

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 $m_2 = 100 \text{ g}$. Wie gross muss m_1 gewählt werden, damit m_2 mit $0,5 \text{ g}$ 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 $12,8 \cdot 10^3 \text{ kg}$. 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 :

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

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.

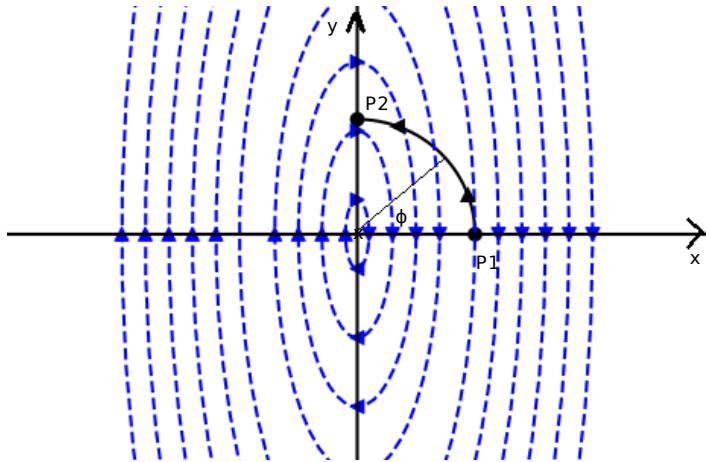


Abbildung 1: Skizze des wirkenden Kraftfeldes \vec{F}_k sowie der Bewegung der Kugel.

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 ϕ 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 ϕ 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 Absprungspunkt beträgt $h = 20 \text{ m}$. Der Absprungspunkt 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 Absprungspunkt 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?