal{R}^* peut être assimilé au référentiel \mathcal{R} centré sur le noyau. Nous ferons le reste de l'étude dans \mathcal{R} .

La particule α repéré par le point M , arrive avec une vitesse v_0 d'une position située à une distance infinie du noyau repéré au centre de masse G . On appelle b , le paramètre d'impact correspondant à la distance entre la trajectoire initiale de la particule α et l'axe (Gx) . On travaille dans le repère polaire représenté ci-dessous :

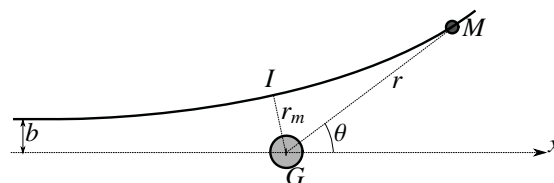


Figure 2 - Repère polaire, on note I , la position de la particule α pour laquelle la distance $r = r_m$ est minimale

- IV. En utilisant les propriétés des mouvements à force centrale, montrer que le mouvement est plan.
Déterminer alors l'expression de la distance minimale d'approche r_m . Pour alléger les calculs on pourra poser $K = \frac{Ze^2}{2\pi\epsilon_0 r_m}$.
- V. En partant du principe fondamental de la dynamique, exprimer $\tan\left(\frac{\beta}{2}\right)$ en fonction des paramètres de l'expérience.
- VI. Lors de l'expérience, Geiger et Marsden ont envoyé des particules α d'énergie 5 MeV et de masse $m = 6,6 \cdot 10^{-27}$ kg sur une feuille d'or ($Z = 79$). Les résultats obtenus sont cohérents pour des angles de diffusion inférieurs ou égaux à 90° . Expliquez que l'expérience montre que le modèle de Thomson de l'atome est invalidé.