

量子情報 レポート課題*

樽茶清悟教員

1. 適当な非量子もつれ状態を考え, それに CNOT ゲート操作をすることによって量子もつれ状態がつくれることを示せ.

2. 2量子ビット情報のうち Alice が第1ビット, Bob が第2ビットを受け取って, Alice は A と A', Bob は B と B' に該当する演算子で測定する. 2量子ビット情報:

(a) 非量子もつれ状態: $|\Psi\rangle = [|00\rangle + |01\rangle]/\sqrt{2}$

(b) 量子もつれ状態: $|\Phi\rangle = [|01\rangle - |10\rangle]/\sqrt{2}$

について, (a) はベル不等式が成り立ち, (b) は破れることを示せ. ここで,

- Alice: $A = [-X_2 - Z_2]/\sqrt{2}$, $A' = [-X_2 + Z_2]/\sqrt{2}$.

- Bob: $B = Z_1$, $B' = X_1$.

とし, X_i, Y_i を i 番目の量子ビットのパウリ X 行列, Y 行列を示すものとする.

3. 2電子スピンについて, 以下の表を完成させて, $\bar{Z}_1 Z_2 U_{\text{SWAP}}^{1/2} \bar{Z}_1^2 U_{\text{SWAP}}^{1/2}$ によって, U_{PHASE} が出来ることを示せ. なお, $Z_i = \exp(-i\pi S_i^Z/2)$, $\bar{Z}_i = \exp(i\pi S_i^Z/2)$ とする.

	$ \uparrow\uparrow\rangle$	$ \uparrow\downarrow\rangle$	$ \downarrow\uparrow\rangle$	$ \downarrow\downarrow\rangle$
$U_{\text{SWAP}}^{1/2}$				
\bar{Z}_1^2				
$U_{\text{SWAP}}^{1/2}$				
Z_2				
\bar{Z}_1				

4. 量子計算には量子もつれ, デコヒーレンス, 読み出し, 初期化, 集積化などの要素が必要とされる. 固体系の適当な量子状態 (捕獲イオンでも良い) を想定し, これらの要素の特徴について知るところを述べよ. A4 で 2枚程度.

* 2007 年度冬学期分. 2/8, 17:00 締切厳守.