Übungen zur Experimentalphysik I — Blatt 10

Aufgabe 1: *Zylinder auf schiefer Ebene* 7 Punkte $(3+1+1+2)$

Eine schiefe Ebene der Neigung $\beta = 10{,}5°$ relativ zur Horizontalen dient als Ablaufbahn für drei verschiedene Zylinder gleicher Masse: einen gleitenden Zylinder, einen rollenden homogenen Vollzylinder und einen rollenden Hohlzylinder mit vernachlässigbarer Wandstärke.

a) Berechnen Sie unter Vernachlässigung der Reibung für alle drei Fälle die Bahnbeschleunigungen.

b) Wie groß ist bei den beiden rollenden Zylindern das Verhältnis der Translationsenergie zur Rotationsenergie?

c) Zeigen Sie für beide rollenden Zylinder, dass die gesamte Bewegungsenergie gleich der Rotationsenergie um die momentane Drehachse im momentanen Auflagepunkt ist.

d) Wie groß muss der Haftreibungskoeffizient μ jeweils mindestens sein, damit die beiden rollenden Zylinder nicht ins Rutschen kommen?

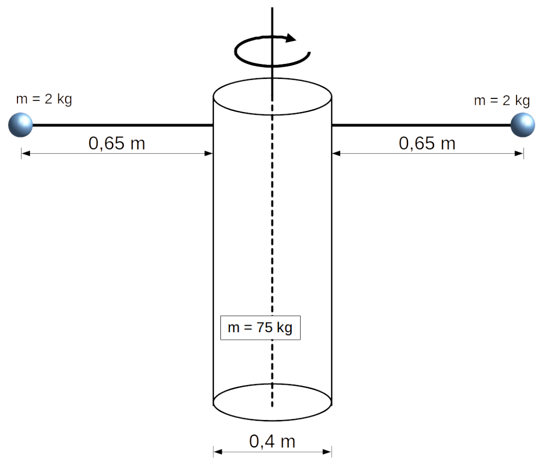
Aufgabe 2: *Steinerscher Satz* 3 Punkte

Zeigen Sie (in drei Dimensionen), dass der Steinersche Satz gilt. Benutzen Sie dazu Abbildung 18 in Abschnitt 3.3.1.3, Skript-Teil 8.

Aufgabe 3: *Eiskunstläufer* 4 Punkte $(2+2)$

Jenny, Jimmy und Janine laufen Schlittschuh. Jenny bewundert die Pirouetten, die Jimmy und Janine drehen. Jimmy streckt die Arme vom Körper weg, während Janine die Arme anzieht und sich dadurch schneller zu drehen scheint.

Als angehende Physikerin überlegt sich Jenny den physikalischen Hintergrund. Sie approximiert einen Menschen durch einen idealen Zylinder von 0,4 m Durchmesser und 75 kg Masse, der mit einer Periode von 2 Sekunden frei um seine Symmetrieachse rotiert. Durch eine masselose Verbindung sind zwei Massepunkte von jeweils $m = 2$ kg seitlich an der Zylinderoberfläche angebracht. Deren Abstand von der Zylinderoberfläche beträgt $d = 0{,}65$ m. Durch einen internen Mechanismus werden die beiden Abstände zu $d' = 0$ m reduziert (zur Oberfläche des Zylinders).

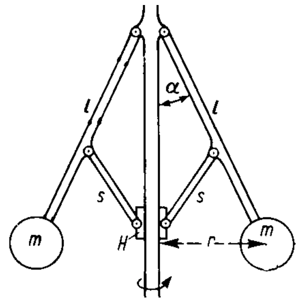


a) Wie groß sind die ursprüngliche und die endgültige Winkelgeschwindigkeit?

b) Welche Arbeit muss beim Einziehen der Arme (Massenpunkte) verrichtet werden?

Aufgabe 4: *Fliehkraftregler*

4 Punkte



Berechnen Sie für den dargestellten Fliehkraftregler den Öffnungswinkel α als Funktion der Rotationsgeschwindigkeit ω (angefangen bei $\omega = 0$) und zeichnen Sie die Lösung als Funktion von α vs. ω. Vernachlässigen Sie hierbei die Masse des Gestänges gegenüber den Gewichten. Wie würden Sie den Regler entwerfen, um eine Maschine mit einer Sollfrequenz von $f = 200$ U/min zu regeln? Bei welchen Rotationsfrequenzen kann ein Fliehkraftregler sinnvoll regeln?

Aufgabe 5: *Schwerpunkte*

4 Punkte (2+2)

Berechnen Sie explizit den Schwerpunkt von

a) einer homogenen Halbkugel mit Radius R.

b) eines homogenen Kugelsektors einer Kugel mit Radius R. Der halbe Öffnungswinkel des Sektors sei α. Verifizieren Sie, dass das Ergebnis aus Teil a) ein Sonderfall des Ergebnisses hier ist.

(Tipp: Wählen Sie das Koordinatensystem so, dass die z-Achse die Symmetrieachse ist und das Objekt im Kooridnatenursprung liegt/steht.)

Aufgabe 6: *Trägheitsmomente*

3 Punkte $(1 + 1 + 1)$

Berechnen Sie jeweils das Trägheitsmoment

a) eines dünnen Stabes der Länge L für eine Achse durch die Stabmitte, senkrecht zum Stab;

b) eines dünnen Stabs der Länge L für eine Achse durch ein Stabende, senkrecht zum Stab, einmal mit Hilfe des Steinerschen Satzes, zum anderen durch direkte Integration;

c) einer dünnen Kreisscheibe mit dem Radius R für eine Achse durch den Kreismittelpunkt, senkrecht zur Kreisfläche;

Führen Sie die Integrationen jedesmal explizit durch.

Allgemeiner Hinweis: Bitte rechnen Sie grundsätzlich so lange wie möglich mit den Variablen, d.h. setzen Sie die gegebenen Zahlenwerte erst ganz am Schluss ein.