
Exercice. Action d'une onde électromagnétique sur un atome (Mines-Ponts 2023).

Une onde électromagnétique interagit avec une vapeur atomique.
Le champ électrique de l'onde s'écrit, en notation complexe :

$$\vec{E} = E_0 \exp[-j(\omega t - kz)] \begin{vmatrix} 1 \\ j \\ 0 \end{vmatrix}$$

Chaque atome de la vapeur est décrit avec le modèle suivant : les électrons de masse m et de charge $-e$ sont liés aux noyaux, supposés fixes. Si \vec{r} représente leur écart par rapport à une situation sans champ, la force attractive exercée par le cœur (noyaux + autres électrons) sur un électron est $-m\omega_0^2\vec{r}$, ω_0 étant la pulsation d'absorption.

L'électron est par ailleurs soumis à une force de « frottement » $-\frac{m}{\tau}\dot{\vec{r}}$, où τ est un temps caractéristique.

Il est enfin soumis à la force exercée par l'onde électromagnétique.

- 1) S'agit-il d'une onde plane ? Quelle est sa polarisation ? Quelle hypothèse est nécessaire pour que l'on puisse négliger la partie magnétique de la force de Lorentz ? (on fera cette hypothèse par la suite)
- 2) Montrer que le déplacement \vec{r} de l'électron peut se mettre sous la forme $\vec{r} = \alpha \vec{E}$; on explicitera α .
- 3) Calculer la puissance moyenne $\langle P \rangle$ cédée par le champ électromagnétique à l'atome.
- 4) Calculer le moment moyen $\langle \vec{M} \rangle$ qu'exerce le champ sur l'atome.
- 5) En déduire le moment cinétique d'un photon absorbé.