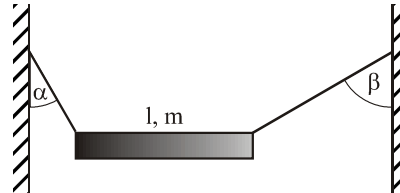
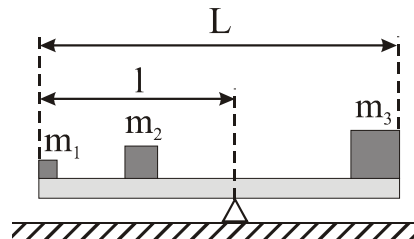


1. Ein inhomogener Balken (Länge  $l = 10 \text{ m}$ , Masse  $m = 81,5 \text{ kg}$ ) hängt an zwei leichten Seilen und befindet sich im Gleichgewicht. Das eine Seil schließt mit der Vertikalen den Winkel  $\alpha = 30^\circ$  ein, das andere den Winkel  $\beta = 60^\circ$  (siehe Abbildung).



- a) Berechnen Sie die in den beiden Seilen wirkenden Kräfte! (*Lösung:*  $T_1 = 400 \text{ N}$ ,  $T_2 = 692,4 \text{ N}$ )  
 b) An welcher Stelle des Balkens befindet sich sein Schwerpunkt? (*Lösung:* 2,5 m vom linken Ende)
2. Ein Balken der Länge  $L = 1 \text{ m}$  mit vernachlässigbarem Eigengewicht ist mit drei Massen ( $m_1 = 10 \text{ g}$ ,  $m_2 = 40 \text{ g}$ ,  $m_3 = 60 \text{ g}$ ) entsprechend nebenstehender Abbildung belastet. Der Abstand zwischen  $m_1$  und  $m_2$  beträgt 30 cm.



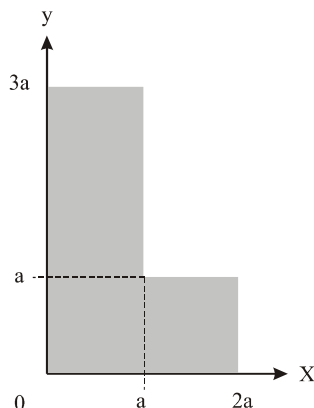
- a) An welcher Stelle  $l$  muß der Balken unterstützt werden, damit er sich im Gleichgewicht befindet? (*Lösung:* 65,5 cm)  
 b) Berechnen Sie den Betrag der unterstützenden Kraft! (*Lösung:* 1,08 N)
3. Betrachten Sie ein abgeschlossenes System von drei Teilchen. Sie wirken aufeinander mit den Zentralkräften  $F_{12} = 1 \text{ N}$ ,  $F_{13} = 0,6 \text{ N}$ ,  $F_{23} = 0,75 \text{ N}$ , wobei  $F_{ij}$  die von Teilchen  $j$  auf Teilchen  $i$  ausgeübte Kraft angibt. Die Teilchen befinden sich an den Orten

$$\vec{r}_1 = \begin{pmatrix} 4 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ m} \quad \vec{r}_2 = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ m} \quad \vec{r}_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ m} .$$

→ Wählen Sie zwei verschiedene Punkte und zeigen Sie, daß in beiden Fällen die Summe der Drehmomente Null ist.

**Bitte Seite wenden!**

4. Eine homogene **Holzplatte** wird an drei *senkrechten* Fäden, die an den Punkten  $(0, 0)$ ,  $(2a, a)$  und  $(a, 3a)$  befestigt sind, so aufgehängt, daß sie sich in einer *horizontalen* Ebene befindet (siehe Abbildung).



- Vervollständigen Sie die Abbildung durch Einzeichnen der Kräfte als Vektoren! ( $\odot$  ... nach oben;  $\otimes$  ... nach unten).
- Wie lauten die Gleichgewichtsbedingungen?
- Berechnen Sie die drei Fadenkräfte unter der Voraussetzung, dass die Gewichtskraft  $F_G$  der Platte bekannt ist!
- Geben Sie den Wert für die Fadenkräfte an, falls die Masse der Platte  $m = 1,02 \text{ kg}$  beträgt!  
(Lösung: 4,5 N, 2 N, 3,5 N)

*Hinweis:* Um das Aufsuchen des Schwerpunktes der ganzen Platte zu umgehen, denkt man sich diese aus zwei gleich großen Rechteckflächen zusammengesetzt, von denen jede die Gewichtskraft  $F_G/2$  hat.

5. Ein **Stahlseil** ( $\rho_{St} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ,  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ,  $\sigma_z = 8 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ ,  $L = 9 \text{ km}$ ) hängt in einem senkrechten Schacht.

- Welche Längenänderung erfährt es? (Lösung: 15,3 m)
- Welche Längenänderung erfährt es, wenn es im Meer ( $\rho_w = 1,03 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ ) abgesenkt wird?  
(Lösung: 13,2 m)
- Wie lang darf das Seil im Schacht sein, damit es nicht reißt? (Lösung:  $< 10590 \text{ m}$ )

*Hinweis:* Querkontraktion wird vernachlässigt. Bis zum Zerreißpunkt  $\sigma_z$  dehne sich das Seil rein elastisch.

6. Ein **Stahlträger** ( $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ) wird an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende im Abstand  $L = 10 \text{ m}$  durch die Kraft  $F$  in  $z$ -Richtung belastet.

→ Wie groß ist die Durchbiegung des freien Endes (Biegepeil) für  $F = 1000 \text{ N}$

- bei rechteckigem Querschnitt ( $\Delta z = d = 0,1 \text{ m}$ ;  $\Delta y = b = d/2$ )? (Lösung: 40 cm)
- bei einem I-Profil gemäß der Skizze mit  $b_1 = d_1 = 0,1 \text{ m}$ ;  $b_2 = d_2 = 0,05 \text{ m}$ ? (Lösung: 21 cm)

