Statistik VO

Wann ist $\dot{q} = \frac{\partial H}{\partial p_i}$ eindeutig?

Wenn Trajektorie glatt ist!

$f: A \to B$

$x_1, x_2 \in A: \quad |f(x_1) - f(x_2)| \leq L \cdot |x_1 - x_2|$

Lipschitz-Konst.

Was ist die Mode eines Felds?

Charakt. d. Energie, Frequenz, Polarisation

In dieser Mode können mehre Quanten sein (zB Photonen) od auch unbesetzt.

QM muss man zusätzlich zu jeder Mode die Variabilität d Besetzungszahl wissen.

Anzahl d Quantenzustände, Korrespondenzprinzip

Hilbertraum / Vektorraum

$\downarrow$

hat Skalarprod. $\rightarrow$ Wahrscheinlichkeitsint.

Interface zum Experiment

hermitsche Op: $(A^*)^T = A$ Diagonalen sind reell & EW auch

Born Regel $\langle A \rangle = Sp(\rho A)$

// ist ableitbar, wenn alle anderen Observablen klassisch ko-messbar sind (Gleason Theorem)

Poissons Klammer wird zum Kommutator

Ergodentheorem: Zeitmittel = Ensemblemittel

$\mathbb{1} = \sum_n |\varphi_n\rangle\langle\varphi_n|$ // 2× $\mathbb{1}$ eingefügt, einmal vor O & einmal nach O

$Spur(\rho A) = \sum_i \sum_j \rho_{ij} A_{ji}$

$O_{nn'} = \langle\varphi_n | O | \varphi_{n'}\rangle$

die φs stecken in den Cs drinnen

$c_n^{(i)} = \langle\varphi^{(i)} | \varphi_n\rangle$

Vergleich mit der Born'schen Regel → Dichtematrix

$\rho_{nn'}$ // in Basisdarstellung

P_k: Eigenwert $\hat{P}_k = |k\rangle\langle k|$ // Projektor

$\hat{P}_k^2 = \hat{P}_k$

$Sp(\rho^2) \leq Sp(\rho)$ // allg.

$=$ // für reine Zustände

wenn sich das ganze Spektrum auf einen Zustand mit EW = 1 reduziert // alle and sind $\emptyset$

reine Mischung Proj best. nur aus 1 Zust.

Ein Zustand ist eig. ein 1 dim Teilraum

Ein Vektor spannt einen 1 dim TR auf

Projektor ist dyadisches Prod vom 1 Vektor mit sich selbst

$|k\rangle\langle k|$ $\qquad |k\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}0\\1\\-1\\0\end{pmatrix}$

$$\begin{pmatrix}0\\1\\-1\\0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0 & 1 & -1 & 0\end{pmatrix} = \frac{1}{2}\begin{pmatrix}0 & & & 0\\ & 1 & -1 & \\ & -1 & 1 & \\ 0 & & & 0\end{pmatrix}$$

$\hat{\rho}^2 = \hat{\rho}$ nachprüfen

$$\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix}1 & 0\\0 & 0\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix}0 & 0\\0 & 1\end{pmatrix}$$

Ergodenhypothese

ρ_W : muss nicht pos. definit sein

Wignerfkt

Dichte kann an manchen Stellen neg. annehmen ...

Mittelung über Wellenpaket $\longrightarrow$ ρ_H Husimifkt.