

1 Spin-1/2 Teilchen im homogenen Magnetfeld

Der Hamilton-Operator lautet, wenn das B-Feld in x-Richtung zeigt,

$$\hat{H} = -gB\hat{S}_x \quad .$$

In der S_z -Darstellung wird daraus

$$H = -gB\frac{\hbar}{2}\sigma_x = -\hbar\omega\sigma_x \quad .$$

Der Zeitentwicklungsoperator ist in der S_z -Basis durch

$$e^{-i\frac{t}{\hbar}H}$$

gegeben. In dieser Darstellung wird der Zustandsvektor $|\Psi\rangle$ zur Zeit „t=0“

$$|\Psi\rangle = c_1 |+z\rangle + c_2 |-z\rangle$$

zum Vektor

$$\vec{\psi} = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} \quad .$$

- Wie lautet der Zustandsvektor $\vec{\psi}(t)$ zur Zeit t ?
- Der Zustand sei durch einen Stern-Gerlach-Apparat SG_y in $|+y\rangle$ präpariert worden.
Wie sieht dann $\vec{\psi}(t=0)$ aus.
- Berechnen Sie die Erwartungswerte und Varianzen der drei Spinkomponenten S_α

$$\langle\Psi(t)|\hat{S}_\alpha|\Psi(t)\rangle \quad \text{und} \quad \langle\Psi(t)|(\Delta\hat{S}_\alpha)^2|\Psi(t)\rangle$$

und diskutieren Sie, was das Ergebnis physikalisch bedeutet und wie es sich im Experiment äußert.

- Schreiben Sie ein Mathematica-Programm, das die Bewegung des Vektors der Mittelwerte simuliert.