

Inversion de la molécule d'ammoniac.

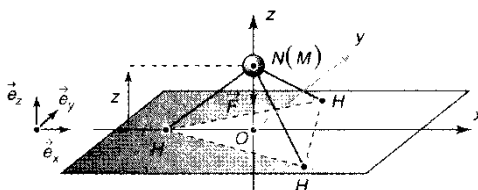
Dans un modèle simplifié de la molécule d'ammoniac NH_3 , les trois atomes d'hydrogène H forment la base d'une pyramide dont l'azote N de masse m occupe le sommet.

Les trois atomes d'hydrogène sont fixes dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen

$\mathcal{R}_g(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ et définissent le plan (Oxy) .

L'atome d'azote est en mouvement suivant l'axe (O, \vec{e}_z) perpendiculaire au plan des atomes d'hydrogène.

Il peut passer de part et d'autre de ce plan et sa cote est notée z .



Le champ de pesanteur est négligeable pour décrire cette structure atomique et la résultante des forces électromagnétiques qui s'exercent sur l'atome d'azote N supposé ponctuel est : $\vec{F} = -\alpha z(z^2 - a^2)\vec{e}_z$.

Les constantes α et a sont positives.

1. L'origine de l'énergie potentielle est choisie en $z = O$. De quelle énergie potentielle E_p la force \vec{F} dérive-t-elle ?
Après avoir effectué une étude de la fonction $E_p(z)$, la représenter graphiquement lorsque z varie de $-\infty$ à $+\infty$.
2. Déterminer les positions d'équilibres de l'atome d'azote. Préciser le caractère stable ou instable de ces positions.
3. Une énergie $\Delta E \leq \frac{1}{4}\alpha a^4$ est cédée au système au moment où l'atome d'azote est dans la position d'équilibre stable $z_{\text{éq}} = a$. Montrer graphiquement que l'atome d'azote va osciller entre deux valeurs limites z_1 et z_2 .
Déterminer l'expression de l'énergie mécanique de l'atome d'azote en $z = z_{\text{éq}} + \varepsilon = a + \varepsilon$.
Déterminer la fréquence f des petites oscillations à partir de la conservation de l'énergie mécanique.
4. Que se passe-t-il si l'énergie cédée ΔE est supérieure à $\frac{1}{4}\alpha a^4$?