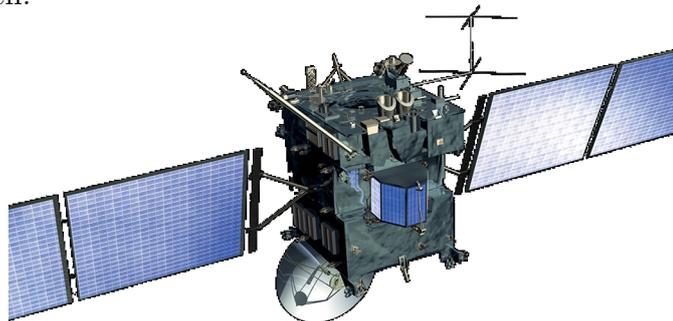


1. Ein Motorradfahrer der Geschwindigkeit $v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ durchfährt eine (ebene) Kurve mit Krümmungsradius $r = 200 \text{ m}$. Um welchen Winkel muss er sich (d.h. den Schwerpunkt von sich und seinem Motorrad) gegenüber der Normalposition neigen?
2. Eine Achterbahn soll antriebslos (und nahezu reibungsfrei) einen Looping mit Durchmesser $d = 9,0 \text{ m}$ durchfahren. Mit welcher Mindestgeschwindigkeit muss unten in den Looping eingefahren werden, wenn im höchsten Punkt des Loopings nichts aus den Waggonen herausfallen darf?
3. Die am 26. Februar gestartete Raumsonde „Rosetta“ (Masse 3 t) soll im November 2014 den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko erreichen, ihn auf einer Umlaufbahn umrunden und schließlich einen sogenannten „Lander“ auf dem Kometen absetzen. Dieser soll sich mit Hilfe einer Art Harpune auf der Kometenoberfläche verankern. Der Kern des Kometen hat einen Durchmesser von 4 km, seine Dichte soll hier grob auf $500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ geschätzt werden (vermuteter Wert zwischen $100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ und $1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Die Masse des Landers beträgt 100 kg.
 - a) Berechnen Sie die Gewichtskraft des „Landers“ auf der Oberfläche des Kometen.
 - b) Ermitteln Sie aus dem Ergebnis von Teilaufgabe a) die Fallbeschleunigung g auf dem Kometen.



Rosetta (Bild: www.esa.int)

4. Gegeben ist ein Fadenpendel der Länge l .
 - a) Geben Sie das Kraftgesetz zur ausgelenkten Bogenstrecke y an. Verwenden Sie dazu die Kleinwinkelnäherung.
 - b) Wie lang muss der Faden gewählt werden damit das Pendel mit einer Schwingungsdauer von 1,0 s schwingt?

Zur Erinnerung:

Gravitationsgesetz:

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$$

Harmonische Schwingung:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Kugelvolumen:

$$V = \frac{4}{3} r^3 \pi$$

Viel Erfolg!

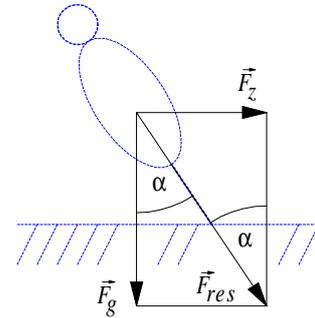
1. geg: $v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $r = 200 \text{ m}$

Aus dem Kräfte-Diagramm im bewegten System,
mit Scheinkraft Zentrifugalkraft:

$$\tan \alpha = \frac{F_z}{F_g} = \frac{\frac{mv^2}{r}}{mg} = \frac{v^2}{rg}$$

$$\tan \alpha = \frac{(22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{200 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,25119$$

$$\Rightarrow \alpha = 14^\circ$$



2. geg: $r = 4,5 \text{ m}$

Kräftegleichgewicht im höchsten Punkt des Loopings:

$$F_g = F_z$$

$$mg = \frac{mv_{\text{oben}}^2}{r}$$

$$v_{\text{oben}} = \sqrt{gr} = \sqrt{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,5 \text{ m}} \quad \left(= 6,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Energieerhaltung:

$$\frac{1}{2}mv_{\text{unten}}^2 = \frac{1}{2}mv_{\text{oben}}^2 + gm \cdot 2r$$

$$v_{\text{unten}}^2 = v_{\text{oben}}^2 + 4gr = 5gr$$

$$v_{\text{unten}} = \sqrt{5gr} = \sqrt{5 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,5 \text{ m}} = 14,9 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \left(= 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

3. geg: $r = 2 \cdot 10^3 \text{ m}$, $\rho = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $m = 100 \text{ kg}$

a) Volumen des Kometen:

$$V = \frac{4}{3}r^3\pi \quad \left(= 3,4 \cdot 10^{10} \text{ m}^3 \right)$$

Masse des Kometen:

$$M = \rho \cdot V = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,4 \cdot 10^{10} \text{ m}^3 = 1,7 \cdot 10^{13} \text{ kg}$$

Gravitationsgesetz:

$$F = G \cdot \frac{Mm}{r^2} = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2} \cdot \frac{1,7 \cdot 10^{13} \text{ kg} \cdot 100 \text{ kg}}{(2 \cdot 10^3 \text{ m})^2} = 0,028 \text{ N} \approx 0,03 \text{ N}$$

b) Fallbeschleunigung bzw. Ortsfaktor:

$$mg = F$$

$$g = \frac{F}{m} = \frac{0,03 \text{ N}}{100 \text{ kg}} = 0,0003 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

4. Federpendel.

a) Kraftgesetz:

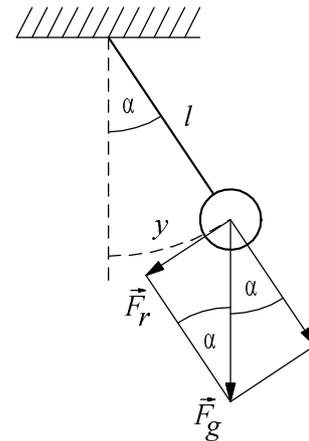
$$F_r = -F_g \cdot \sin \alpha = -mg \sin \alpha$$

Kleinwinkelnäherung:

$$F_r \approx -mg\alpha$$

Mit der Bogenlänge $y = l\alpha$, bzw. $\alpha = \frac{y}{l}$:

$$F_r \approx -\frac{mg}{l} \cdot y$$



b) geg: $T = 1,00 \text{ s}$

Richtgröße:

$$D = \frac{mg}{l}$$

Für die Winkelgeschwindigkeit gilt:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}} = \sqrt{\frac{mg}{lm}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Damit:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (1,00 \text{ s})^2}{4\pi^2} = 0,25 \text{ m}$$