

Quantenmechanik von 1D-Potentialen III: Phasenraumdarstellung

Aufgabe 8.1:

(16 Punkte)

Betrachten Sie die Zeitentwicklung eines Wellenpaketes in der Husimi-Darstellung für das asymmetrische Doppelmuldenpotential $V(x) = x^4 - x^2 + Ax$ mit $A = 0,055$, $\hbar_{\text{eff}} = 0,06$.

- Geben Sie ein Programm ab, das die Funktionen des Moduls `quantenmechanik.py` der Musterlösung zu Blatt 6 nutzt.
- Schreiben Sie eine Funktion für die Berechnung der kohärenten Zustände. Wählen Sie diese symmetrisch, $\Delta x = \sqrt{\hbar_{\text{eff}}/2}$.
- Schreiben Sie eine Funktion für die Berechnung der Husimi-Darstellung eines beliebigen Wellenpaketes, das in Ortsdarstellung gegeben ist.
- Ermitteln Sie für die Anzahl der Gitterpunkte der Husimi-Darstellung im Phasenraum einen guten Kompromiss zwischen Auflösung und Rechenzeit.
- Zeichnen Sie zusätzlich zur Husimi-Darstellung Konturlinien der Hamiltonfunktion zu ca. 8 geeigneten Energien mit ein.
- Das anfängliche Wellenpaket soll ein symmetrischer kohärenter Zustand sein, dessen Zentrum $(x_{\text{anf}}, p_{\text{anf}})$ Sie mit der Maus im Phasenraum auswählen.
- Stellen Sie die Husimifunktion des zeitentwickelten Wellenpaketes bis zur Zeit $t = 12$ mit sinnvoll gewählten Zeitschritten dynamisch dar.
- Diskutieren Sie im Kommentar am Ende des Programms folgende Punkte:
 - a) Beschreiben Sie für verschiedene Startbedingungen die Dynamik des Wellenpaketes im Phasenraum im Vergleich zur klassischen Dynamik.
 - b) Was verändert sich für $\hbar_{\text{eff}} = 0,01$?

Vorgaben und Hinweise:

- ❶ Verwenden Sie zur Darstellung des zweidimensionalen Arrays der Husimi-Darstellung den Befehl `hus_img = ax.imshow(...)`, siehe Einführung in Python II.
- ❷ Die Konturlinien der Hamiltonfunktion sollen mittels `ax.contour` erzeugt werden.
- ❸ Die Aktualisierung der Daten der Husimifunktion in jedem Zeitschritt soll mittels `hus_img.set_data(husimi_matrix)` erfolgen.