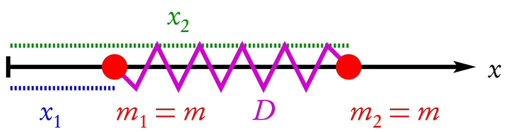
H. van Hees Wintersemester 2020/2021

Übungen zur Theoretischen Physik 1 für das Lehramt L3 – Blatt 3

Aufgabe 1 (10 Punkte): Zwei durch eine Feder verbundene Massen

Zwei Massenpunkte mit Massen $m_1 = m_2 = m$ gleiten auf einer in x-Richtung orientierten Stange reibungsfrei (d.h. die Bewegung jedes Massenpunktes ist eindimensional und kann durch die Komponenten der diversen Vektoren in x-Richtung ausgedrückt werden) und sind durch eine Feder mit der Federkonstanten D verbunden. Die Länge der ungespannten Feder sei L_0.



(a) (3 Punkte) Berechnen Sie die auf die Massenpunkte jeweils wirkende Federkraft, die proportional zur Längenänderung der Feder relativ zur Länge L_0 ist (Federkonstante D).

Hinweis: Bedenken Sie dabei genau die Richtung der Kraft!

(b) (3 Punkte) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf, rechnen Sie in Schwerpunkts- und Relativkoordinaten um und lösen Sie die entsprechenden Bewegungsgleichungen für allgemeine Anfangsbedingungen $x_j(0) = x_{j0}$, $\dot{x}_{j0} = v_{j0}$ ($j \in \{1,2\}$).

(c) (2 Punkte) Berechnen Sie das Potential $V(x_1 - x_2) = V(r)$ der Wechselwirkungskräfte.

(d) (2 Punkte) Welche Erhaltungssätze gelten für dieses System? Überprüfen Sie diese explizit anhand der Lösungen.

Aufgabe 2 (10 Punkte): Gravitationswechselwirkungspotential

Die Gravitationskraft zwischen zwei Punktmassen m_1 und m_2 ist durch

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = -\frac{\gamma m_1 m_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2} \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|} \tag{1}$$

gegeben. Wir wollen zeigen, dass es für die Wechselwirkungskräfte ein Wechselwirkungspotential $V(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)$ gibt, so dass

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = -\vec{\nabla}_1 V(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|). \tag{2}$$

(a) (2 Punkte) Berechnen Sie $\vec{\nabla}_1 V(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)$ und $\vec{\nabla}_2 V(|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|)$

(b) (4 Punkte) Verwenden Sie die Resultate in (2) und stellen Sie durch Vergleich mit (1) eine Differentialgleichung für $V(r)$ mit $r = |\vec{r}_1 - \vec{r}_2|$ auf.

(c) (4 Punkte) Lösen Sie diese Gleichung.

Homepage zu Vorlesung und Übungen:
`https://itp.uni-frankfurt.de/~hees/theo1-l3-WS2021/index.html`