

Mini-test de physique générale I – Sections IN, SC et MA

A rendre à la séance d'exercices du 09–10 novembre 2017

version 1

Mini-test 3 : Le piège à atomes

On considère un atome de masse m dont l'énergie mécanique totale est fixée et égale à E . Cet atome est capturé dans un piège constitué d'un ensemble d'électro-aimants. Dans un repère cartésien (x, y, z) , défini tel que l'axe z est vertical dirigé vers le haut, l'énergie potentielle de l'atome situé à la position (x, y, z) s'écrit sous la forme suivante :

$$V(x, y, z) = \frac{1}{2}m\alpha_{\perp}^2(x^2 + z^2) + \frac{1}{2}m\alpha_y^2y^2,$$

où α_{\perp} et α_y sont des constantes. Dans ce problème, on néglige la pesanteur.

- a) Quelle est la dimension (l'unité) des constantes α_{\perp} et α_y ?
- b) Calculer la norme de la vitesse de l'atome lorsqu'il passe au centre du piège en $(x, y, z) = (0, 0, 0)$.
- c) Déterminer la force appliquée par le piège sur l'atome. En appliquant la deuxième loi de Newton, écrire les équations du mouvement de l'atome.
- d) On considère maintenant un atome passant par le centre du piège en $(x, y, z) = (0, 0, 0)$ à l'instant $t = 0$. Ecrire la solution des équations du mouvement dans les deux cas suivants :
 - cas 1) la vitesse $\vec{v}(t = 0)$ est orientée selon \hat{e}_y
 - cas 2) la vitesse $\vec{v}(t = 0)$ est orientée selon \hat{e}_x
- e) On considère maintenant une trajectoire passant par le point $(x_0, 0, 0)$ en $t = 0$, avec une vitesse orientée suivant l'axe y . Déterminer v_y en $t = 0$, et calculer la trajectoire (équation horaire) de l'atome selon les trois coordonnées $x(t)$, $y(t)$, et $z(t)$. Quelles sont les valeurs possible pour la coordonnée x_0 ?