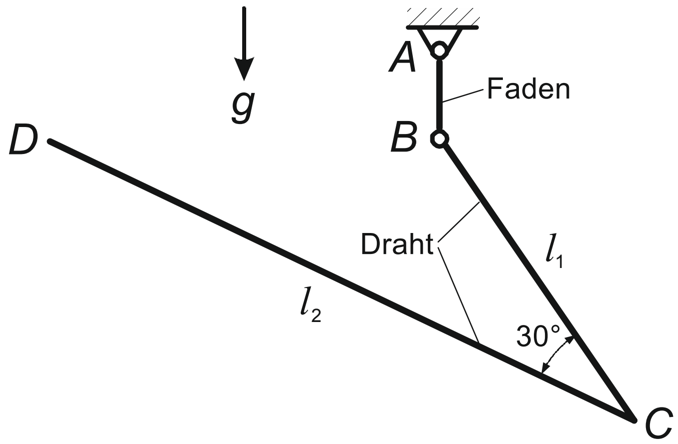


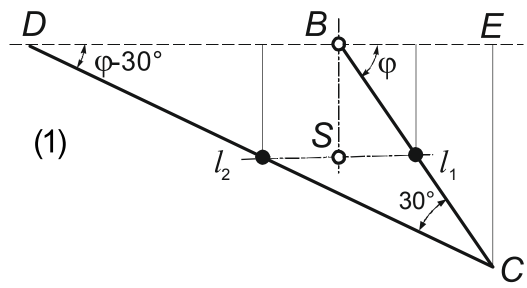
Am Faden aufgehängter Drahtwinkel („Kleiderbügel“)

Geg.: l_1 = 200 mm

Ges.: Länge l_2, damit Strecke $\overline{BD}$ waagerecht liegt

---

Der Linienschwerpunkt *S* des Drahtes muss unter dem Punkt *B* liegen.



$$l_1 \frac{l_1}{2} \cos\varphi = l_2 \left[\frac{l_2}{2} \cos(\varphi - 30°) - l_1 \cos\varphi \right]$$

$$\left(\frac{l_1^2}{2} + l_1 l_2 \right) \cos\varphi = \frac{l_2^2}{2} \cos(\varphi - 30°) \qquad (1)$$

Geometrische Beziehung:

$$\overline{EC} = l_1 \sin\varphi = l_2 \sin(\varphi - 30°) \qquad (2)$$

Additionstheoreme:

$$\cos(\varphi - 30°) = \cos\varphi \cos 30° + \sin\varphi \sin 30° = \frac{1}{2}\left(\sqrt{3}\cos\varphi + \sin\varphi\right) \qquad (3)$$

$$\sin(\varphi - 30°) = \sin\varphi \cos 30° - \cos\varphi \sin 30° = \frac{1}{2}\left(\sqrt{3}\sin\varphi - \cos\varphi\right) \qquad (4)$$

(3) in (1) und (4) in (2):

$$\left(\frac{l_1^2}{2} + l_1 l_2 \right) \cos\varphi = \frac{l_2^2}{4}\left(\sqrt{3}\cos\varphi + \sin\varphi\right) \qquad (1')$$

$$\sin\varphi = \frac{l_2}{2 l_1}\left(\sqrt{3}\sin\varphi - \cos\varphi\right) \qquad (2')$$

$$\frac{l_1^2}{2} + l_1 l_2 = \frac{l_2^2}{4}\left(\sqrt{3} + \tan\varphi\right) \qquad (1'')$$

$$\tan\varphi = \frac{l_2}{2 l_1}\left(\sqrt{3}\tan\varphi - 1\right) \qquad (2'')$$

$$\left(-1 + \frac{l_2}{2 l_1}\sqrt{3} \right) \tan\varphi = \frac{l_2}{2 l_1}$$

$$\tan\varphi = \frac{1}{-2\frac{l_1}{l_2} + \sqrt{3}} \qquad (2''')$$

(2‘‘‘) in (1‘‘):

$$\frac{l_1^2}{2}+l_1\,l_2=\frac{l_2^2}{4}\left(\sqrt{3}+\frac{1}{\sqrt{3}-\frac{2\,l_1}{l_2}}\right)=\frac{l_2^2-\frac{l_1\,l_2}{2}\sqrt{3}}{\sqrt{3}-\frac{2\,l_1}{l_2}}$$

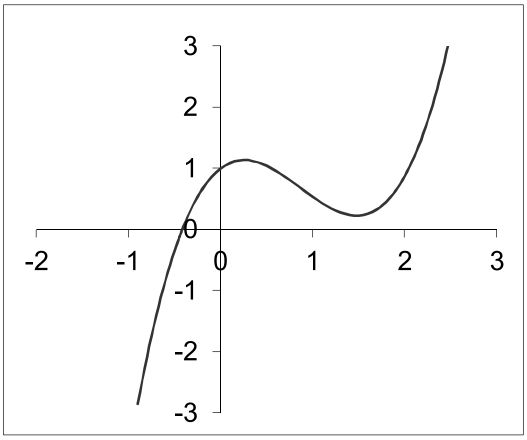
$$\left(\frac{l_2}{l_1}\right)^3-\frac{3\sqrt{3}}{2}\left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2+\left(2-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(\frac{l_2}{l_1}\right)+1=0$$

$$x^3-\frac{3\sqrt{3}}{2}\,x^2+\left(2-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)x+1=0 \qquad \text{mit:} \quad x=\frac{l_2}{l_1}$$

Lösung der kubischen Gleichung mit MathCad:

$$\mathrm{x} := \begin{bmatrix} 1 \\ \left(2-0.5\cdot\sqrt{3}\right) \\ -1.5\cdot\sqrt{3} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathrm{nullstellen}\ (\mathrm{x}) = \begin{pmatrix} -0.418 \\ 1.508-0.346\mathrm{i} \\ 1.508+0.346\mathrm{i} \end{pmatrix}$$



Erstaunlich ist, dass keine der drei Lösungen technisch brauchbar ist.

Das bedeutet, dass die beiden Forderungen: $\overline{BD}$ waagerecht und Linienschwerpunkt unter B nicht gleichzeitig realisierbar sind.

Zur Kontrolle:

Lösung der kubischen Gleichung mit Hilfe der Cardanischen Formeln:

$a := -1.5\cdot\sqrt{3}$ $\quad b := 2 - .5\cdot\sqrt{3}$ $\quad c := 1$

$p := b - \frac{a^2}{3}$ $\quad q := 2\cdot\frac{a^3}{27} - a\cdot\frac{b}{3} + c$

$p = -1.116$ $\quad q = 0.683$

$D := \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3$ $\quad D = 0.065$

$u := \sqrt[3]{\frac{-q}{2} + \sqrt{D}}$ $\quad v := \sqrt[3]{\frac{-q}{2} - \sqrt{D}}$

$u = -0.442$ $\quad v = -0.842$

$z1 := u + v$

$z1 = -1.284$

$x := z1 - \frac{a}{3}$

$x = -0.418$