

ACTION DE L'ONDE ÉVANESCENTE SUR UN ATOME À DEUX NIVEAUX D'ÉNERGIE

Dans la suite du problème, on s'intéressera au modèle à 2 niveaux d'énergie ϵ_1 et ϵ_2 ($\epsilon_1 < \epsilon_2$) de l'atome. C'est-à-dire que l'atome est soit dans son niveau fondamental d'énergie ϵ_1 , soit dans le seul état excité possible, d'énergie ϵ_2 .

Quelle doit être la fréquence d'une onde électromagnétique envoyée sur l'atome supposé immobile et dans son état fondamental pour passer à l'état excité ? Cette fréquence est appelée fréquence de résonance de l'atome.

A quel phénomène important pour la compréhension de l'effet LASER assistera-t-on si on excite l'atome avec une onde électromagnétique de fréquence égale à celle calculée juste avant ?

A.4.b Les forces de Van der Waals attirent l'atome sur une surface, il faut donc créer un potentiel répulsif qui renverra l'atome. Dans cette question, on se propose d'étudier l'effet du champ évanescent sur l'atome. Les atomes tombent sur la surface supérieure du prisme étudié en début de problème (question A.1), et subissent l'effet du champ évanescent créé par le LASER.

On suppose que l'atome à 2 niveaux est soumis à l'onde évanescente de la question A.2. On pose ω_p la pulsation de résonance de l'atome. On admet qu'en présence du champ évanescent \mathbf{E}' , l'atome se comporte comme un dipôle électrique de moment dipolaire \mathbf{P} avec $\mathbf{P} = a \cdot (\omega_p - \omega) \cdot \mathbf{E}'$; où ω est la pulsation du champ évanescent et a une constante positive.

Que représente $a \cdot (\omega_p - \omega)$?

Sachant que l'énergie potentielle d'interaction E_{dip} d'un dipôle électrique induit \mathbf{P} placé dans un champ électrique \mathbf{E} est $E_{\text{dip}} = -(1/2)\mathbf{P} \cdot \mathbf{E}$. En déduire l'énergie d'interaction de l'atome avec le champ évanescent (on ne considérera pas la partie propagative en $e^{j(kx - \omega t)}$). On l'écrira sous la forme $E_{\text{dip}} = U_0 \cdot \exp(-2z/L)$. Préciser les expressions de L et U_0 .

A quelle condition sur la fréquence de l'onde aura-t-on un potentiel répulsif ?

Sur un même graphique, tracer l'allure du potentiel de Van der Waals, l'allure de l'énergie potentielle dipolaire, et la somme des 2, dans le cas où U_0 est très grand devant A/L^3 .

A.5 NÉCESSITÉ DE TRAVAILLER AVEC DES ATOMES FROIDS

Dans cette question, on néglige la force de Van der Waals. On supposera que le LASER utilisé nous permet d'avoir $U_0 = 10^{-25}$ J. On se propose de faire rebondir des atomes de Rubidium (masse molaire de 85,5g/mol) sur le miroir.

Quelle est la vitesse limite des atomes à ne pas dépasser si on veut qu'ils rebondissent sur le prisme avant d'atteindre la surface ?