Universität Karlsruhe (TH) **WS 2008/9**

Klassische Theoretische Physik I

V: Prof. Dr. D. Zeppenfeld, Ü: Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 12

Abgabe: Mo, 26.1.'09, 11.30 Uhr, Erdgeschoss Physikhochhaus.

Aufgabe 45: Bewegung des harmonischen Oszillators **[5]**

In der Vorlesung wurde die Bewegungsgleichung einer Masse m in einem eindimensionalen Potential $V(x)$ direkt integriert,

$$t - t_0 = \int_{x_0}^{x(t)} \frac{\mathrm{d}x}{\sqrt{\frac{2}{m}\left(E - V(x)\right)}} \,,$$

wobei $x(t_0) = x_0$. Bestimmen Sie daraus die Bahnkurve $x(t)$ des harmonischen Oszillators mit dem Potential $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$. Wodurch ist der Maximalausschlag bestimmt?

Aufgabe 46: Eindimensionales Potential **[5]**

Ein Teilchen der Masse m bewegt sich im Potential

$$V(x) = V_0 \left[\left(1 - \mathrm{e}^{-\alpha x}\right)^2 - 1 \right] \,.$$

bei $x = 0$ sei die Anfangsgeschwindigkeit positiv.

(a) Skizzieren Sie das Potential.

(b) Im System steckt die Gesamtenergie E. Wie verläuft die Bewegung, wenn $-V_0 < E < 0$? Welche charakteristischen Bahnpunkte gibt es? Bestimmen Sie diese.

(c) Wie verläuft (qualitativ) die Bewegung, falls $E = 0$ oder $E > 0$?

Aufgabe 47: Konservatives Kraftfeld **[5]**

Zeigen Sie auf zwei verschiedene Weisen, dass das Kraftfeld

$$\vec{F}(\vec{r}) = a\left(y^2z^3 - 12x^3z^2, 2xyz^3, 3xy^2z^2 - 6x^4z\right) \qquad (a = \text{const.})$$

konservativ ist:

(a) Zeigen Sie, dass die Rotation verschwindet.

(b) Es muss ein Potential $V(\vec{r})$ existieren, mit $\vec{F}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}V(\vec{r})$. Bestimmen Sie $V(\vec{r})$.

Berechnen Sie die Arbeit W die bei der Bewegung auf einer Geraden vom Ursprung zum Punkt $P(3|1|2)$ zu leisten ist. Zeigen Sie, dass $W = V(3,1,2) - V(0,0,0)$.

(b.w.)

Aufgabe 47: Arbeit **[5]**

Gegeben sind zwei Kraftfelder

$$\vec{F}_1 = a(0, -y, 0) \ , \qquad \vec{F}_2 = b(0, xy, 0) \ ,$$

($a, b =$ const). Berechnen Sie die Rotation der beiden Felder und die Arbeit die entlang der Wege $\vec{s}_1(t)$ und $\vec{s}_2(t)$ zwischen dem Ursprung und dem Punkt $P(1|1|0)$ zu verrichten ist:

$$\vec{s}_1(t) = t(1, 1, 0) \ , \qquad 0 \leq t \leq 1 \ ,$$
$$\vec{s}_2(t) = \begin{cases} (t, 0, 0) \ , & 0 \leq t < 1 \\ (1, t-1, 0) \ , & 1 \leq t \leq 2 \end{cases} \ .$$

Bei Feld $\vec{F}_2$ ist die Arbeit vom Weg abhängig. Finden Sie einen Weg, der sich aus einem Pfad entlang der x–Achse und einem weiteren geraden Pfad zusammensetzt, so dass die verrichtete Arbeit entlang dieses Weges genau $-b/3$ beträgt.