

Rechenübungen zur Experimentalphysik I

Aufgabenblatt 7

(Besprechung: ab 2022-12-08)

Aufgabe 1:

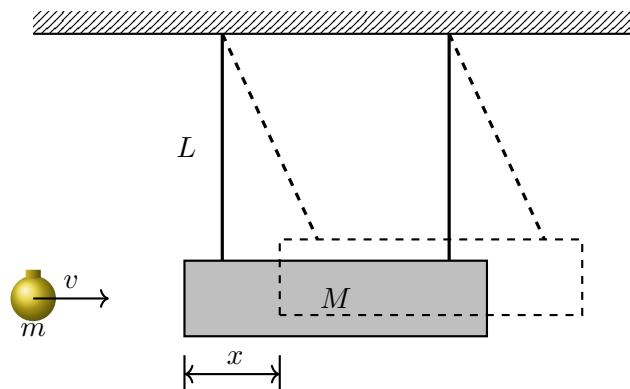
Ein Weihnachtskugelschussmaschine, die am nördlichen Ende einer Plattform mit einer Masse von 10000 kg und einer Länge von 5 m montiert ist, die sich frei auf einem horizontalen Luftlager bewegen kann, feuert Weihnachtskugeln in eine dicke Zielscheibe, die am südlichen Ende der Plattform angebracht ist. Die Maschine feuert pro Sekunde 10 Weihnachtskugeln mit einer Masse von jeweils 100 g mit einer Ausstoßgeschwindigkeit von 500 m s^{-1} ab. Sie beginnt bei $t = 0$ zu feuern. Die Luftreibung ist zu vernachlässigen. Die Flugstrecke der Weihnachtskugeln soll der Länge der Plattform entsprechen.

- Bewegt sich die Plattform?
- Falls ja, in welche Richtung?
- Falls ja, mit welcher maximalen und welcher mittleren Geschwindigkeit?
- Falls ja, welche Bewegung wird der Schwerpunkt des Systems Plattform + Weihnachtskugeln durchführen?

Aufgabe 2:

Der Nikolaus hat nun eine neue Weihnachtskugelschussmaschine gekauft und will wissen, wie schnell diese die Weihnachtskugeln abfeuert. Diese Geschwindigkeit kann er mit Hilfe eines ballistischen Pendels messen. Die Kugel, deren Masse m bekannt und deren Geschwindigkeit v unbekannt ist, dringt mit ebendieser Geschwindigkeit in einen stationären Holzblock mit der Masse M ein, der als Pendel mit der Länge L aufgehängt ist. Dadurch beginnt der Block zu schwingen. Die Schwingungsamplitude x kann gemessen werden. Leiten Sie unter Verwendung geeigneter Erhaltungssätze einen Ausdruck für die Geschwindigkeit der Kugel als Funktion von m, M, L und x für kleine Auslenkungen des Pendels her.

Hinweis: Die Näherung $\sqrt{1 - x^2} \approx 1 - \frac{1}{2}x^2$ für kleine x könnte hilfreich sein.



Aufgabe 3:

Von der Erde aus wird eine Rakete mit der Startmasse $m_0 = 250 \text{ t}$ bei einem Treibstoffanteil von 80 %, einem sekundlichen Massenausstoß (Massenstrom) von $\mu = 10^3 \text{ kg/s}$ und der konstanten Ausströmgeschwindigkeit der Verbrennungsgase $c = 3000 \text{ m/s}$ senkrecht gestartet. Die Raketengleichung für den kräftefreien Fall ohne Anfangsgeschwindigkeit lautet

$$v(t) = c \cdot \ln \left(\frac{m_0}{m_0 - \mu t} \right).$$

Man berechne

- die Brenndauer des Treibsatzes,
- die Endgeschwindigkeit (Brennschlussgeschwindigkeit) der Rakete,
- die Beschleunigung bei Start und Brennschluss,
- die Schubkraft,
- die bei Brennschluss erreichte Höhe,
- die insgesamt erreichte Höhe,
- die Steigzeit bis zur Gipfelhöhe.

Der Luftwiderstand wird vernachlässigt, die Fallbeschleunigung g wird über die gesamte Höhe als konstant vorausgesetzt.

Aufgabe 4:

Ein Winkelprofil homogener Dichte hat die Länge 100 cm und den im Bild skizzierten Querschnitt (alles in cm). Berechnen Sie die Lage des Schwerpunkts. Zerlegen Sie das Profil in geeignete Teilflächen, deren Schwerpunkt mit geringem Rechenaufwand ermittelt werden kann und verwenden Sie anschließend die Schwerpunktsformel für Massepunkte.

