

ZADANIE 1 (3 pkt.)

Stan qubitów zadany jest następującym wzorem:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|0\rangle + e^{i\varphi}|1\rangle) ,$$

gdzie φ jest dowolną fazą.

Na podstawie wyników zadania 4 z serii # 5, obliczyć spinową P -funkcję dla następujących przypadków:

1. Faza φ jest ustalona.
2. Faza φ jest przypadkowo i równomiernie rozłożona w przedziale $[0, 2\pi]$.

ZADANIE 2 (3 pkt.)

Dla przypadków (1) i (2) stanu qubitów z poprzedniego zadania, obliczyć spinową Q -funkcję.

ZADANIE 3 (3 pkt.)

Dla stanu termicznego ze średnią liczbą wzbudzeń termicznych $\langle n \rangle$, operator gęstości ma następującą postać:

$$\rho = \frac{1}{1 + \langle n \rangle} \left(\frac{\langle n \rangle}{1 + \langle n \rangle} \right)^{a^\dagger a} .$$

1. Przedstawić ten operator w postaci normalnie uporządkowanych operatorów $a^\dagger$ i a .
2. Z normalnie uporządkowanej postaci, obliczyć Q -funkcję Glaubera.

ZADANIE 4 (3 pkt.)

Mamy następującą liniową superpozycję stanów koherentnych:

$$|\psi\rangle = N (|\alpha_0\rangle + e^{i\varphi} |-\alpha_0\rangle) ,$$

gdzie φ jest dowolną fazą.

1. Obliczyć funkcję Wignera dla takiego stanu.
2. Z warunku normalizacyjnego dla funkcji Wignera, wyznaczyć stałą N .
3. Czy funkcja Wignera dla takiego stanu jest nieujemna?
4. Jaką postać ma ta funkcja, gdy faza φ jest przypadkowo i równomiernie rozłożona w przedziale $[0, 2\pi]$. Czy funkcja ta jest nieujemna?

Wskazówka: Zastosować w obliczeniach postać funkcji Wignera w reprezentacji stanów koherentnych z normalnie uporządkowanym operatorem parzystości.