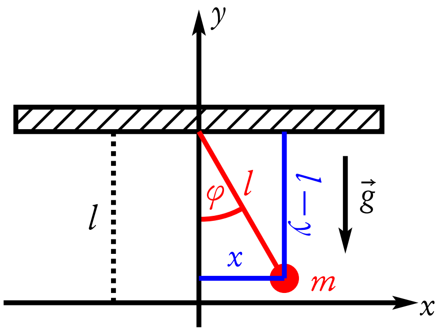
Übungen zur Theoretischen Physik 1 für das Lehramt L3 – Blatt 4

Aufgabe 1 (10 Punkte): Fadenpendel

Wir betrachten einen Massenpunkt, der an einem masselosen Faden der Länge l an der Decke im homogenen Schwerefeld der Erde befestigt ist.



(a) Zeigen Sie, dass $V = mgy$ das Potential der Schwerkraft ist.

(b) Parametrisieren Sie nun den Ortsvektor des Massenpunktes mit dem in der obigen Zeichnung eingezeichneten Winkel φ und zeigen Sie, dass

$$\underline{x} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = l \begin{pmatrix} \sin\varphi \\ 1 - \cos\varphi \end{pmatrix} \tag{1}$$

ist.

(c) Berechnen Sie die kinetische Energie $T = m\underline{\dot{x}}^2/2$.

(d) Mit dem Energiesatz

$$E = \frac{m}{2}\underline{\dot{x}}^2 + V(y) = \text{const} \tag{2}$$

folgt $\dot{E} = 0$. Zeigen Sie damit, dass die Bewegungsgleichung

$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{l}\sin\varphi \tag{3}$$

gilt.

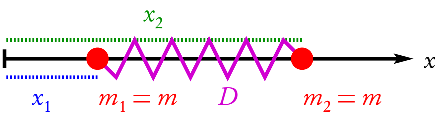
(e) Lösen Sie die Bewegungsgleichung für kleine Auslenkungen um die Ruhelage, indem Sie die Näherung $\sin\varphi \simeq \varphi$ für $|\varphi| \ll 1$ verwenden.

---

bitte wenden!

Aufgabe 2 (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.