

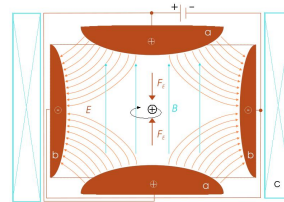
Projekte zu Computer-Algebra & Visualisierung

Einleitung

Die nachfolgend erläuterten Projekte sollen in Zweiergruppen selbständig bearbeitet und die erzielten Ergebnisse am Ende des Semesters in einem kurzen Vortrag (ca. 20 min) präsentiert werden.

1 Penning-Falle

Zur genauen Massenbestimmung können Ionen in einer Penning-Falle gespeichert werden. Diese wird von einem homogenen Magnetfeld und einem elektrischen Quadrupolfeld gebildet. Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für ein geladenes Teilchen in einer solchen Falle auf und lösen Sie sie mit einem der in der Vorlesung behandelten Programme. Stellen Sie die Bahnkurven graphisch dar.



Quelle: Wikipedia

2 Hohlraum-Resonator

Betrachten Sie einen Plattenkondensator mit kreisförmigen Platten, an den eine Wechselspannung der Frequenz ω angeschlossen ist. Bestimmen Sie elektrisches und magnetisches Feld im Innern des Kondensators (weit genug entfernt vom Rand). Wie verhält sich die Amplitude des E -Feldes als Funktion von Frequenz und Abstand von der Mittelachse? Visualisieren Sie Ihre Ergebnisse.

Hinweis: Feynman-Lectures, Band II.

3 Solitonen – Korteweg-de Vries-Gleichung

Wasserwellen in flachen Kanälen werden durch die Korteweg-de Vries-Gleichung,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = 6u \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^3 u}{\partial x^3},$$

beschrieben, wobei $u(x, t)$ die Auslenkung der Wasseroberfläche am Ort x zur Zeit t beschreibt. Diese nicht-lineare Gleichung besitzt Lösungen, die sich ähnlich

wie lineare Wellen überlagern lassen (“Solitonen”). Lösen Sie die Gleichung numerisch und visualisieren Sie die Ergebnisse, z.B. für die Streuung von zwei Solitonen. Bei Interesse können Sie sich auch mit den analytischen Lösungen der Gleichung beschäftigen.

4 Chaotisches Pendel

Untersuchen Sie ein periodisch getriebenes physikalisches Pendel,

$$\ddot{\phi} + r\dot{\phi} + \sin \phi = a \cos(\omega_D t),$$

und visualisieren Sie die Bewegung durch Phasenraum-Plots und mit Hilfe Stroboskopischer Abbildungen zu den Zeitpunkten $2\pi\mathbb{Z}/\omega_D$. Beschäftigen Sie sich mit dem Begriff “Attraktor”.

5 Wasserstoff-Eigenfunktionen

Visualisieren Sie die quantenmechanischen Eigenfunktionen eines Wasserstoffatoms. Wie sehen die Hybrid-Orbitale aus, die häufig zur Veranschaulichung chemischer Bindungen herangezogen werden? Bei Interesse können Sie sich auch noch mit den kohärenten Zuständen des Wasserstoffproblems beschäftigen (Quantenzustände die der klassischen Lösung ähneln).

6 Zeitabhängige Schrödingergleichung

Lösen Sie die zeitabhängige Schrödingergleichung,

$$-i\partial_t\psi(x,t) = H\psi(x,t),$$

numerisch für ein Problem Ihrer Wahl (z.B. Oszillator, Streuung an Potentialwall, Doppelspaltexperiment) und stellen Sie die Wellenfunktion graphisch dar.