

PD Dr. Gernot Schaller
Sebastian Restrepo

2. Übungsblatt – TPVI: Theorie des Quantentransportes

Abgabe: Do. 31.10.2019 16:00 Uhr im Tutorium

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Zweiergruppen oder Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 4 (6 Punkte): Reduced states

Consider the pure state of 2 qubits (A and B):

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{2\sqrt{2}}|+\rangle_A \left(|+\rangle_B + \sqrt{3}|-\rangle_B \right) + \frac{1}{2\sqrt{2}}|-\rangle_A \left(|+\rangle_B + \sqrt{3}|-\rangle_B \right)$$

- What are the reduced density matrices of ρ_A and ρ_B ?
- Are the reduced states of ρ_A and ρ_B pure or mixed?

Aufgabe 5 (12 Punkte): Pure dephasing

The Kraus operators associated to the pure dephasing process of a qubit are:

$$K_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \sqrt{1-\lambda} \end{pmatrix}, \quad K_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{\lambda} \end{pmatrix},$$

where λ quantifies the noise intensity. Alternatively one can also associate the following Kraus operators to the same process:

$$K'_1 = \sqrt{\alpha} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad K'_2 = \sqrt{1-\alpha} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix},$$

where $\alpha = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{1-\lambda})$.

- Show that both sets of Kraus operators define the same dynamical map.
- Find the unitary transformation that relates the two sets.
- Consider $\lambda = 1 - e^{-2\Gamma t}$, where Γ is known as the rate of decoherence. What happens to an arbitrary qubit state as $t \rightarrow \infty$?

Aufgabe 6 (12 Punkte):

Find the Kraus operators associated to a map that upon acting on an arbitrary qubit state produces the completely randomized state $\rho = \mathbb{1}/2$. Hint: It could be useful to use the Bloch vector representation of a qubit state

$$\rho = \frac{1}{2} (\mathbb{1} + \vec{r} \cdot \vec{\sigma}) = \frac{1}{2} (\mathbb{1} + r_x \sigma_x + r_y \sigma_y + r_z \sigma_z)$$

with $|\vec{r}| \leq 1$.

2. Übung TPVI WS19

- | | |
|-------------------------|--|
| Vorlesung: | <ul style="list-style-type: none">• Do. 10:00 Uhr – 12:00 Uhr im EW 203.• Fr. 10:00 Uhr – 12:00 Uhr im EW 203. |
| Übung: | <ul style="list-style-type: none">• Do. 16:00 Uhr – 18:00 Uhr im EW 733. |
| Scheinkriterien: | <ul style="list-style-type: none">• Mindestens 60% der Übungspunkte.• Regelmäßige und aktive Teilnahme am Tutorium. |