

Zur Dynamik des azimuthal-radialen Pendels

Jonas Hamp, Gymnasium Kirchheim

Meine Facharbeit behandelt das azimuthal-radiale Pendel. Dieses ist dem Bereich der gekoppelten Schwingungen zuzuordnen. Es behandelt die Dynamik eines komplexen Systems, bestehend aus einem sich in der Ebene bewegenden elastischen Stab und einem an der Stabspitze befestigten freibeweglichen, sphärischen Pendel. Hierbei versteht man unter radialen Schwingungen, die Schwingung des Pendels unter dem Einfluss der Schwerkraft und unter azimuthalen Schwingungen die periodische Änderung der Schwingungsebene.

Das Thema ist das 11. Problem des IYPT 2018, der internationalen Physikmeisterschaft für junge Physiker. Im oberbayrischen Wettbewerb konnte ich mit diesem Thema den 1. Platz belegen.

Die Arbeit umfasst drei Teile:

Der erste Teil meiner Arbeit besteht in der theoretischen Untersuchung des Problems. Hierbei wird zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens des Pendels ein mathematisches Modell erstellt. Dabei kommt der Euler-Lagrange-Formalismus zur Anwendung. Man erhält drei nicht-lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung zur Beschreibung der Pendelbewegungen. Eine analytische Lösung der Bewegungsgleichungen ist nicht möglich, weswegen die Gleichungen mithilfe von MATHEMATICA 12 STUDENT EDITION numerisch gelöst werden.

Mithilfe eines Versuchsaufbaus werden die Pendelbewegungen experimentell gemessen. Für einen quantitativen Vergleich zwischen Experiment und Theorie wurde das Experiment mit Kameras aufgezeichnet, digitalisiert und mithilfe von Tracker, einem Videoanalyse-Programm, ausgewertet. So konnten die Positionen des Stabes und des Pendels als Funktion der Zeit gemessen werden.

Nach Durchführung des Versuches werden theoretische sowie experimentelle Ergebnisse miteinander verglichen. Hierbei zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment.