Jean Petit[?]
17/4/2014

Cohérence   Décohérences
Cohérences   Incohérence

Sur les divers usages de ces mots.

1er usage :
- lumière : si elle n'est pas cohérente, il n'y a pas d'interférence.

Considérons une matrice densité $\rho = \begin{pmatrix} \diagdown & \times \\ \times & \diagdown \end{pmatrix}$.

$\langle\psi|A|\psi\rangle$ = moyenne de la grandeur A dans l'état ψ :
$= \mathrm{tr}(\rho A)$

$\rho = \rho_\psi = P_\psi$. ρ a une signification statistique.

$P_\psi \varphi = (|\psi\rangle\langle\psi|)\varphi = |\psi\rangle . \langle\psi|\varphi\rangle$.

Ce sont les états purs.

Etats non purs : $\mathrm{tr}(\rho A) = \eta(A)$.

Considérons une préparation d'états (p_i, ψ_i)

Calcul de moyenne : $\rho = \sum p_i \rho_{\psi_i}$

Ex de 2 :
$$\left.\begin{aligned} \rho &= \underset{|\alpha_1|^2}{\underset{\shortparallel}{p_1}} \rho_{\psi_1} + \underset{|\alpha_2|^2}{\underset{\shortparallel}{p_2}} \rho_{\psi_2} \\ \psi &= \sqrt{p_1}\psi_1 + \sqrt{p_2}\psi_2 \\ &= \alpha_1\psi_1 + \alpha_2\psi_2 \end{aligned}\right\}$$
"cohérent" parce qu'il y a superposition d'états

$$\rho_\psi = |\psi\rangle\langle\psi| = |\alpha_1|^2 |\psi_1\rangle\langle\psi_1| + |\alpha_2|^2 |\psi_2\rangle\langle\psi_2|$$
$$+ 2\,\mathrm{Re}\, \alpha_i \overline{\alpha_j} |\psi_i\rangle\langle\psi_j| \quad \}$$ termes d'interférence.

et $M_{\rho_\psi} = \begin{pmatrix} |\alpha_1|^2 & \alpha_1\overline{\alpha_2} \\ \overline{\alpha_1}\alpha_2 & |\alpha_2|^2 \end{pmatrix}$

termes de cohérence

populations

$\underbrace{a \otimes \alpha}_{\text{dans le système } S} + \underbrace{b \otimes \beta}_{\text{dans le système } \Sigma}$

Il y a des traces partielles.

Il y a un hic dans tout cela : le choix de la base.

Si $\psi = \alpha_1\psi_1 + \alpha_2\psi_2$ avec $\psi_1 \perp \psi_2$, on a décohérence.

Pb : cela dépend de la base.

Or ψ se décompose selon n'importe quelle base.

$\rho = \begin{pmatrix} \ddots & * \\ * & \ddots \end{pmatrix}$ et hermitien : sur une certaine base de $|x_i\rangle$, $\rho = \begin{pmatrix} p_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & p_n \end{pmatrix}$

populations $\sum p_i = 1$

Y a-t-il ici décohérence ?

Alors ρ s'écrit de beaucoup de manières :

$$\rho = \sum p_i \rho_{\psi_i} = \sum q_i \rho_{\varphi_i}$$

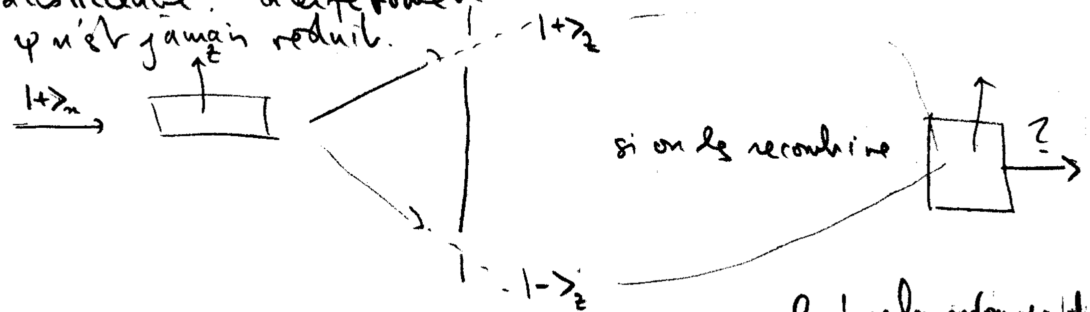
En fait, il faut que la base ait un sens physique dans le dispositif étudié.

pas de postulat de projection. Le ψ se ramène à un ρ_ψ.

Lesley Ballentine : statisticienne : interféromètre à deux trous.

Le ψ n'est jamais réduit.

Stern-Gerlach :



en fait cela redonne $|+\rangle_x$!

$\frac{1}{\sqrt{2}}|+\rangle_z + \frac{1}{\sqrt{2}}|-\rangle_z$

Interféromètre à neutrons

Qu'est-ce qui sort ? $\rho = \frac{1}{2}|+\rangle_z\langle+|_z + \frac{1}{2}|-\rangle_z\langle-|_z$

ou

$|u\rangle = \frac{1}{2}e^{i\alpha}|+\rangle_z + \frac{1}{2}e^{i\beta}|-\rangle_z$, u dans le plan xy

expérimentalement, c'est le 2e cas qui a lieu.

17/4/2024

$\underbrace{\psi_+(\underline{x})}_{\text{onde spatiale}}\ \underbrace{|+\rangle_z}_{\text{spin}} + \psi_-(x_-)\,|-\rangle_z$

$$\rho = \begin{pmatrix} |\psi_+|^2 & \psi_+\overline{\psi_-} \\ \overline{\psi_+}\psi_- & |\psi_-|^2 \end{pmatrix}$$ ici il y a cohérence : ces coefficients ont un sens physique.

c'est la base $|+\rangle_z$ et $|-\rangle_z$ qui a un sens physique et non la base qui diagonalise ρ.

Considerons $\psi = c_1\, \underset{\mathcal{S}}{s_1} \otimes \underset{\mathcal{M}}{a_1} + c_2\, s_2 \otimes a_2$

$$\rho_\psi = \begin{pmatrix} |c_1|^2 & c_1\overline{c_2} \\ \overline{c_1}c_2 & |c_2|^2 \end{pmatrix}$$

preparation
- pure si le cristal est pur
- impure —— impur.

Faisons intervenir l'environnement : $\mathcal{S}\otimes\mathcal{M}\otimes\mathcal{E}$.

$|\psi\rangle = \psi_+(\underline{x})\,|+\rangle_z\,|e_1\rangle + \psi_-(x_-)\,|-\rangle_z\,|e_2\rangle$.

et $$\rho = \begin{pmatrix} |\psi_+|^2 & \psi_+\overline{\psi_-}\,\langle e_2|e_1\rangle \\ \overline{\psi_+}\psi_-\,\langle e_1|e_2\rangle & |\psi_-|^2 \end{pmatrix}$$

si e_1, e_2 sont "très différents", ils sont orthogonaux et on a décohérence

C'est un modèle d'une experience particulière qui permet de dire cela et non pas une théorie !

Ce discours va-t-il au-delà de von Neumann ?

Pas vraiment : l'idée nouvelle : cohérence/décohérence.

von Neumann : la conscience et l'environnement et décohère

Mathématiquement, cela ne veut rien dire !

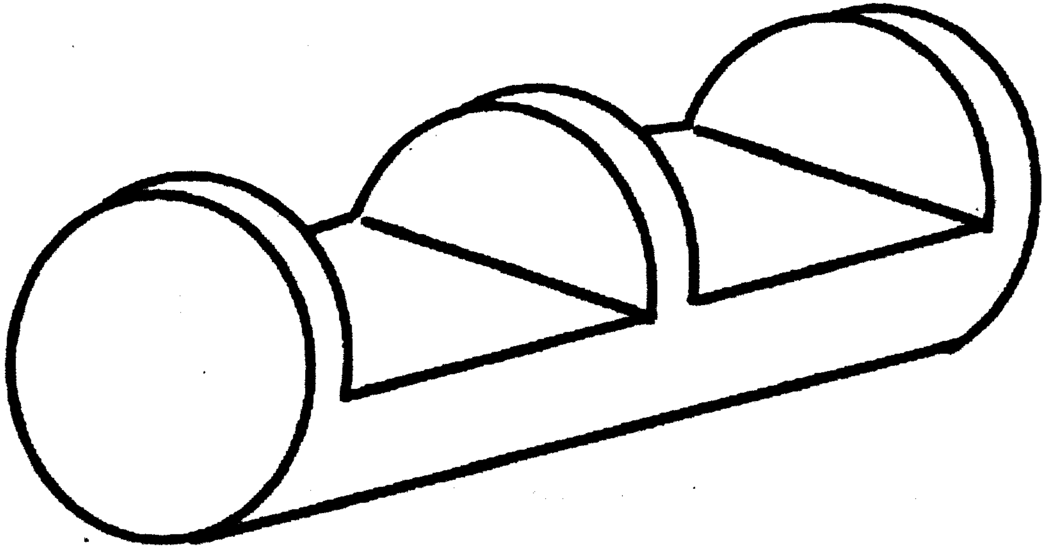
style physique/style fumeux.

particule en co-errance.

Le jet de neutrons : rayons gamma.

Ph de ψ individuel : il n'y a qu'une base

.... postulat métaphysique ... nécessité de la 3e base.



10 cm de long
et 5 de large.