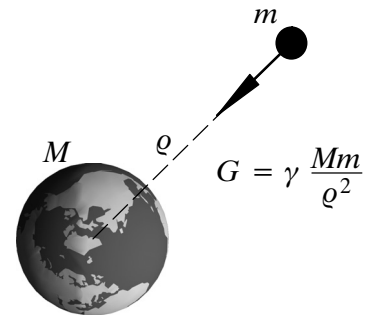


11 Energiemethoden

Aufgabe 1

Bestimmen Sie die Potentialfunktion der Schwerkraft G auf eine Punktmasse m in Abhängigkeit des Abstands ϱ vom Erdmittelpunkt. Berechnen Sie mit Hilfe des Energiesatzes die Anfangsgeschwindigkeit v_0 , die der Körper bei Start von der Erdoberfläche (Erdradius $R = 6370$ km) haben muss, um das Anziehungsfeld der Erde zu verlassen.

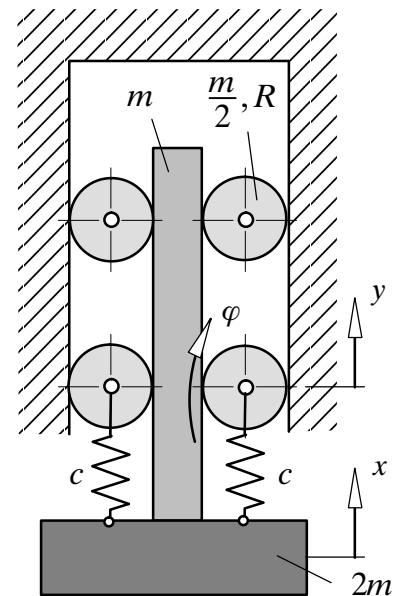
(Hinweis: Verwenden Sie $\gamma M = gR^2$ und vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem der Satellitenberechnung).



Aufgabe 2

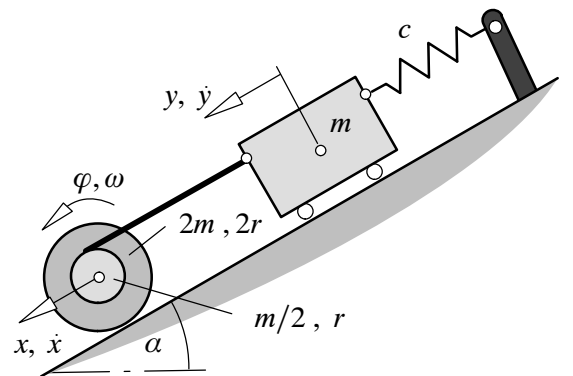
Eine Platte (Masse $2m$) ist durch eine senkrechte Führungsschiene (Masse m) und vier Räder (jeweils Masse $m/2$, Radius R) in einem Schacht so gelagert, dass sie vertikale Bewegungen ausführen kann. Dabei rollen die Räder ohne zu gleiten, sie können als homogene Kreisscheiben betrachtet werden. Zusätzlich ist die Platte über zwei Federn (Federkonstante c) mit den unteren Rädern verbunden. Gibt man für die Platte eine Aufwärtsbewegung x vor, so drehen sich die Räder um den Winkel φ und ihre Mittelpunkte legen den Weg y zurück. Für $x = y = 0$ sind die Federn entspannt.

- Formulieren Sie die kinematischen Beziehungen zwischen x , y und φ .
- Berechnen Sie die kinetische Energie T , die potentielle Energie U und die Gesamtenergie $E = T + U$.



Aufgabe 3

Auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel α) sind ein Karren (Masse m) und eine Walze über ein Seil verbunden. Die Walze besteht aus einem homogenen Zylinder (Masse $2m$, Radius $2r$) mit einem konzentrisch aufgesetzten Zapfen (Masse $m/2$, Radius r) und rollt auf einer schiefen Ebene ab. Der Karren kann sich reibungsfrei bewegen und ist durch eine Feder (Federkonstante c) an einen Fixpunkt angehängt. Für $y = 0$ ist die Feder entspannt.

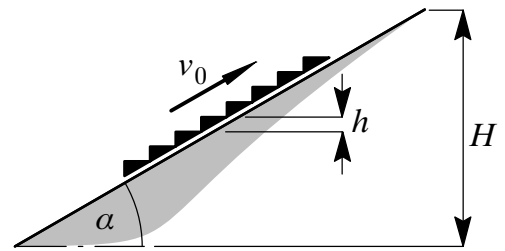


- Formulieren Sie die kinematischen Beziehungen zwischen x , y und φ .
- Berechnen Sie die kinetische Energie T , die potentielle Energie U und die Gesamtenergie $E = T + U$.



Aufgabe 4

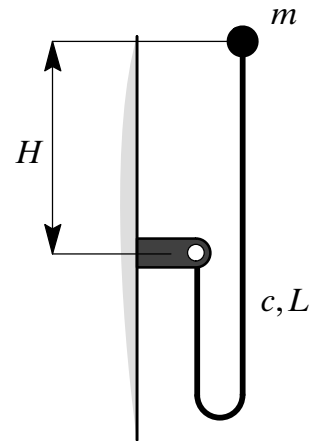
Eine Rolltreppe (Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$, Höhendifferenz $H = 4$ m, Stufenhöhe $h = 0.2$ m) soll für eine Geschwindigkeit von $v_0 = 0.5$ m/s und $\mu = 1.5$ Personen/Stufe ausgelegt werden (mittlere Masse je Person $m = 75$ kg).



- Wie groß ist die aufzuwendende Leistung, um eine einzelne Person hinaufzutransportieren? Welche Transportleistung hat die vollbesetzte Rolltreppe?
- Welche Leistung muss der Antrieb haben, wenn die Leerlaufleistung der Treppe $P_0 = 10$ kW beträgt? Wie groß ist der Wirkungsgrad?

Aufgabe 5

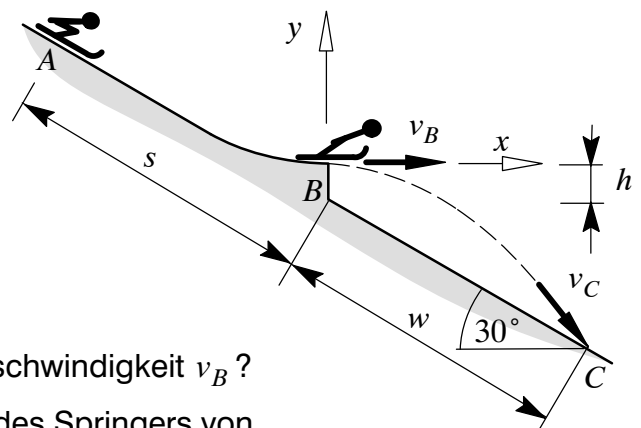
Der Fall einer Masse m wird mit einem Gummiseil (ungespannte Länge L , Federkonstante c) abgefangen. Die Masse fällt ohne Anfangsgeschwindigkeit aus einer Höhe $H \leq L$ über dem Aufhängepunkt des Gummiseils, die horizontale Abweichung der Falllinie gegenüber dem Aufhängepunkt kann vernachlässigt werden.



- Formulieren Sie den Energiesatz für das ungespannte Seil. Wie groß ist die Geschwindigkeit der Masse, wenn das Gummiseil gerade straff wird?
- Formulieren Sie den Energiesatz für das gespannte Seil. Welche Maximalgeschwindigkeit v_{\max} erreicht die Masse?
- Berechnen Sie die maximale Dehnung ΔL des Gummiseils.

Aufgabe 6

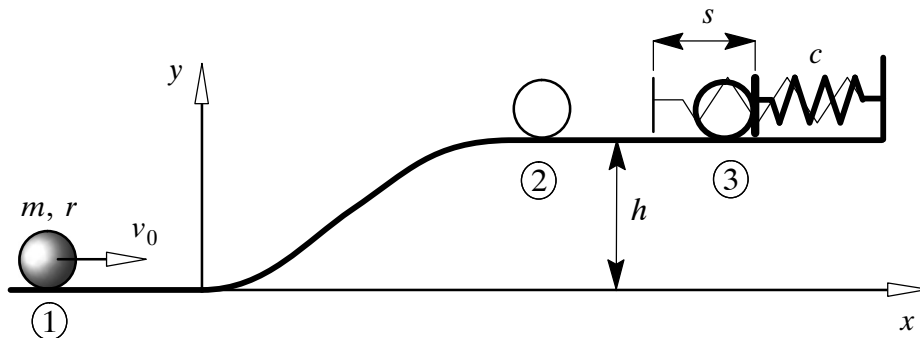
Ein Skispringer (Masse m) beginnt seine Abfahrt im Punkt A aus der Ruhe. Auf der Anlaufbahn der Schanze (Neigungswinkel 30°) gleitet er bis zum Schanzentisch und verläßt diesen im Punkt B mit der waagerechten Geschwindigkeit v_B . Verluste durch Reibung und Luftwiderstand werden vernachlässigt.



- Wie groß ist die theoretische Absprunggeschwindigkeit v_B ?
- Wie lautet die Gleichung für die Flugbahn des Springers von B nach C bei Vernachlässigung des Luftwiderstands?
- Der Aufsprunghang wird vereinfacht als Gerade in Verlängerung der Anlaufbahn angenommen. Welche Sprungweite w erreicht der Springer? Wie groß ist seine Geschwindigkeit v_C kurz vor dem Aufsetzen?

Aufgabe 7

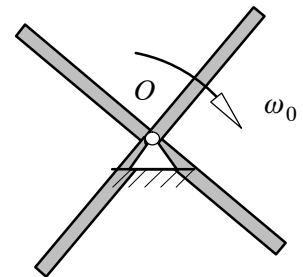
Eine Bowlingkugel (Masse m , Radius r) rollt auf einer Bahn, an deren Ende sich eine Schräge und ein gefederter Puffer (Federsteifigkeit c) befinden. Am Fuß der Schräge rollt die Kugel mit der Geschwindigkeit v_0 .



- Welche Höhe h hat die Kugel überwunden, wenn sich die Geschwindigkeit der Kugel in Position 2 auf $v_0/2$ reduziert hat?
- Wie weit wird anschließend die Pufferfeder durch die Kugel eingedrückt?
- Wie groß muss die Geschwindigkeit v_0 der Kugel mindestens sein, um die Höhe h zu überwinden?

Aufgabe 8

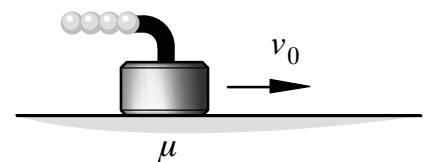
Ein Stabkreuz (Massenträgheitsmoment I_O) rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω_0 . Nach Abschalten des Antriebs wird die Drehbewegung durch das konstante Reibungsmoment M_R im Lager abgebremst.



- Nach wie viel Umdrehungen hat sich die Winkelgeschwindigkeit auf die Hälfte verringert?
- Wie viel Umdrehungen werden bis zum Stillstand ausgeführt?

Aufgabe 9

Beim Eisstockschießen wird der Stein (Masse m) mit der Horizontalgeschwindigkeit v_0 auf das Eis gesetzt. Der Stein soll aufgrund der Reibung (Gleitreibungskoeffizient μ) in einer Entfernung s zur Ruhe kommen.



- Berechnen Sie die Arbeit der Reibkraft auf diesem Weg.
- Wie groß muss die Anfangsgeschwindigkeit v_0 für diesen Wurf sein?
- Der Werfer täuscht sich bei der Anfangsgeschwindigkeit um Δv_0 . Um welche Strecke Δs schiebt sich der Stein über das Ziel hinaus?

Aufgabe 10

Eine Kiste (Masse m) wird aus der Ruhe losgelassen und rutscht auf einer schiefen Ebene (Neigungswinkel 45° , Gleitreibungskoeffizient μ) hinunter. Am unteren Ende (Entfernung s) wird sie von einem masselosen Federpuffer (Federsteifigkeit c) abgefangen und zurückgestoßen.

- Wie groß ist die maximale Einfederung Δl des Puffers?
- Wie weit wird die Kiste wieder die Ebene hinauf gestoßen?

