

Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik I WS 19/20

Prof. Dr. A. Shnirman
PD Dr. B. NarozhnyBlatt 8
Besprechung 20.12.2019

1. Arbeit als Kurvenintegral: (20 Punkte)

Gegeben sei das Kraftfeld

$$\mathbf{F}(x, y, z) = f \cdot \left(\frac{3x^2}{\alpha^2} + \frac{2y}{\alpha}, -\frac{9yz}{\alpha^2}, \frac{8xz^2}{\alpha^3} \right), \quad \alpha = \text{const.}$$

- Ist die Kraft konservativ?
- Welche Arbeit muss aufgewendet werden, um den Massenpunkt m im Feld \mathbf{F} auf einer Geraden von $(0, 0, 0)$ nach (α, α, α) zu verschieben?
- Berechnen Sie die Arbeit, wenn als Weg der Polygonzug $(0, 0, 0) \rightarrow (\alpha, 0, 0) \rightarrow (\alpha, \alpha, 0) \rightarrow (\alpha, \alpha, \alpha)$ gewählt wird.
- Welche Arbeit muss auf dem Parabelbogen $(y = x^2, z = y^2)$ von $(0, 0, 0)$ nach (α, α, α) gegen das Kraftfeld \mathbf{F} geleistet werden?
- Der Massenpunkt werde auf einem Kreis mit dem Radius α in der xy -Ebene um den Koordinatenursprung geführt. Welche Arbeit ist bei einem vollen Umlauf zu leisten?

2. Schwingungen: (15 Punkte)

Ein an einer schwerelosen Feder aufgehängter Ball (der Masse m) kann vertikale Schwingungen mit dem Dämpfungskoeffizienten β ausführen. Die Eigenschwingungsfrequenz ist gleich ω_0 . Aufgrund der äußeren vertikalen Kraft, die als $F = F_0 \cos(\omega \cdot t)$ variiert, führt die Kugel stationäre harmonische Schwingungen aus. Finden Sie:

- die mittlere Leistung $\langle P \rangle$ der Kraft F , gemittelt über eine Schwingungsperiode.
- die Frequenz ω der Kraft F , bei der $\langle P \rangle$ maximal ist und das entsprechende $\langle P \rangle_{\max}$.

Hinweis Im Gegensatz zur Aufgabe 1 betrachten wir hier die Arbeit der Kraft F , nicht diejenige gegen diese Kraft.

3. Arbeit:

(15 Punkte)

Ein Körper der Masse m wird entlang der Erdoberfläche gezogen, indem eine Kraft F aufgewendet wird, die mit der Höhe des Aufstiegs y variiert als $\mathbf{F} = 2(ay - 1)m\mathbf{g}$, wobei a eine positive Konstante ist. Finden Sie die Arbeit dieser Kraft und die Zunahme der potentiellen Energie des Körpers im Schwerfeld der Erde über die erste Hälfte des Aufstiegs.

Hinweis Im Gegensatz zur Aufgabe 1 betrachten wir hier die Arbeit der Kraft F , nicht diejenige gegen diese Kraft.