

Une autre méthode pour préparer un mélange de 2 condensats

T-292

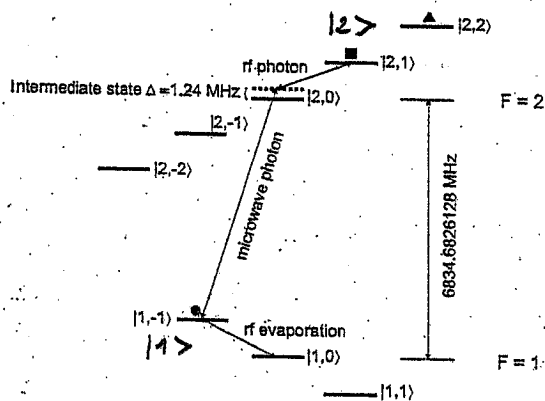


Figure extraite de la référence 2

Une transition à 2 photons (microonde + radiofréquence) permet de passer de l'état $|1\rangle = |F=1, m=-1\rangle$ à l'état $|2\rangle = |F=2, m=2\rangle$

On part d'un condensat dans $|1\rangle$ après refroidissement évaporatif

Couplage de Rabi effectif entre $|1\rangle$ et $|2\rangle$
Impulsions $\pi/2, \pi \dots$

Diverses études possibles

T-293

① Après l'impulsion microonde - RF, on peut préparer un état initial contenant des proportions choisies des condensats $|1\rangle$ et $|2\rangle$

Comme les 2 condensats peuvent être détectés séparément et qu'ils ne se transforment pas spontanément l'un dans l'autre, on peut les considérer comme 2 fluides discernables

Quelle est leur dynamique sous l'effet des interactions ?

② L'impulsion crée une certaine phase relative entre les 2 condensats

Un instant T après, une 2^{ème} impulsion peut fournir un signal d'interférence sensible à la nouvelle valeur de la phase relative.

Quelle est l'évolution de la phase relative entre les 2 condensats ?

Etude de la dynamique

T-294

Etat initial

Après avoir préparé un condensat $|1\rangle$, une impulsion très brève peut préparer

- soit un condensat $|2\rangle$ (impulsion π)
- soit une superposition linéaire de $|1\rangle$ et $|2\rangle$ (impulsion $\pi/2$)

Si l'impulsion est très brève, la fonction d'onde initiale du condensat $|1\rangle$, $\Phi_0(\vec{r})$, ne change pas. Seul l'état de spin change

Impulsion π : $|1\rangle \rightarrow |2\rangle$

Impulsion $\pi/2$: $|1\rangle \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle + |2\rangle)$

Paramètres sur lesquels on peut jouer

En réglant le champ magnétique, en utilisant la gravité et certaines caractéristiques du piège TOP (voir Ref.), on peut faire en sorte que les centres des 2 pièges pour $|1\rangle$ et $|2\rangle$ soient

- soit confondus
- soit légèrement décalés verticalement (voir référence 2)

Evolution après l'impulsion

T-295

- Equations de Gross-Pitaevskii couplées

$$\begin{cases} i\hbar \dot{\Phi}_1 = \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V_1 + g_1 |\Phi_1|^2 + g_{12} |\Phi_2|^2 \right] \Phi_1 \\ i\hbar \dot{\Phi}_2 = \left[-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V_2 + g_2 |\Phi_2|^2 + g_{21} |\Phi_1|^2 \right] \Phi_2 \end{cases}$$

$$g_i = \frac{4\pi\hbar^2}{m} a_i \quad g_{ij} = \frac{4\pi\hbar^2}{m} a_{ij} \quad a_{ij} = a_{ji}$$

Equations qui conservent les nombres N_1 et N_2 d'atomes dans chaque condensat

- Etude à partir de ces équations de la structure de l'état fondamental et des premiers états excités

- Pour ^{87}Rb , la coïncidence entre a_s et a_r entraîne que

$$g_1 \approx g_2 \approx g_{12}$$

De manière plus précise

$$g_1 : g_{12} : g_2 = 1.03 : 1 : 0.97$$