

# Informacja Kwantowa 1/2

Seria 5,6

do oddania na 18.11.2015

**Zadanie 1** Oddziaływanie qubitów  $A$  i  $E$  dane jest transformacją unitarną

$$\hat{U} = |0\rangle_A \langle 0| \otimes |0\rangle_E \langle 0| + |0\rangle_A \langle 0| \otimes |1\rangle_E \langle 1| + e^{i\phi} |1\rangle_A \langle 1| \otimes |0\rangle_E \langle 0| + e^{i(\phi+\xi)} |1\rangle_A \langle 1| \otimes |1\rangle_E \langle 1|.$$

Przypuśćmy, że początkowo qubit  $A$  został przygotowany w dowolnym stanie mieszanym  $\hat{\rho}_A$ , zaś qubit  $E$  w stanie  $|+\rangle_E = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$ .

Zredukowana macierz gęstości qubitów  $A$  po oddziaływaniu  $\hat{\rho}'_A$  dana jest wzorem

$$\hat{\rho}'_A = \text{Tr}_E[\hat{U}(\hat{\rho}_A \otimes |+\rangle_E \langle +|)\hat{U}^\dagger].$$

Znaleźć ogólną zależność składowych wektora Blocha  $\mathbf{s}' = \begin{pmatrix} s'_1 \\ s'_2 \\ s'_3 \end{pmatrix}$  końcowej macierzy gęstości  $\hat{\rho}'_A$  od

składowych wektora Blocha  $\mathbf{s} = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{pmatrix}$  początkowej macierzy gęstości  $\hat{\rho}_A$ .

**Zadanie 2** Dla stanu dwóch qubitów postaci

$$\rho = p|\Psi^-\rangle \langle \Psi^-| + \frac{(1-p)}{4} \mathbb{1} \quad (1)$$

gdzie  $|\Psi^-\rangle = (|01\rangle - |10\rangle)/\sqrt{2}$ , zbadaj dla jakich parametrów  $p$  będą łamane nierówności Bella, jeśli jako pomiary wybierzesz te które były optymalne w przypadku stanu  $|\Psi^-\rangle$ . Jak się ma ten zakres parametrów to zakresu parametrów który odpowiada istnieniu splątania w stanie (na podstawie kryterium PPT). Co na tej podstawie można powiedzieć o stosowaniu łamania nierówności Bella jako narzędzia do wykrywania splątania.