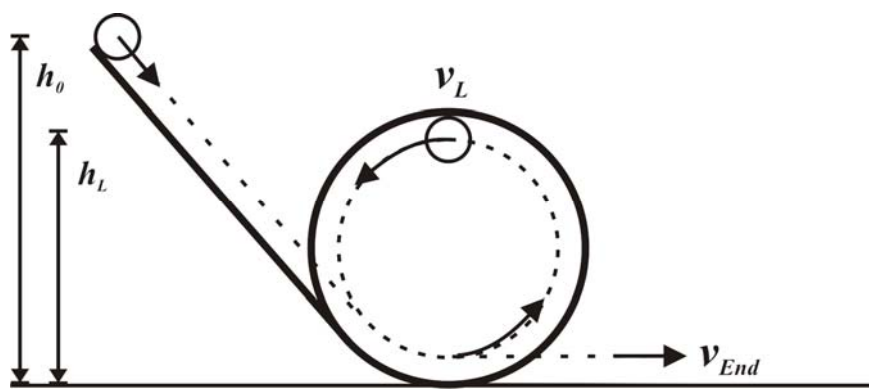


## 1. Aufgabe (7 Punkte)

Betrachten Sie folgende Situation: Eine zunächst ruhende Vollkugel mit Radius  $r$  gleitet (sprich die Kugel dreht sich nicht, also  $\omega = 0$  zu allen Zeiten) eine schiefe Ebene herunter und durchquert dann einen Looping. Die Höhe des Loopings beträgt  $h_L$  für den Schwerpunkt der Kugel.

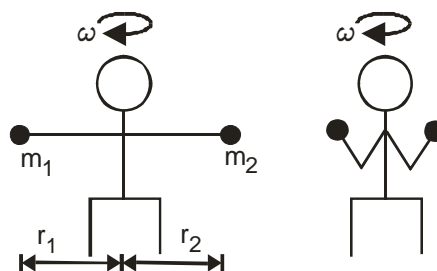
- Damit die Kugel im Scheitel des Loopings nicht herunterfällt muss der Schwerpunkt der Kugel dort mindestens eine Geschwindigkeit von  $v_L = \sqrt{g \cdot h_L/2}$  haben. Wieso? Leiten Sie diese Formel her! Hinweis: Betrachten Sie die auf die Kugel wirkenden Kräfte am Scheitel des Loopings. Vernachlässigen Sie jegliche Reibung!
- Wie hoch muss die Anfangshöhe  $h_0$  des Schwerpunktes der Kugel in Abhängigkeit von  $h_L$  mindestens sein, damit die Kugel den Looping ohne herunterzufallen durchquert? Vernachlässigen Sie jegliche Reibung!
- Nun soll die Kugel nicht mehr gleiten, sondern rollen (sprich  $\omega = v/r$  zu allen Zeiten). Wie hoch muss jetzt die Anfangshöhe  $h_0$  des Schwerpunktes der Kugel in Abhängigkeit von  $h_L$  mindestens sein, damit die Kugel den Looping ohne herunterzufallen durchquert? Vernachlässigen Sie jegliche Reibung!
- Die Höhe  $h_L$  betrage 0.8m. Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $v_{End}$  des Schwerpunktes der Kugel nach verlassen des Loopings für den gleitenden und den rotierenden Fall mit der jeweils in b) und c) ermittelten Anfangshöhe  $h_0$ . Vernachlässigen Sie jegliche Reibung! Nehmen Sie für die Erdbeschleunigung  $g = 10\text{m/s}^2$  an.



## 2. Aufgabe (3 Punkte)

Ein Kind sitzt mit ausgestreckten Armen auf einem reibungslos gelagerten Drehstuhl und dreht sich mit einer Winkelgeschwindigkeit von  $\omega = 0,5\text{Hz}$ . In den Händen hält das Kind Gewichte (siehe Skizze). Langsam winkelt das Kind die Arme an und halbiert somit den Abstand der beiden Gewichte von der Drehachse. Die Gewichte sollen im Folgenden als Massenpunkte angesehen werden. Das Trägheitsmoment des Kindes und des Drehstuhls sollen vernachlässigt werden.

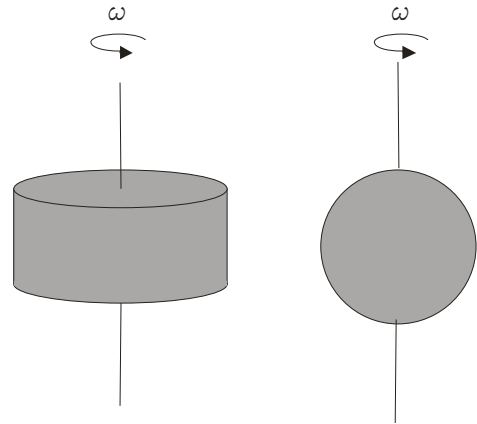
- Wie schnell dreht sich das Kind nach dem Anziehen der Arme?
- Wie groß ist das Verhältnis der kinetischen Energien der Drehbewegung vor und nach der Abstandsänderung?
- Woher kommt die zusätzliche Energie?



### 3. Aufgabe (6 Punkte)

Ein Vollzylinder mit einer Masse von  $m_Z=3\text{kg}$  und eine Vollkugel mit einer Masse von  $m_K=1\text{kg}$  besitzen beide einen Radius von  $R=50\text{cm}$ . Sie drehen sich jeweils um ihre Symmetrieachse mit einer Kreisfrequenz von  $\omega=10\text{Hz}$  (siehe Skizze).

- Wie lange dauert eine Umdrehung der beiden Körper?
- Berechnen Sie das Trägheitsmoment und den Drehimpuls der Körper!
- Berechnen Sie das Verhältnis der Rotationsenergien!
- Nun rotieren die beiden Objekte nicht mehr um ihre jeweilige Symmetrieachse, sondern um eine jeweils  $50\text{cm}$  dazu parallel verschobene Achse (also am Umfang liegend). Wie groß ist nun das jeweilige Trägheitsmoment der Körper?



### 4. Aufgabe (4 Punkte)

Eine Gärtnerin hat Erde aus einem Blumenbeet ausgehoben, um einen Strauch in das Loch einzupflanzen. Die Gärtnerin ist schlau und transportiert die überschüssige Erde ( $0,2\text{m}^3$ ) mit Hilfe einer Schubkarre ab. Die in der Schubkarre verteilte Erde hat ihren Massenschwerpunkt  $s_{\text{Erde}}=30\text{cm}$  vom Rad entfernt und der Griff der Schubkarre ist  $s_{\text{Griff}}=1,5\text{m}$  vom Rad entfernt (siehe Skizze). Nehmen Sie im Folgenden die Erde als Massenpunkt am Ort des Massenschwerpunktes an. Das Gewicht der Schubkarre sei zu Vernachlässigen. Die Dichte der Blumenbeeterde sei  $0,48\text{kg}$  pro Liter.

- Welches physikalische Gesetz macht sich die schlaue Gärtnerin bei dieser Schubkarre zu nutze?
- Leiten Sie quantitativ her, wie die Kraft, die die Gärtnerin zum Halten der Schubkarre aufbringen muss, vom Hebewinkel  $\alpha$  abhängt!
- Geben Sie an, wie viel Kraft die Gärtnerin aufbringen muss, um die Schubkarre bei einem Winkel von  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $15^\circ$  und  $30^\circ$  zu halten! (Nehmen Sie  $g=10\text{m/s}^2$  an.)
- Wie viel Prozent der eigentlichen Gewichtskraft der Blumenbeeterde muss die Gärtnerin maximal aufbringen? Wenn die Gärtnerin mit genau dieser Kraft einen Eimer Erde senkrecht hochheben würde, was für einer Masse Erde würde dies entsprechen? Wie viele Eimer Erde müsste Sie dann transportieren, um die gesamte überschüssige Erde abzutransportieren? Das Gewicht des Eimers kann vernachlässigt werden.

