

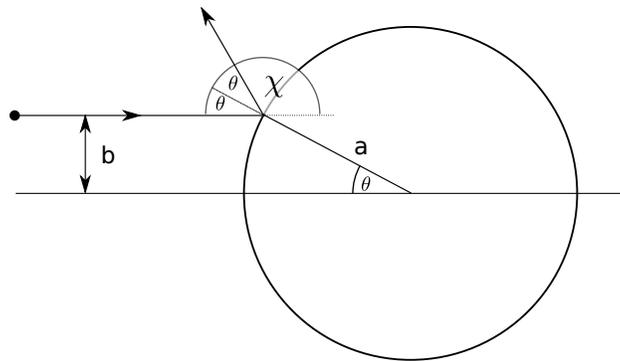
Ihre Lösung ist bis zum 03.06.2014 um 12 Uhr in das Postfach von Prof. Rieger im Erdgeschoß von Gebäude E2 6 einzuwerfen.

27. [8 Punkte] Neutronenstreuung

Zur Strukturanalyse von Festkörpern verwendet man häufig elastische Neutronenstreuung, da Neutronen im Gegensatz zu geladenen Teilchen tief in das zu untersuchende Material eindringen können. Somit ist es möglich Volumeneigenschaften des Materials zu bestimmen, im Gegensatz zur Elektronenbeugung, die zur Charakterisierung von Oberflächenstrukturen geeignet ist. In dieser Aufgabe soll die Streuung von Neutronen an Atomkernen klassisch behandelt werden. Die Wechselwirkung werde durch ein Hartekugel-Potential der Form

$$V(r) = \begin{cases} \infty & \text{für } r < a \\ 0 & \text{für } r > a \end{cases}$$

beschrieben. Die Kernmasse sei beliebig groß gegen die Neutronenmasse.



- Wie hängt der Streuwinkel χ (Winkel zwischen den Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoß) mit dem Stoßparameter b zusammen?
- Berechnen Sie den differentiellen Streuquerschnitt $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ und daraus den integralen Streuquerschnitt $\sigma = \int_{\Omega} \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega$. Begründen Sie das Ergebnis anschaulich!

28. [10 Punkte] Senkrechter Wurf mit Coriolis-Ablenkung

Ein Teilchen wird mit einer Startgeschwindigkeit v_0 senkrecht nach oben geworfen, erreicht eine maximale Flughöhe und fällt zurück auf den Boden. Bestimmen Sie die Coriolis-Ablenkung beim Erreichen des Bodens. Zeigen Sie anschließend, dass die Ablenkung in die entgegengesetzte Richtung zeigt und viermal so groß ist, wie wenn das Teilchen in der selben Maximalhöhe aus der Ruhe losgelassen wird. Welche Anfangsgeschwindigkeit ist notwendig, um in Mainz (50. Grad nördlicher Breite) eine Ablenkung des Teilchens um 10 cm zu beobachten und welche maximale Höhe erreicht es bei dem Wurf?

29. [7 Punkte] Marienkäfer auf Fahrradspeiche

Ein Rad mit Speichen (zum Beispiel von einem Fahrrad) wird so auf einer vertikalen Achse montiert, dass es sich horizontal frei drehen kann. Es rotiert mit einer Winkelgeschwindigkeit von $\omega = 3.0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, während ein Marienkäfer mit einer Geschwindigkeit von $0.5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ über eine der Speichen vom Zentrum nach außen krabbelt. Er hält sich mit einem Reibungskoeffizienten $\mu = 0.3$ an der Speiche fest. Wie weit kann er auf der Speiche krabbeln, bevor er zu rutschen beginnt?

30. [15 Punkte] Foucaultsches Pendel

Betrachten Sie ein mathematisches Pendel der Masse m und der Pendellänge l im homogenen Schwerfeld der Erde auf Meereshöhe in einem erdfesten, mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω rotierenden Bezugssystem. Das Pendel befinde sich an einem Ort der geographischen Breite Φ .

- (a) Wie lauten die Lagrangefunktion und die Bewegungsgleichungen, wenn alle Terme $O(\omega^2)$ vernachlässigt werden? Gehen Sie von kleinen Schwingungsamplituden aus. Verwenden Sie kartesische Koordinaten.
- (b) Vernachlässigen Sie die vertikale Bewegung des Pendels und zeigen Sie, dass sich die Bewegungsgleichungen in der horizontalen Ebene schreiben lassen als:

$$\ddot{x} = -\frac{g}{l}x + 2\omega_z \dot{y}, \quad \ddot{y} = -\frac{g}{l}y - 2\omega_z \dot{x}$$

- (c) Schreiben Sie die Bewegungsgleichungen für x und y als eine Differentialgleichung für die komplexe Größe $\xi = x + iy$.
- (d) Bestimmen Sie die Lösung dieser Differentialgleichung für folgende Anfangsbedingungen:

$$\begin{aligned} (1) \quad & x(0) = x_0, y(0) = 0, \dot{x}(0) = 0, \dot{y}(0) = 0 \\ (2) \quad & x(0) = 0, y(0) = 0, \dot{x}(0) = v_0, \dot{y}(0) = 0 \end{aligned}$$

- (e) Skizzieren Sie die Bewegung in der xy -Ebene unter Beachtung von $\sqrt{\frac{g}{l}} \gg \omega$.