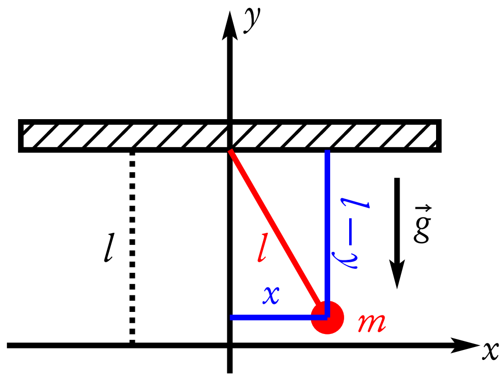
# Übungen zur Theoretischen Physik 1 für das Lehramt L3 – Blatt 4

**Aufgabe 1 (12 Punkte): Fadenpendel**

Ein Massenpunkt der Masse $m$ ist an einem (als masselos angenommenen) Faden der Länge $l$ befestigt. Wir betrachten die Schwingungen dieses Pendels in der $xy$-Ebene (s. Skizze).




(a) (2 Punkte) Zeigen Sie anhand der Skizze, dass für die Koordinaten des Massenpunktes

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

gilt. Wir beschreiben die Bewegung im Folgenden als Funktion $\varphi = \varphi(t)$.

(b) (2 Punkte) Berechnen Sie Geschwindigkeit und Beschleunigung des Körpers.

(c) (3 Punkte) Bestimmen Sie die Komponente der Gewichtskraft senkrecht zur Richtung des Fadens und argumentieren Sie, dass dies die einzige für die Bewegung effektiv wirkende Kraft ist. Überlegen Sie dazu, welche Kräfte auf den Massenpunkt entlang der momentanen Richtung des Fadens wirken!

(d) (2 Punkte) Stellen Sie die Bewegunggleichung für $\varphi$ auf!

**Hinweis:** Das Resultat lautet $m l \ddot{\varphi} = -m g \sin\varphi$.

(e) (3 Punkte) Zeigen Sie, dass für kleine Schwingungen, also $\varphi \ll 1$, das Fadenpendel als harmonischer Oszillator mit der Kreisfrequenz $\omega = \sqrt{g/l}$ beschrieben werden kann.

(f) (Zusatzaufgabe: +3 Extrapunkte) Zeigen Sie, dass die Gewichtskraft $\vec{F} = m\vec{g} = -m g \vec{e}_2$ das Potential $V = m g y$ besitzt. Formulieren Sie nun den Energiesatz

$$E = \frac{m}{2}\dot{\vec{x}}^2 + V(\vec{x}) \tag{2}$$

mit Hilfe der Parametrisierung (1) als Funktion von $\varphi$ und $\dot{\varphi}$. Zeigen Sie dann, dass aus der Energieerhaltung $\dot{E} = 0$ ebenfalls die Bewegungsgleichung folgt, ohne dass man die komplizierte Betrachtung mit Kräften in Teilaufgabe (c) benötigt!

---

Homepage zu Vorlesung und Übungen:
`https://itp.uni-frankfurt.de/~hees/theo1-l3-WS12021/index.html`