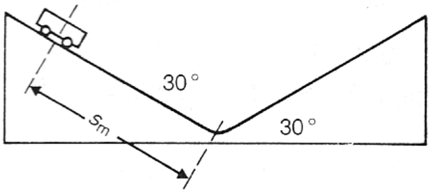
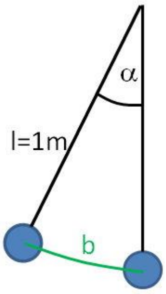
Harmonische Schwingungen

1. a) Zeigen Sie, dass ein vertikales Fadenpendel eine harmonische Schwingung ausführt.
   b) Geben Sie die Richtgröße eines solches Systems an.

2. In der dargestellten Abbildung fährt ein Wagen reibungsfrei auf zwei geneigten Ebenen mit jeweils 30° Neigung periodisch hin und her.
   Zur Zeit t=0s wird er an der Stelle s_m=-40cm losgelassen.
   a) Berechnen Sie die Periodendauer der entstehenden Schwingung.
   b) Skizzieren Sie das s(t)-, v(t)- und a(t)-Diagramm.
   c) Entscheiden und begründen Sie, ob diese Schwingung harmonisch ist.



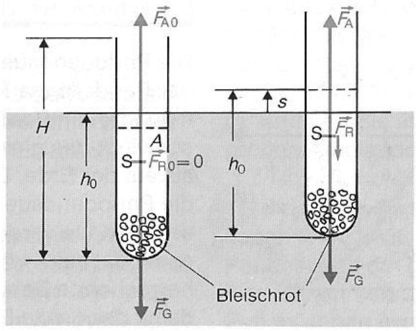
3. Untersuchen Sie, ob ein Fadenpendel eine harmonische Schwingung ausführt. Betrachten Sie dazu ein Pendel der Pendellänge l=1m und der Gewichtskraft des Pendelkörpers von 1N. Die Auslenkung entspricht dem Kreisbogen b.
   a) Berechnen Sie für die Auslenkwinkel α=2°(5°, 10°, 20°, 30°, 45°, 60°, 90°) die Kreisbogenlängen b und die Rückstellkräfte F_r.
   b) Veranschaulichen Sie den Zusammenhang F_r(b) grafisch.
   c) Unter welcher Bedingung kann ein Pendelschwinger als harmonisch angesehen werden?



3. An einem schwimmenden Reagenzglas mit der Länge H und der Querschnittsfläche A stehen bei der Eintauchtiefe h_0 die Gewichtskraft F_G und die Auftriebskraft F_{A0} im Gleichgewicht.
   a) Geben Sie die Gleichung zur Berechnung der Auftriebskraft an.

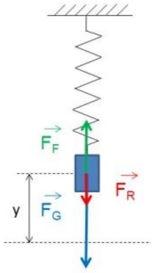
   Durch Anheben des Glases um ein Stück s=Δh und anschließendem Loslassen führt es eine Schwingung aus.

   b) Zeigen Sie, dass diese Schwingung harmonisch ist.
   c) Drücken Sie die Richtgröße D als Gleichung aus.



Lösungen:

1. a) Gleichgewichtszustand: $F_G = -F_F$ $\qquad F_G - F_F = 0$
   Auslenkung (oben): $F_G > F_F$ $\qquad |F_r| = F_G - F_F$
   $F_r = F_G - (F_F - D \cdot x) = D \cdot x$
   b) Die Richtgröße entspricht der Federkonstanten D

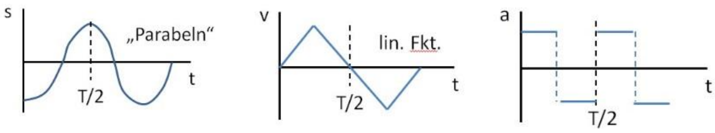


2. a) gleichmäßig beschleunigte Bewegung:

$$s = \frac{a}{2}t^2 \qquad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} \qquad a = g \cdot \sin(\alpha) = 4{,}905\,\text{m/s}^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g \cdot \sin(\alpha)}} = 0{,}4\,\text{s} \qquad T = 4 \cdot t = 1{,}6\,\text{s}$$

   b)



   c) keine harmonisch Schwingung, da F = konstant (Hangabtriebskraft)

3 a) $\alpha\ (Bogenmaß) = \frac{b}{l}$ $\qquad$ l=1m: $\frac{\pi}{180°} = \frac{\alpha}{b}$ $\qquad b = \frac{\pi \cdot \alpha}{180°}$

$F_r = F_G \cdot \sin(\alpha)$

α	2°	5°	10°	20°	30°	45°	60°	90°
b in m	0,0349	0,0873	0,1745	0,349	0,5236	0,7854	1,0472	1,5708
F in N	0,0349	0,0872	0,1736	0,342	0,50	0,7071	0,8660	1,000

   b) Für Winkel α <10° ist näherungsweise das lineare Kraftgesetz erfüllt (kleine Auslenkwinkel !)

4. a) Auftriebskraft entspricht der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeitsmenge.
   $F_A = m_{Fl} \cdot g = V \cdot \rho \cdot g = A \cdot h_0 \cdot \rho \cdot g$ $\qquad$ Schwimmen: F_A = m·g (Schwingers)
   b) Anheben um s: F_A nimmt ab $\qquad \Delta F_A = A \cdot s \cdot \rho \cdot g$
   $F_r = \Delta F_A \sim s$ $\qquad$ (A, ρ, g = konstant)
   c) $F_r = -A \cdot \rho \cdot g \cdot s$ $\qquad D = A \cdot \rho \cdot g$