

1.2. Die Masse des Space-Shuttles betrug beim Start zusammen mit der Trägerrakete ungefähr $2,0 \cdot 10^6 \text{ kg}$. Während des Starts erhöhte sich nach dem Zünden der Triebwerke die Schubkraft der Rakete relativ schnell bis zum Maximalwert von ca. $3,0 \cdot 10^7 \text{ N}$.

- Berechne den Betrag F_S der Schubkraft, die die Triebwerke in dem Augenblick aufbrachten, in dem die Rakete unmittelbar nach dem Start gerade schwebte. Rechne mit $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Berechne die Beschleunigung a_{\max} , die die Rakete kurz nach dem Abheben maximal erfahren konnte. *Vorsicht: Beachte unbedingt Teilaufgabe a).* [Kontrollergebnis: $a_{\max} = 5,0 \text{ m/s}^2$]
- Berechne die Zeit t , die die Rakete für den ersten Kilometer ihres Fluges benötigte.
- Berechne die Geschwindigkeit v , die die Rakete am Ende des ersten Kilometers ihres Fluges erreicht hatte.
- Begründe, warum über eine längere Flugstrecke die Beschleunigung des Space-Shuttles - wie bei allen anderen Raketen auch - trotz gleichbleibender Schubkraft der Triebwerke nicht mehr als konstant angenommen werden konnte und welchen Einfluss dies auf die Beschleunigung hatte.

a) Schweben $\hat{=} F_S = F_G = m \cdot g = 2 \cdot 10^7 \text{ N}$

b) ges.: a_{\max}

$$F_{S, \max} = 3 \cdot 10^7 \text{ N}, \quad F_S = F_{S, \max} - F_G = m a_{\max}$$

$$\Rightarrow a_{\max} = \frac{3 \cdot 10^7 \text{ N} - 2 \cdot 10^7 \text{ N}}{2 \cdot 10^6 \text{ kg}} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$N = [F] = [m \cdot a] = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

c) ges.: s, a ; ges.: t

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 20 \text{ s}$$

d) $v = a \cdot t = 100 \text{ m/s} = 360 \text{ km/h}$

e) Treibstoffverlust ca. 1 t/s (bei einem Startgewicht von 800 t o.ä.)

Kräfteaddition und -zerlegung

- 2.1. Ein Handtuch, das 5 kg wiegt, wird genau in die Mitte einer 2 m langen Wäscheleine gehängt. Die Leine ist mit Haken in der Wand befestigt. Der Winkel zwischen Leine und Wand beträgt 85° .

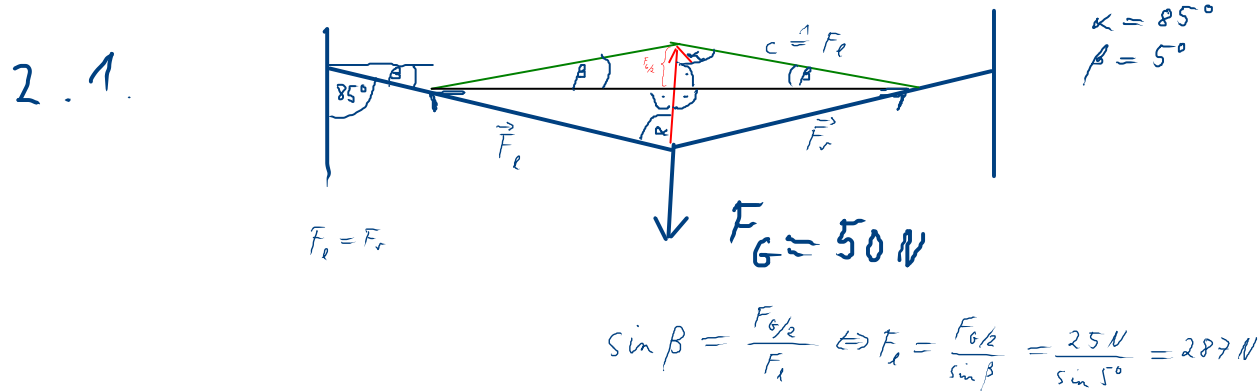
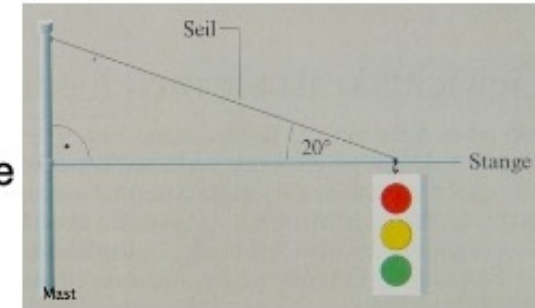
Mit welcher Kraft zieht die Leine an jedem Haken?

- 2.2. Große Schiffe werden oft durch Schlepper in den Hafen gezogen. Die beiden Schlepper ziehen symmetrisch zur Fahrtrichtung jeweils mit einem Kraftbetrag von 10 kN. Die beiden Schleppseile bilden einen Winkel der Weite $\alpha = 60^\circ$.

Bestimmen Sie den Betrag der Kraft, mit der das Schiff in Fahrtrichtung gezogen wird.

- 2.3. Eine Ampel mit einer Masse von 10 kg wird wie im nebenstehenden Bild aufgehängt.

Bestimmen Sie die Kräfte (Betrag und Richtung), die das Seil bzw. die Stange auf den Mast ausüben.



oder:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos 10^\circ$$

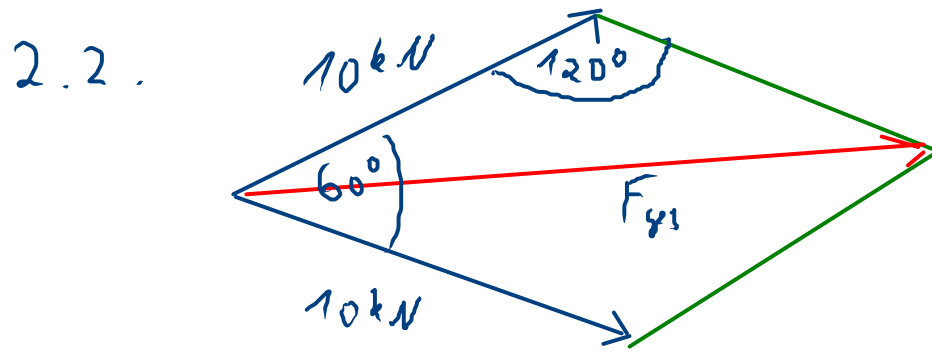
$F_x = a = b, c = F_G$

$$F_G^2 = F_x^2 + F_x^2 - 2F_x^2 \cos 10^\circ$$

$$= F_x^2 (2 - 2 \cos 10^\circ)$$

$$\Rightarrow F_x = \sqrt{F_G^2 / (2 - 2 \cos 10^\circ)}$$

$$= F_G / \sqrt{2 - 2 \cos 10^\circ}$$



$$F_{\text{res}} = \sqrt{(10 \text{ kN})^2 + (10 \text{ kN})^2 - 2(10 \text{ kN})^2 \cdot \cos 120^\circ}$$

$$= 17,3 \text{ kN}$$