INSTITUT FÜR THEORETISCHE PHYSIK
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr. W. Brenig
Dr. R. Darradi

Fortgechrittene Methoden der Theoretischen Physik WS 2009/2010
2. Übungsblatt Abgabe: **Donnerstag, den 29.10.2009, Hausaufgabenkiste bei A316**

1. Leiten Sie mit der Definition des Poynting Vertors aus der klassischen Elektrodynamik

$$\mathbf{P}(t) = \frac{1}{4\pi c}\int \mathrm{d}^3 r\, \mathbf{E}\times\mathbf{B} = -\frac{1}{4\pi c^2}\int \mathrm{d}^3 r\, \partial_t \mathbf{A}\times(\bigtriangledown\times\mathbf{A})$$

mit

$$\mathbf{E} = -\frac{1}{c}\partial_t\mathbf{A} \text{ und } \mathbf{B} = \bigtriangledown\times\mathbf{A}$$

und unter Verwendung der quantisierten Form des Vektorpotentials

$$\mathbf{A}(r,t) = \sum_{k,\sigma=1,2}\left(\frac{2\pi\hbar c^2}{\mathrm{V}\omega_k}\right)^{1/2}\mathrm{u}_{k,\sigma}\,\left(b_{k,\sigma}(t)e^{\mathrm{i}k\cdot r} - b^+_{k,\sigma}(t)e^{-\mathrm{i}k\cdot r}\right)$$

mit den Vertauschungsrelationen

$$[b_{k,\mu},\, b^+_{q,\nu}] = \delta_{k,q}\delta_{\mu,\nu},\;\; [b_{k,\mu},\, b_{q,\nu}] = 0,\;\; [b^+_{k,\mu},\, b^+_{q,\nu}] = 0$$

die folgende quantisierte Form des Poynting Vektors her

$$\mathbf{P} = \sum_{k,\mu=1,2}\hbar k\, b^+_{k,\mu}b_{k,\mu}$$

2. Zeigen Sie, dass die relative Streuung d.h die relative Varianz der Photonenanzahl im sogenannten 'klassischen' Zustand (oder Glauberzustand)

$$|g\rangle = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{g^n e^{-|g|^2/2}}{\sqrt{n!}}|n\rangle$$

des Strahlungsfeldes den Wert

$$\Delta n/\langle n\rangle = \langle g|(b^+b - \langle n\rangle)^2|g\rangle^{1/2}/\langle n\rangle = \langle n\rangle^{-1/2}$$

hat. Zu welchem mathematischen Satz korrespondiert dieses Ergebnis? Zeigen Sie, dass die quadratische Abweichung von $\langle E\rangle$ von g unabhängig ist und nur im klassischen Grenzfall verschwindet

$$\langle g|(E - \langle g|E|g\rangle)^2|g\rangle = \frac{2\pi\hbar\omega}{\mathrm{V}}$$