

Beispiele für die Übungen zu Theoretische Physik
für das Lehramt L2
Blatt 9

R. A. Bertlmann, M. Höld, P. Köhler, M. Reisenbauer

WS 2011/12

43) Berechne die Dichtematrix für die reinen Zustände

a) $\rho_{\uparrow} = |\uparrow\rangle\langle\uparrow|$

b) $\rho_{\downarrow} = |\downarrow\rangle\langle\downarrow|$

c) $\rho_{\alpha} = |\alpha\rangle\langle\alpha|$ wobei $|\alpha\rangle = \cos(\alpha)|\uparrow\rangle + \sin(\alpha)|\downarrow\rangle$

44) Bilde den maximal gemischten Zustand ρ_{max}

a) ρ_{\uparrow} und ρ_{\downarrow}

b) ρ_{α} und $\rho_{-\alpha}$ (für welchen Winkel ist es maximal gemischt?)

45) Berechne die Dichtematrix für den Bellzustand

$$\rho^{-} = |\psi^{-}\rangle\langle\psi^{-}|$$

wobei $|\psi^{-}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle - |\downarrow\rangle|\uparrow\rangle)$

46) Berechne die von Neumann-Entropie $S(\rho) = -\text{tr}(\log_2 \rho)$ ¹ für

a) $S(\rho_{\uparrow})$ und $S(\rho_{mix})$

b) $S(\rho^{-})$

47) Berechne die Entropie $S = k \cdot \ln \Omega$ für ein klassisches System von $5N$ Spin- $\frac{1}{2}$,
wobei davon $3N$ Spin- \downarrow und $2N$ Spin- \uparrow sind.

¹ $\log_2(x) = \frac{\ln x}{\ln 2}$

- 48) Betrachte ein Gas in einem Würfel mit Volumen V_1 . Zur Zeit "voher" besteht das Gas aus 30 ununterscheidbaren Teilchen, die auf $100^3 = 10^6$ Plätze verteilt sind und gemäß der Brown'schen Molekularbewegung umher wandern. Zu einem späteren Zeitpunkt "nachher" werden die Wände durchlässig und die Teilchen verteilen sich auf einen größeren Würfel mit Volumen $V_2 > V_1$ auf $1000^3 = 10^9$ Plätze. Wie groß ist die dabei resultierende Entropie-Differenz?