Prof. Dr. Dieter Lüst Dr. James Gray
Theresienstr. 37, Zi. 425 James.Gray@physik.uni-muenchen.de

5. Flugbahn und Streuung

Übung 5.1: Parabolische und hyperbolische Flugbahn

Ein Teilchen der Masse m bewegt sich in einem Kraftfeld

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = -\gamma \frac{Mm}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r} .$$

a) Zur Beschreibung der Flugbahn des Teilchens in der Ebene verwenden wir Polarkoordinaten. Dadurch ist r ein Funktion des Winkels θ. Beweisen Sie, dass

$$\frac{d^2u}{d\theta^2} + u = \frac{H}{mh^2}$$

gilt. In dieser Gleichung werden die Größen $H = \gamma Mm$ und $u = \frac{1}{r}$ verwendet. Außerdem ist $h = r^2\dot{\theta}$ eine Konstante.

b) Zeigen Sie, dass für $E = 0$ (Energie des Systems) die Flugbahn eine Parabel

$$r(\theta) = \frac{k}{1 + \cos\theta}$$

ist. Bestimmen Sie k.

c) Beweisen Sie, dass für $E > 0$ die Flugbahn eine Hyperbel

$$r(\theta) = \frac{k}{1 + \epsilon \cos\theta}$$

mit $\epsilon > 1$ ist.

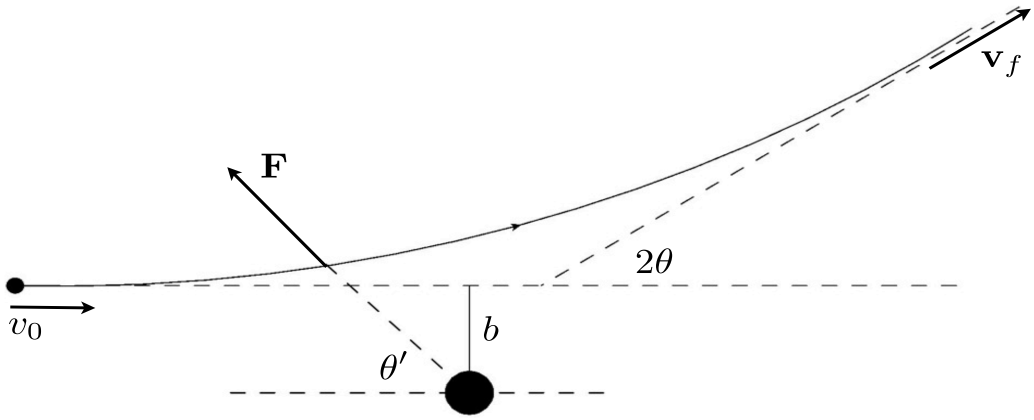
Übung 5.2: Kraftfeld als Ursache einer Bewegung

Ein Teilchen der Masse m bewegt sich entlang des Pfades $r^2 = 2a^2 \cos 2\theta$. Bestimmen Sie das Kraftfeld, das diese Bewegung hervorruft. Geben Sie das Ergebnis als Funktion von m, a und $h = r^2\dot{\theta}$ an. Skizzieren Sie die Flugbahn des Teilchens.

Übung 5.3: Rutherford'scher Wirkungsquerschnitt

Letzte Woche haben wir im Problem 4.2 die Streuung in dem Kraftfeld $\mathbf{F} = \frac{k}{r^2}\mathbf{e}_r$ untersucht. Für ein Teilchen mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 und dem Stoßparameter b konnten wir die Winkelablenkung

$$\cot\theta = \frac{mv_0^2 b}{k}$$



bestimmen.

a) Verwenden Sie dieses Ergebnis, um den differentieller Wirkungsquerschnitt des Streuprozesses zu finden.

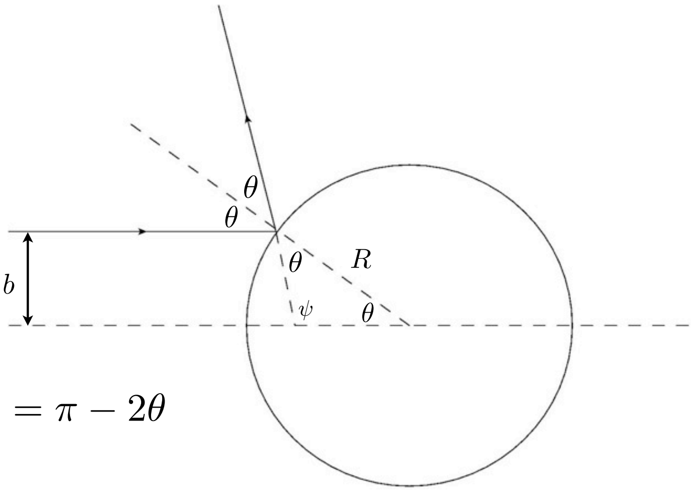
Übung 5.4: Streuung an einer harten Kugel

Wir betrachten die Streuung eines Punktteilchens an einer massiven, unendlich harten Kugel mit Radius R. Beweisen Sie, dass der Wirkungsquerschnitt isotrop ist.

Hinweis: Wie in der Skizze gezeigt, ist der Ausfallswinkel gleich dem Einfallswinkel. Daher gilt

$$b = R\sin\theta\,,$$

wobei b der Stoßparameter und $\pi - 2\theta$ der Streuwinkel ist.



$$\psi = \pi - 2\theta$$