Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG
Fakultät für Physik und Astronomie
Prof. Dr. Thorsten Ohl
MSc. Robert Franken, MSc. Philipp Kagerer, Dr. David Rodriguez-Fernandez

9. Übung zur Klassischen Mechanik
9. Dezember 2019

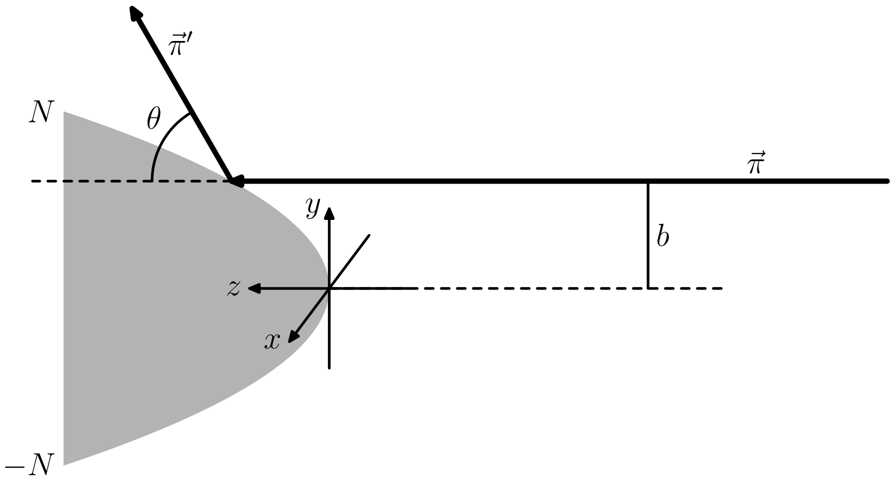
Streuung / Wirkungsquerschnitt

9.1 Streuung am harten Paraboloiden

Wir betrachten den Ausschnitt eines Paraboloiden gegeben durch

$$P_{(\alpha,N)} := \left\{(x,y,z) \in \mathbb{R}^3 : x^2+y^2 \leq N^2 \text{ und } z \geq \alpha(x^2+y^2)\right\} \ , \tag{1}$$

wobei $\alpha, N \in (0,\infty)$ positive Konstanten sind.



Aus der negativen z-Richtung treffen Teilchen auf den Paraboloiden auf, welche von ihm abprallen, wobei die Energie der Teilchen erhalten bleibt.

1. Bestimmen Sie aus der Geometrie den Stoßparameter b als Funktion des Streuwinkels θ (siehe Abb.).

2. Berechnen Sie mit Hilfe des Stoßparameters den differentiellen Wirkungsquerschnitt

$$\frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}\Omega}(\theta) = \frac{b(\theta)}{\sin\theta}\left|\frac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}\theta}\right| \tag{2}$$

und den totalen Wirkungsquerschnitt

$$\sigma = \int \frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}\Omega}(\theta)\mathrm{d}\Omega = 2\pi\int_0^\pi \frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}\Omega}(\theta)\sin(\theta)\mathrm{d}\theta. \tag{3}$$

9.2 Streuung am $1/r^2$-Potential

Betrachten Sie Streuung am abstoßenden Zentralpotential

$$V(r) = \frac{\alpha}{r^2} \tag{4}$$

wobei $\alpha > 0$ eine positive Konstante ist. Die Koordinaten seien analog zur Aufgabe 9.1 gewählt.

1. Leiten Sie einen Zusammenhang zwischen dem Stoßparameter b und dem Streuwinkel θ her, und zeigen Sie, dass der differenzielle Wirkungsquerschnitt durch

$$\frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}\Omega}(\theta) = \frac{\alpha\pi^2}{E} \frac{\pi - \theta}{\theta^2(2\pi - \theta)^2 \sin(\theta)} \tag{5}$$

   gegeben ist.

2. Zeigen Sie, dass der totale Wirkungsquerschnitt divergiert. Was bedeutet dies physikalisch?

Hinweis: Orientieren Sie sich für die Bearbeitung dieser Aufgabe an der in der Vorlesung diskutierten Rutherford Streuung am Potential $V(r) = -\frac{\alpha}{r}$.