

Aufgabe 1:

(4 Punkte)

Ein elastisches Seil ist an einem Ende unbeweglich an einer Wand befestigt. Im Abstand von 5 m zur Wand bewegen Sie das andere Seilende periodisch jede Sekunde 3 mal auf und ab. Dabei beobachten Sie 3 Knoten in der Seilschwingung.

Beachten Sie, dass Schwingungsbäuche bzw. -knoten an den Seilenden mitgezählt werden!

- a) Skizzieren Sie die Seilschwingung und geben Sie an, wie viele und wo Schwingungsbäuche auftreten.
- b) Welche Wellenlänge hat diese Seilschwingung? Berechnen Sie die Phasengeschwindigkeit.
- c) Berechnen Sie die Frequenz der Grundschwingung für ein solches, einseitig befestigtes Seil, d.h. die niedrigste Frequenz f , für die sich eine stehende Welle ausbilden kann.

Aufgabe 2:

(8 Punkte)

Für Kurzzeit-Spitzenlasten wird Energie in großen, schnell rotierenden Walzen gespeichert (z.B. für die Zündung und magnetische Fokussierung von Fusionsplasmen). Betrachten wir als Beispiel eine homogene Walze mit dem Radius $r = 1$ m, Länge $l = 10$ m, Dichte $\rho = 4$ g/cm³, die mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 100$ s⁻¹ rotiert.

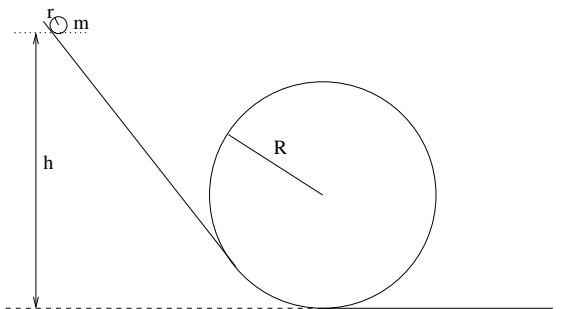
- a) Berechnen Sie die gespeicherte Rotationsenergie E_{rot} .
- b) Wie lange braucht man, um die Walze auf die Nenndrehzahl zu bringen, wenn die Leistung $P = 100$ kW zur Verfügung steht?
- c) Welche Leistung wird frei, wenn die Walze in 2 s gleichförmig abgebremst wird?
- d) Vergleichen Sie die gespeicherte Energie mit der kinetischen Energie eines Zuges der Masse 1000 t, der mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h fährt.
- e) Wie groß ist die Materialbelastung durch die Zentrifugalkraft?
(Hinweis: Berechnen Sie dazu die gesamte Zentrifugalkraft, die sich in Summe für alle Massenelemente dm der Walze von Drehachse bis zum äußeren Walzenmantel ergibt.)

Aufgabe 3:

(8 Punkte)

Ein Zylinder bewegt sich auf einer Bahn, die aus einer schiefen Ebene und einer anschließenden vertikal stehenden Kreisbahn (Looping) zusammengesetzt ist (Skizze). Die Kreisbahn hat den Radius R , der Zylinder die Masse m und den Radius r .

- a) Aus welcher Höhe muß der Zylinder reibungsfrei die schiefe Ebene hinuntergleiten (ohne zu rollen, d.h. Rotationsenergie $E_{\text{rot}} = 0$!), damit er sich gerade noch *nicht* von der Kreisbahn löst.
- b) Diskutieren und vergleichen Sie das gleiche für einen rollenden Zylinder! Berechnen Sie dazu auch das Trägheitsmoment des Zylinders!



Aufgabe 4: Freiwillige Zusatzaufgabe zu Lorentztransformation:

(8 Punkte)

Aus der Photosphäre der Sonne, die etwa $R_S = 750000$ km vom Sonnenmittelpunkt entfernt ist, werden zeitgleich ein Elektron der Masse $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg und ein Photon der Masse $m_P = 0$ kg Richtung Erde losgeschleudert. Das Elektron habe eine relativistische Energie von $E_e = 16 \cdot 10^{-14}$ J, das Photon eine relativistische Energie von $E_P = 3.73 \cdot 10^{-19}$ J. Der Abstand von Sonnenmittelpunkt und Erdmittelpunkt beträgt eine 1 AE (=astronomische Einheit, 150 Millionen km), der Erdradius $R_E \approx 6400$ km.

- a) Berechnen Sie den relativistischen Impuls als $c \cdot p$ sowie die Geschwindigkeit in Einheiten von c und die Flugzeiten für Elektron bzw. Photon aus Sicht eines Beobachters auf der Erde!
- b) Berechnen Sie Flugstrecke in Einheiten von AE und Flugzeit für Elektron aus Sicht des Elektrons (mitbewegtes Koordinatensystem)!
- c) Welche Flugstrecke und Flugzeit käme für ein Photon aus Sicht seines mitbewegten Koordinatensystems heraus?