

# 4. Übung zur Physik A2 für Nebenfächler WS 2017/18

Ausgabe: 02.11.2017

Abgabe: bis 09.11.2017 08:30 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

---

## Aufgabe 1: Eine einfache Version der Atwoodschen Fallmaschine

Über eine Rolle ist reibungsfrei ein masseloser Faden geführt. An den Enden des Fadens hängen Massestücke mit den Massen  $m_1$  und  $m_2$ . Es gelte:  $m_2 > m_1$ .

- Welche Kräfte wirken auf  $m_1$  und auf  $m_2$ ?
- Welche Beschleunigung erfährt  $m_2$ ?
- Es sei  $m_2 = 100$  g. Wie gross muss  $m_1$  gewählt werden, damit  $m_2$  mit 0,5 g nach unten beschleunigt wird?

## Aufgabe 2: Raumschiff Mission I: Start

Für eine Raumschiffmission soll im folgenden der Start des Raumschiffes berechnet werden. Das Raumschiff hat beim Start eine Masse von  $12,8 \cdot 10^3$  kg. Es verbrennt je Sekunde gleichmässig 125 kg Treibstoff und stösst die Verbrennungsgase mit einer Geschwindigkeit von 2400 m/s relativ zum Raumschiff nach hinten aus.

- Welche Schubkraft wird ausgeübt?
- Wie gross ist ihre Beschleunigung vertikal nach oben ...
  - ... beim Start?
  - ... beim Brennschluss nach 70s?

## Aufgabe 3: Kraftfelder

Gegeben sei ein Kraftfeld  $\vec{F}_K$  und die beiden Punkte  $\vec{P}_1$  und  $\vec{P}_2$ :

$$\vec{F}_K = \begin{pmatrix} \frac{a_k}{r} \sin(\phi) \\ -\frac{b_k}{r} \cos(\phi) \\ c_k z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ und } \quad \vec{P}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

mit

$$a_k = 1 \text{ mkg/s}^2, \quad b_k = 3 \text{ mkg/s}^2 \quad \text{und} \quad c_k = 2 \text{ m}^2\text{kg/s}^2,$$

wie es in der Abbildung 1 skizziert ist.

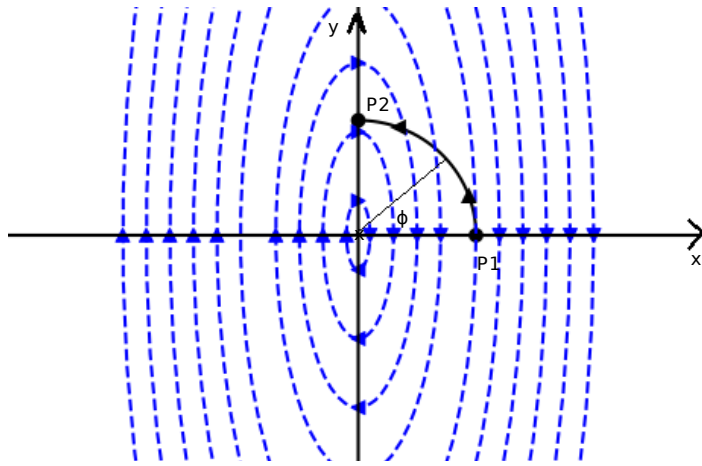


Abbildung 1: Skizze des wirkenden Kraftfeldes  $\vec{F}_k$  sowie der Bewegung der Kugel.

Eine als punktförmig angenommene Kugel der Masse  $m = 8 \text{ kg}$  bewegt sich in einer Drehbewegung um den Koordinatenursprung von Punkt  $\vec{P}_1$  zu Punkt  $\vec{P}_2$ . Der Winkel  $\phi$  beschreibt den Öffnungswinkel zwischen dem Punkt  $\vec{P}_1$  und der momentanen Position der Kugel.

*Hinweis: Für diese Aufgabe ist es hilfreich in Zylinderkoordinaten zu rechnen.*

- Wie sieht die Wegstrecke  $\vec{s}$  der Kugel in Abhängigkeit des Winkels  $\phi$  aus? Was ergibt sich entsprechend für das infinitesimale Wegstreckenelement  $d\vec{s}$ ?
- Wie viel Arbeit verrichtet die Kugel bei dieser Bewegung?
- Ist diese Kraft konservativ? Begründen Sie ihre Antwort.
- Gegeben sei nun der Punkt

$$\vec{P}_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Die Kugel bewegt sich nun von Punkt  $\vec{P}_2$  geradlinig zum Punkt  $\vec{P}_3$ . Nehmen sie ausserdem an, dass die verrichtete Arbeit der Kraft der kinetischen Energie der Kugel zu gute kommt. Welche Geschwindigkeit besitzt die Kugel dann am Punkt  $\vec{P}_3$ ?

#### Aufgabe 4: Skisprung

Im folgenden soll in grober Näherung die Weite eines Skisprungs unter Vernachlässigung von Reibungskräften berechnet werden. Der Höhenunterschied zwischen dem Startpunkt und dem Absprungpunkt beträgt  $h = 20 \text{ m}$ . Der Absprungpunkt kann hier auch als Koordinatenursprung gewählt werden.

Die springende Person mit einer Masse  $m$  kann im folgenden als punktförmig angenommen werden.

*Hinweis: Im folgenden kann die Fallbeschleunigung als  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  genähert werden.*

- Berechnen Sie alle nicht verschwindenden Energien der skispringenden Person vor dem Start. Welche sind diese?
- Welche Energien sind am Absprungpunkt relevant? Wie lassen sich diese berechnen?
- Bestimmen Sie aus den Energien vor dem Start und denen beim Absprung den Betrag der Geschwindigkeit  $v$  die während des Absprungs erreicht wird.

- d) Nehmen Sie nun an, dass die skispringende Person horizontal abspringt und nach  $t = 4\text{ s}$  am Boden ankommt.  
Wie weit ist die Person ausgehend vom Absprungsort auf der horizontalen Ebene gesprungen, wenn sie die zuvor in Aufgabenteil c) berechnete Geschwindigkeit  $v$  hat?