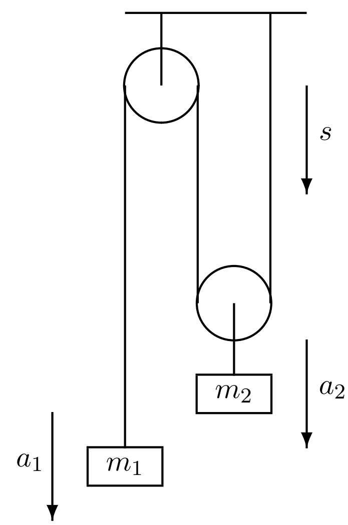
Physik I und Einführung in die theoretische Physik I
Übungsaufgaben

Manuel Hohmann

3. November 2011

1. **Gewichte, Rollen und ein Seil**
   Betrachten Sie den folgenden Versuchsaufbau:



Ein Seil ist mit einem Ende befestigt, am anderen Ende hängt eine Masse m_1. Dazwischen befinden sich eine feste Rolle sowie eine lose Rolle, an der die Masse m_2 hängt. Die Seilspannung sei s, die Beschleunigungen der beiden Massen seien a_1 und a_2.

(a) Welche physikalische Bedeutung haben folgende Annahmen? Wie wirken sie sich auf die Größen a_1, a_2, s aus? Warum sind sie für die Lösung der Aufgabe notwendig? Was würde sich ändern, wenn man diese Annahmen nicht treffen würde?

- Das Seil ist masselos.
- Die Rollen sind masselos.
- Die Reibung ist zu vernachlässigen.
- Das Seil dehnt sich unter Belastung nicht aus.

(b) Welche Kräfte wirken auf die beiden Massen?

(c) Berechnen Sie a_1, a_2, s als Funktion von m_1 und m_2.

(d) Wie müssen die Massen gewählt sein, damit sich das System im Gleichgewicht befindet?

2. **Wurf im beschleunigten Zug**
   Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird ein Ball im Waggon eines ruhenden Zuges schräg nach oben geworfen. Der Ausgangspunkt dieses Wurfs sei $\vec{r}_{b0} = (s_0, 0, h_0)$, seine Anfangsgeschwindigkeit sei $\vec{v}_{b0} = (v \cos\alpha, 0, v \sin\alpha)$. Nach dem Loslassen erfährt er die konstante Beschleunigung $\vec{a}_b = (0, 0, -g)$. Zum gleichen Zeitpunkt beginnt der Zug zu beschleunigen. Seine Beschleunigung sei $\vec{a}_h = (a, 0, 0)$ und ebenfalls konstant.

   (a) Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten $\vec{v}_b(t), \vec{v}_h(t)$ und Bahnkurven $\vec{r}_b(t), \vec{r}_h(t)$ des Balls und der Wurfhand. Dabei soll sich die Hand relativ zum Waggon in Ruhe zu befinden.

   (b) In welchem Winkel α muss der Ball abgeworfen werden, damit er wieder in die Wurfhand zurückkehrt?

   (c) Welche Bahn beobachtet der Werfer im Zug in diesem Fall?

   Eine Skizze kann bei der Lösung dieser Aufgabe hilfreich sein.

3. **Spatprodukt**
   Das Spatprodukt dreier Vektoren $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ist definiert als $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$.

   (a) Geben Sie eine Formel für das Spatprodukt in Komponenten bezüglich einer kanonischen Basis $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ an.

   (b) Zeigen Sie, dass das Spatprodukt symmetrisch unter einer zyklischen Vertauschung der drei Vektoren $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ und antisymmetrisch unter Vertauschung zweier beliebiger Vektoren ist.

   (c) Welchen Wert hat das Spatprodukt, wenn $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ein orthonormiertes Rechtssystem bilden? Wie ist es bei einem orthonormierten Linkssystem?

   (d) Welchen Wert hat das Spatprodukt, wenn $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ linear abhängig (unabhängig) sind?