

## Themen für die mündliche Prüfung

### Newtonmechanik

- Wie formuliert man Bewegungsgleichungen im Phasenraum? Was sind Integralkurven? Wie kann man dieses Bild zur numerischen Lösung von Bewegungsgleichungen nutzen?
- Diskutieren Sie das Verhalten von Systemen mit einem Freiheitsgrad. Wie wird der Begriff „Energie“ eingeführt und welche Rolle spielt er bei der Lösung? Was kann man aus Phasenraumportraits lernen?
- Was ist das Zweikörperproblem? Diskutieren Sie, wie man es durch sukzessive Vereinfachungen auf ein Problem mit einem Freiheitsgrad reduzieren kann. Welches qualitative Verhalten zeigen die Lösungen – für das Keplerproblem und für allgemeinere Potentiale?

#### **Nicht** notwendig

- Elliptische Funktionen, Streutheorie

### Linear gekoppelte Systeme, kleine Schwingungen

- Warum sind solche Modelle so wichtig? Was sind Anwendungsbeispiele?
- Wie erhält man linearisierte Bewegungsgleichungen? Welche Näherung macht man dabei für das Potential? Wie löst man sie? Welche Fälle treten auf? Wie interpretiert man sie?

#### Für sehr gute Noten:

- Skizzieren Sie grob, wie man die „linear gekoppelte Kette“ löst und wie der Übergang zu einem Kontinuumsmodell funktioniert.

#### **Nicht** notwendig:

- Eigenwertgleichungen ausrechnen. (In der Klausur kann das aber sehr wohl vorkommen!)

### Lagrange-Mechanik

- Was bedeutet der Begriff „Funktional“ in der Mechanik? Welche Funktionale treten auf? Was bedeutet es anschaulich, für eine Bahn „stationär“ zu sein? Welche Gleichung charakterisiert stationäre Bahnen?

- Wie formuliert man Bewegungsgleichungen durch ein Stationaritätsprinzip? Warum würde man das machen wollen, wenn man doch die Newton-Gleichungen schon in der Tasche hat?
- Wie geht man mit Systemen mit Zwangsbedingungen um? Erklären Sie das Vorgehen anhand eines einfachen Beispiels.

**Nicht** notwendig:

- Die geometrische Diskussion zum Thema Koordinaten
- Physikalische Modelle für Zwangsbedingungen

## Symmetrien

- Was versteht man unter einer Symmetrie von Bewegungsgleichungen? Warum interessiert man sich dafür?
- Was ist die Galileo-Gruppe? Wie beschreibt man Drehungen im dreidimensionalen Raum? Was sind Beispiele für kontinuierliche vs diskrete Symmetrien in der Galileo-Gruppe? Was hat die Galileo-Gruppe mit dem n-Körper-Problem zu tun?
- Was besagt der Satz von Noether? Kann man die Aussage an einfachen Beispielen anschaulich verstehen? Was sind zyklische Koordinaten? Geben Sie Bsp. für Paare von Symmetrien und Erhaltungsgrößen.

Für sehr gute Noten:

- Wie sieht man, dass die Bewegungsgleichungen für das n-Körper-Problem unter Galileo-Boosts invariant sind? Was ist hier die Besonderheit?

## Hamiltonmechanik

- Wie werden Bewegungsgleichungen in der Hamiltonmechanik formuliert? Beschreiben Sie ein leichtes Beispiel. Beschreiben Sie das Verhältnis zur Lagrange- und zur Newton-Mechanik.
- Was sind Hamiltonsche Vektorfelder? Wie werden Sie aus der Hamiltonfunktion abgeleitet? Was ist der Hamiltonsche Fluß?
- Was sind Poisson-Klammern? Welche Begriffe der Mechanik kann man durch Poissonklammern ausdrücken? Wie kann man den Satz von Noether in dieser Sprache formulieren? Was ist der Vorteil verglichen mit der Version die wir in der Lagrange-Mechanik kennengelernt haben?

- Was ist eine kanonische Transformation? Warum interessiert man sich dafür?  
Welche Möglichkeiten gibt es, zu zeigen, dass ein Koordinatenwechsel kanonisch ist?  
Was sagt der Satz von Liouville? Was bedeutet Integrabilität?

Für sehr gute Noten:

- Skizzieren Sie, was das Begriff „symplektische Geometrie“ mit all dem zu tun hat.  
Besonders in die Tiefe gehen muss man hier aber nicht.

**Nicht** notwendig:

- Eigenschaften der symplektischen Gruppe
- Erzeugende kanonischer Transformationen
- Chaostheorie