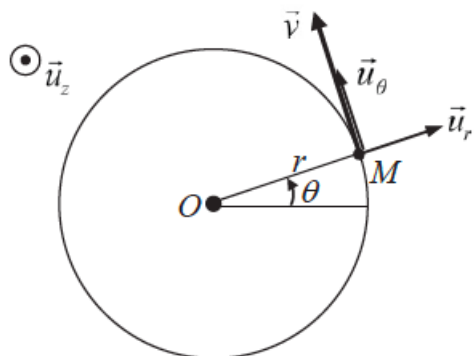


D'après écrit CCP MP

Dans le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène, l'électron (vu comme ponctuel en M) tourne autour du proton (ponctuel et supposé immobile en O) en décrivant une orbite circulaire de rayon $r = OM$. On note \vec{u}_z le vecteur unitaire normal au plan de l'orbite. L'électron est repéré par ses coordonnées polaires (r, θ) . L'interaction gravitationnelle entre l'électron et le proton est négligée.



1. Rappeler l'expression de la force électrique exercée par le proton sur l'électron.
2. Par l'application du théorème de la quantité de mouvement, déduire la norme v de la vitesse de l'électron en fonction entre autres du rayon r de l'orbite.
3. Rappeler l'expression de l'énergie potentielle électrostatique E_p de l'électron. Montrer que l'énergie cinétique E_c de l'électron vérifie : $E_c = -E_p/2$.
4. Exprimer la norme L du moment cinétique en O de l'électron en fonction de r, m_e, e, ε_0 .

En 1913, Bohr a postulé que L est un multiple entier de \hbar en posant $L = n\hbar$, où n est un entier naturel strictement positif et où $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ est la constante de Planck réduite. Pour de tels états du modèle de Bohr, dits stationnaires, l'électron, en mouvement circulaire uniforme, bien qu'accélééré, ne rayonne pas d'énergie.

5. De l'égalité $L = n\hbar$, déduire que la relation de quantification du rayon r_n de l'orbite caractérisée par l'entier n s'écrit sous la forme $r_n = a_B n^2$ avec a_B le rayon de Bohr, qu'on exprimera en fonction de $m_e, e, \varepsilon_0, \hbar$.
6. En déduire que l'énergie mécanique E_n de l'électron vaut $E_n = -R_y/n^2$, avec R_y la constante énergétique de Rydberg.
7. Quelle est la signification du rayon de Bohr ?

Donner la valeur de a_B en picomètres et celle de R_y en électron-volts.

8. Donner le module de la vitesse v_n de l'électron sur l'orbite caractérisée par l'entier n . On l'exprimera en fonction de n, R_y, m_e .

Donner la valeur numérique de v_1 . Le mouvement de l'électron vous semble-t-il relativiste ? Justifier.

Données :

charge élémentaire $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C

masse de l'électron $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg

permittivité diélectrique du vide $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F.m⁻¹

constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s.