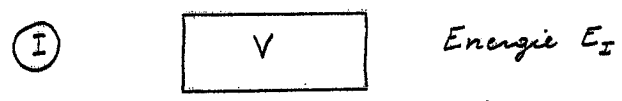


Mélange ou séparation? T.296

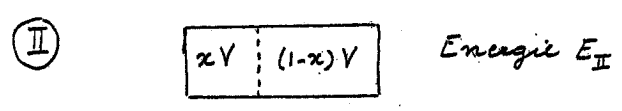
Si  $g_{12}$  était beaucoup plus grand que  $g_1$  et  $g_2$ , on conçoit que les 2 condensats auraient tendance à se séparer pour minimiser les interactions 1↔2

Dérivation de la condition de séparation pour un système homogène

2 états possibles



2 condensats mélangés  
 N atomes  $|1\rangle$  dans V  
 N atomes  $|2\rangle$  dans V



2 condensats séparés  
 N atomes  $|1\rangle$  dans xV  
 N atomes  $|2\rangle$  dans (1-x)V

Calcul de  $E_I$  T.297

$$E_I = \frac{1}{2} g_1 \frac{N^2}{V} + \frac{1}{2} g_2 \frac{N^2}{V} + g_{12} \frac{N^2}{V}$$

$$= \frac{N^2}{2V} (g_1 + g_2 + 2g_{12})$$

Calcul de  $E_{II}$

$$E_{II} = \frac{1}{2} g_1 \frac{N^2}{xV} + \frac{1}{2} g_2 \frac{N^2}{(1-x)V} = \frac{N^2}{2V} \underbrace{\left[ \frac{g_1}{x} + \frac{g_2}{1-x} \right]}_{G(x)}$$

La valeur optimale de x est celle qui minimise G(x)

$$\frac{dG}{dx} = -\frac{g_1}{x^2} + \frac{g_2}{(1-x)^2} = 0 \rightarrow g_1(1-x)^2 = g_2 x^2$$

$$\rightarrow x = \frac{\sqrt{g_1}}{\sqrt{g_1} + \sqrt{g_2}} \quad (1-x) = \frac{\sqrt{g_2}}{\sqrt{g_1} + \sqrt{g_2}}$$

$$G(x) = \sqrt{g_1}(\sqrt{g_1} + \sqrt{g_2}) + \sqrt{g_2}(\sqrt{g_1} + \sqrt{g_2})$$

$$= (\sqrt{g_1} + \sqrt{g_2})^2 = g_1 + g_2 + 2\sqrt{g_1 g_2}$$

$$E_{II} = \frac{N^2}{2V} [g_1 + g_2 + 2\sqrt{g_1 g_2}]$$

On en déduit  $E_I - E_{II} = \frac{N^2}{V} [g_{12} - \sqrt{g_1 g_2}]$

- ① Si  $g_{12} > \sqrt{g_1 g_2}$   $E_I > E_{II}$  Séparation
- ② Si  $g_{12} < \sqrt{g_1 g_2}$   $E_I < E_{II}$  Mélange

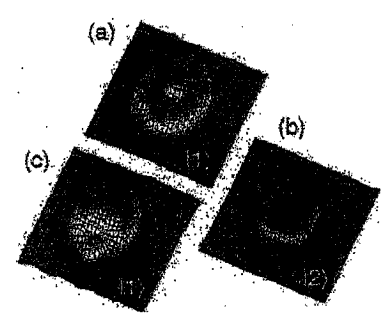
Revenons aux 2 condensats  $|1\rangle$  et  $|2\rangle$  dans un piège T.298

Comme  $g_{12}$  est très voisin de  $\sqrt{g_1 g_2}$  pour  $87Rb$ , l'état du système sera très sensible aux symétries des 2 pièges

- Si les 2 potentiels  $V_1$  et  $V_2$  sont identiques, le fait que  $g_1 > g_2$  peut favoriser une structure où le condensat 1 est au pourtour du condensat 2 pour diminuer sa densité
- Un déplacement des centres des 2 pièges peut favoriser par contre une séparation verticale plutôt que radiale
- Ces 2 types de structure ont été observés

Exemple d'image des 2 condensats T.299

Figure extraite de la référence 4



- (a) Image du condensat  $|1\rangle$  formant un anneau  
Forme de cratère
- (b) Image du condensat  $|2\rangle$  au centre du cratère précédent
- (c) Déplacement des centres des pièges conduisant à un déplacement du condensat  $|1\rangle$  vers le haut