

4.10 Interférométrie atomique

Note historique. Les premières interférences d'atomes sont obtenues en 1991 par plusieurs groupes presque simultanément : Carnal et Mlynek (fentes d'Young avec de l'hélium métastable), Keith, Ekstrom, Turchette et Pritchard (réseaux nanofabriqués), Riehle, Bordé et leurs collègues (franges de Ramsey-Bordé) et Kasevich et Chu (impulsions Raman stimulées). L'interféromètre de Kasevich et Chu sert en 1999 à mesurer l'accélération de la pesanteur avec une précision relative de l'ordre de $3 \cdot 10^{-9}$ (Peters, Chung et Chu).

Des atomes froids en chute libre reçoivent trois impulsions laser $\pi/2 - \pi - \pi/2$ séparées de T : elles jouent le rôle de séparatrice, de miroir et de recombineur d'un Mach-Zehnder atomique. Le déphasage dû à la pesanteur est

Gravimètre atomique

$$\Delta\varphi = k_{\text{eff}} g T^2, \quad k_{\text{eff}} \simeq 2k \quad (54)$$

Pour $\lambda = 780 \text{ nm}$ et $T = 0,1 \text{ s}$, $\Delta\varphi \simeq 1,6 \cdot 10^6 \text{ rad}$: une mesure de phase à 10^{-3} près donne g à 10^{-9} près en valeur relative. Applications : gravimétrie, gradiométrie, mesure de constantes fondamentales, gyromètres atomiques.

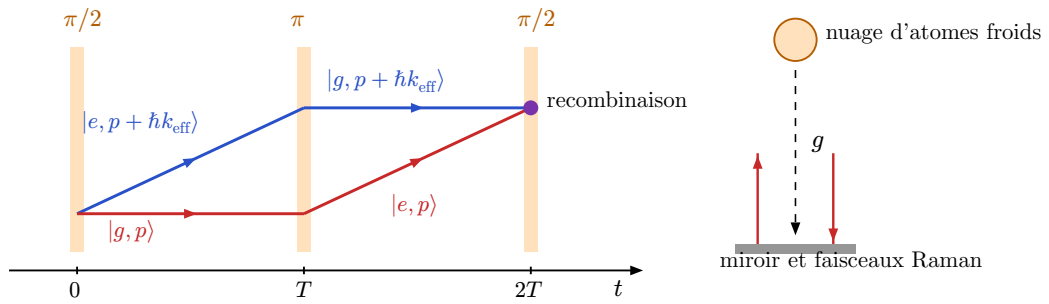


Fig. 41. – Gravimètre atomique à trois impulsions $\pi/2 - \pi - \pi/2$. À gauche : diagramme espace-temps dans le référentiel en chute libre, où les deux bras (bleu et rouge) se séparent puis se recombinaient. À droite : le nuage d'atomes froids tombe dans les faisceaux Raman verticaux, qu'un miroir renvoie. La phase mesurée est $\Delta\varphi = k_{\text{eff}} g T^2$.

Pour aller plus loin. M. Kasevich et S. Chu, *Physical Review Letters* 67, 181 (1991) ; A. D. Cronin, J. Schmiedmayer et D. E. Pritchard, *Reviews of Modern Physics* 81, 1051 (2009).