

Probeklausur Theoretische Physik I WS17/18

In der Klausur wird aus den drei Aufgabengebieten (1) Newtonsche Mechanik/Zentralpotential, (2) Lagrange- und Hamiltonformalismus und (3) Elektrostatik je eine komplexe Aufgabe gestellt. Es *kann* ausserdem eine vierte Aufgabe mit einer einfachen Frage aus einem der drei Aufgabengebiete geben. Es müssen ca. 40-50% der Punkte erreicht werden, um die Klausur mit der Note 4.0 zu bestehen.

1. Gedämpfter harmonischer Oszillator (1+1 Punkte)

Man betrachte den harmonischen Oszillator $\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, wobei die γ gerade halb so groß sein soll wie die kritische Dämpfung.

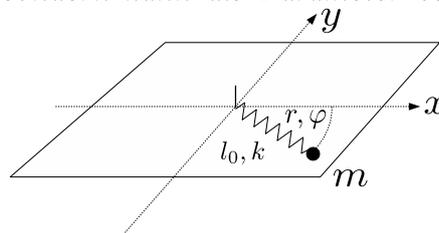
- Wie groß ist die Periodendauer τ der Schwingung im Verhältnis zum ungedämpften Fall $\gamma = 0$?
- Bestimmen Sie das Verhältnis der maximalen Auslenkungen (Amplituden) zweier aufeinanderfolgender Schwingungen.

2. Bewegung im Zentralpotential (2+2+2+2 Punkte)

An einer masselosen linearen Feder der Ruhelänge l_0 mit Federkonstante k , welche an einem Ende frei rotierend in xy -Ebene (Gravitationspotential ist konstant) befestigt ist befindet sich ein Massepunkt der Masse m

- Bestimmen Sie das effektive Potential der Radialbewegung und skizzieren Sie es.
- Für welche Anfangsbedingungen bewegt sich der Massepunkt auf einer Kreisbahn mit dem Radius R_0 ?
- Mit welcher Frequenz ω schwingt der Abstand r für kleine Abweichungen von R_0 um diese Gleichgewichtslage?
- Welche Kreisradien R_0 und Frequenzen ω sind möglich?

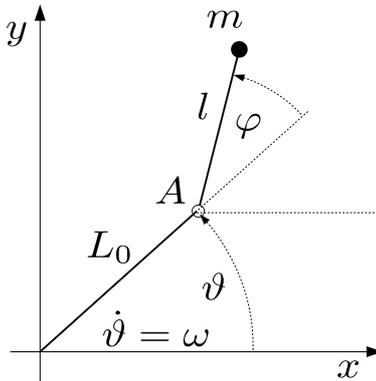
Hinweis : Der Radius R_0 muss nicht als Funktion der Anfangsbedingungen ausgedrückt, sondern kann als Parameter verwendet werden.



3. **Lagrange Mechanik** (2+2+2 Punkte + 2 Zusatzpunkte)

An einem in der xy Ebene (kein Gravitationsfeld) mit der Winkelgeschwindigkeit ω um den Koordinatenursprung im Abstand L_0 rotierenden Aufhängepunkt A befinde sich ein frei rotierender masseloser Stab der Länge l mit einer Punktmasse m am anderen Ende (siehe Abbildung). Der Aufhängepunkt stehe im Winkel $\vartheta = \omega t$ zur x -Achse und der frei rotierende Stab im Winkel φ zur Verbindungslinie vom Koordinatenursprung nach A .

- (a) Stellen Sie die Lagrangefunktion für das System in den Variablen φ und $\dot{\varphi}$ auf.
- (b) Stellen Sie die Lagrange Bewegungsgleichung auf.
- (c) Mit welcher Frequenz schwingt φ für kleine Auslenkungen und kleine Anfangsgeschwindigkeiten $\dot{\varphi}$ um die Ruhelage?
- (d*) (+2P) Bestimmen Sie die Hamiltonfunktion des Systems und zeigen Sie, mit Hilfe der Lagrange Bewegungsgleichung, dass diese eine Erhaltungsgröße ist.



4. **Legendre Transformation und Hamilton Formalismus** (1+1+1+1 Punkte)

Ein System bewegt sich in einer Dimension und besitzt die Lagrange-Funktion

$$L = \frac{m}{2}(\dot{q}^2 - \omega^2 q^2)e^{\gamma t} .$$

Die Konstanten m , ω und γ sind reell und positiv; $\gamma < 2\omega$.

- (a) Stellen Sie die Lagrangesche Bewegungsgleichung auf.
- (b) Für die Anfangsbedingungen $q(0) = 0$ und $\dot{q}(0) = v_0$ finden Sie $q(t)$ für $t \rightarrow \infty$.
- (c) Stellen Sie die Hamilton-Funktion auf.
- (d) Stellen Sie die Hamiltonschen Bewegungsgleichungen auf.

5. **Coulomb Kraft**(2 Punkte)

Die elektrische Kraft, die auf zwei Punktladungen im Abstand L_0 wirkt sei F_0 . Wie groß ist die Kraft zwischen den Ladungen im Abstand L_1 und wieviel Arbeit muss man verrichten, um den Abstand von L_0 nach L_1 zu ändern?

6. **Plattenkondensator und elektrische Energie**(2+2+1 Punkte)

- (a) Wie groß ist das elektrische Feld und die Energiedichte des elektrischen Feldes zwischen zwei großen, parallelen und identischen Metallplatten der Fläche A mit den Gesamtladungen Q und $-Q$ im Abstand d ?
- (b) Wie groß ist die elektrische Kraft zwischen den beiden Platten, und welche Arbeit muss man verrichten, um den Plattenabstand von d_0 auf d_1 zu veraendern?
- (c) Die kinetische Energie einer Ladung, welche durch ein Photon der Frequenz ν aus einer der Metallplatten herausgeschlagen wird beträgt $\hbar\nu - W_0$. Welche Spannung muss an den Metallplatten anliegen, damit die aus der Kathode herausgeschlagenen Elektronen gerade nicht mehr die Anode erreichen koennen?