

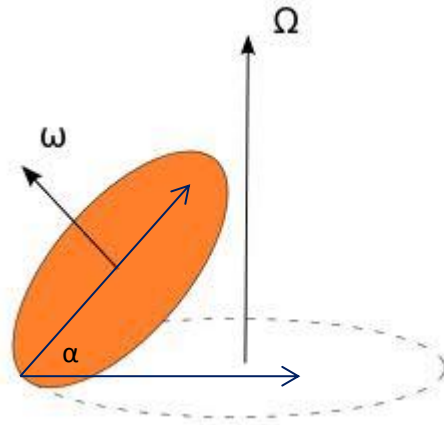
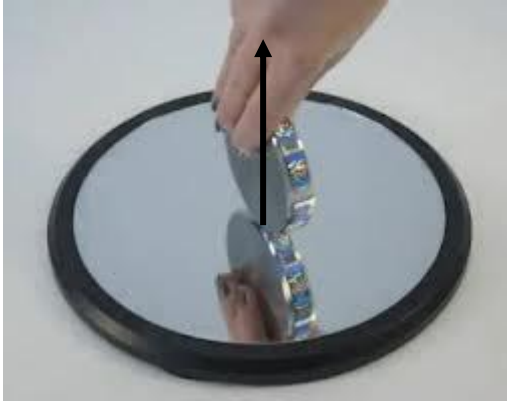
Die schnellste Fallbahn unter dem Einfluss der Schwerkraft ist durch eine Zyklode gegeben. Im angegebenen Bild sind zwei unterschiedliche Rollbahnen für Metallkugeln gezeigt, die deutlich unterschiedliche Durchlaufzeiten aufweisen. Für die längere Bahn durchläuft die Kugel den Streckenverlauf von links nach rechts deutlich schneller als für die gerade und kürzere Bahn. Am rechten Endpunkt treffen die Kugeln also zu deutlich unterschiedlichen Zeiten ein. Vergleichen Sie unter Vernachlässigung der Reibungsenergie die Gesamtenergien und die einzelnen Energiekomponenten der beiden Kugeln am rechten Endpunkt und erläutern Sie Unterschiede.

( 3 )



Beim **Minionswettbewerb** befestigt ein Minion eine Holzleiter mit zwei Nägeln an einer Kante um sich weiter über den Abgrund lehnen zu können (siehe Bild). Nehmen Sie an, dass die Holzleiter 5,1 m lang ist, davon reichen  $l_2=5\text{m}$  über den Abgrund hinaus und  $l_1=0,1\text{m}$  liegen auf dem Untergrund auf. Die Holzleiter habe eine homogene Masseverteilung und eine Masse von 5 kg. Das Minion wiege 15 kg. Wie groß ist die Kraft, die die beiden Nägel aufbringen müssen, um das Minion, das sich am Ende der Leiter befindet zu halten. Gehen Sie davon aus, dass die Nägel am Rand der Leiter befestigt sind.

( 2 )



**Eulers Disk:** Nehmen Sie an, dass die Disk am Anfang nur um die Achse senkrecht zum Boden mit der Präzessionsfrequenz  $\Omega$  gedreht wird. Warum findet nach kurzer Zeit eine Drehung auch um die Figurenachse (senkrecht zur Disk) mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  statt? Geben Sie die gesamte Energie in Abhängigkeit vom Winkel  $\alpha$  an, der den Kippwinkel der Disk angibt für zwei verschiedene Werte an. Gegeben sind Masse  $m=0,45$  kg, Dicke  $d=12,8$  mm, Durchmesser  $D=75,9$  mm. Die Reibungsenergie ist unbekannt. Geben Sie außerdem das Trägheitsmoment an. Begründen Sie für welche Bewegung welches Trägheitsmoment relevant ist. ( 5 )

Eine 800 Meter lange Brücke hat einen Längenausdehnungskoeffizienten von  $5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Wie groß müssen die Dehnungsfugen zwischen Brücke und Brückenbefestigung sein, damit auch bei einer Temperaturdifferenz von 70 K keine Verformungen auftreten? ( 1 )



Ihnen wird ein 120 Minuten langes Video zugesendet, indem ein Raum mit einem lange **verschollenen Gemälde** zu sehen ist. Dieses Gemälde wird schon seit langer Zeit gesucht. In dem Raum ist außerdem ein Pendel zu sehen, das hin und her schwingt. Ebenso ein Fenster aus dem man hinaus schauen kann. Das Pendel ändert seine Pendelebene. Nach 3810 Sekunden hat sich die Pendelebene um  $90^\circ$  nach rechts gedreht. Wenn Sie aus dem Fenster schauen, sehen Sie ein rotes kirchenähnliches Gebäude mit Turmspitze und weißer Tür. Durch die verschneite Landschaft fährt vor dem Hintergrund einer Stadt ein Huskyschlitten. Sie wollen den Ort, an dem sich das Gemälde befindet, der Polizei melden. Welchen Breitengrad und Halbkugel müssen Sie durchgeben und wie heißt die Stadt? (3)

Sie schweben im **Astronautenanzug** durchs All (ohne Rotation, siehe Skizze). Sie haben jeweils ein Gewicht (orange Box) von 5 kg an der rechten und linken Hüftseite angebracht. Sie wollen die Gewichte wegwerfen, um sich in die entgegengesetzte Richtung zu bewegen. Ihr Schwerpunkt (schwarzer Punkt) befindet sich in der Mitte Ihres Körpers. Die gewichtslosen Arme und Beine sind als Striche stilisiert. Wie müssen die Gewichte bewegt werden, damit sie selber nach dem Wurf nicht rotieren. (2)

