

Un microscope à force atomique (AFM en anglais) est composé d'un micro-levier flexible, dont les déviations permettent de mesurer des forces à l'échelle du nanonewton. Il peut être modélisé par un oscillateur harmonique vertical de masse $m = 10^{-10} \text{ kg}$ et de constante de raideur $k = 4 \text{ N/m}$. On souhaite caractériser les fluctuations thermiques de cet AFM

1) Rappeler son énergie mécanique et sa pulsation propre. Estimer l'ordre de grandeur des effets quantiques

2) La position z fluctue. Evaluer $\langle z \rangle$ et $\langle z^2 \rangle$

3) On modifie maintenant l'AFM en fixant à son extrémité une sphère de rayon $a = 10 \text{ } \mu\text{m}$ et de densité $\rho = 10 \text{ g/cm}^3$. Donner l'énergie E_{mod} de l'oscillateur ainsi modifié, puis calculer la nouvelle position moyenne $\langle z \rangle$. Commenter le résultat.

4) On définit $\delta z = z - z_{\text{eq}}$. Calculez $\langle \delta z^2 \rangle$. Conclusion