

## Übung 21

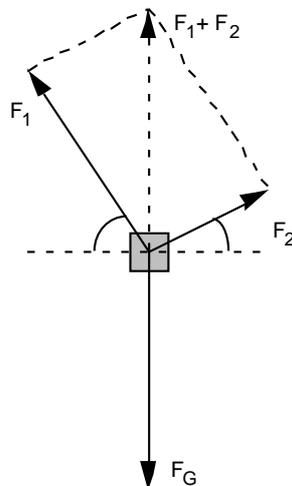
## Translations-Mechanik Impuls/Kraft als Vektor, Grundgesetz der Mechanik, Reibung

### Lernziele

- einen neuen theoretischen Sachverhalt analysieren können.
- die vektorielle Addition bzw. Zerlegung von Impuls, Impulsstrom und Kraft zur Analyse und Lösung von konkreten Problemstellungen anwenden können.

### Aufgaben

1. Im Unterricht wurde an einem Wandtafel-Experiment die vektorielle Zerlegung einer Kraft in einzelne Komponenten aufgezeigt:



Die Summe der am Körper angreifenden Schnurkräfte  $F_1$  und  $F_2$  kompensiert die senkrecht nach unten gerichtete Gewichtskraft  $F_G$ . Es gilt also

$$F_G + (F_1 + F_2) = 0 \quad (*)$$

Gemessen wurden die Beträge der beiden Kräfte  $F_1$  und  $F_2$ , die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  sowie die Masse  $m$  des Körpers.

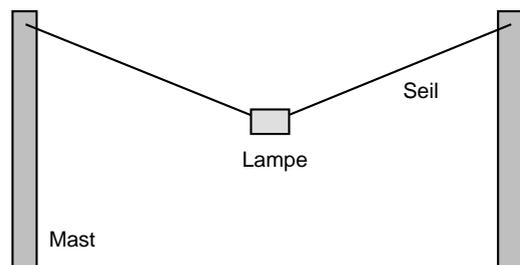
Werten Sie nun die gemessenen Daten aus, und überprüfen Sie damit die Beziehung (\*).

Hinweise:

- Die horizontalen Komponenten der beiden Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  sollten sich kompensieren.
- Die Summe der vertikalen Komponenten der beiden Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  sollte die senkrecht nach unten gerichtete Gewichtskraft  $F_G$  kompensieren.

2. (siehe Seite 2)

2. Eine Strassenlampe ist an einem Drahtseil zwischen zwei Masten aufgehängt:

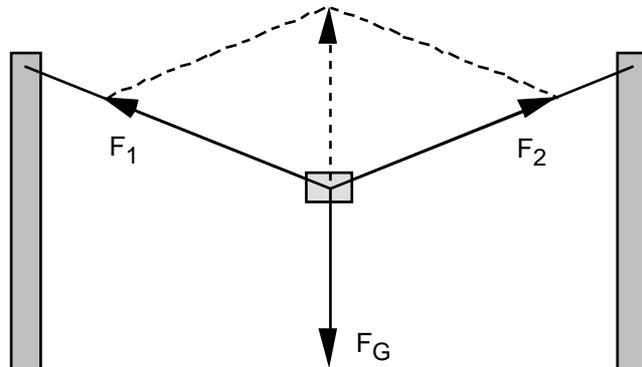


- a) Skizzieren Sie die Situation auf ein neues Blatt, und zeichnen Sie alle an der Lampe angreifenden Kräfte ein. Die Länge der gezeichneten Kraftpfeile soll proportional zum Betrag der Kräfte sein.
- b) Man möchte nun wissen, wie lange das Seil mindestens sein muss, damit die Zugkraft, welche das Seil auf den einzelnen Masten ausübt, einen maximalen Wert  $F_{\max}$  nicht überschreitet. Bekannt seien der Abstand der beiden Masten, die Masse der Lampe sowie die maximale zulässige Zugkraft  $F_{\max}$ .
- i) Stellen Sie ein Gleichungssystem auf, welches die gesuchte minimale Seillänge als Unbekannte enthält.
- ii) \* Lösen Sie das Gleichungssystem nach der gesuchten Seillänge auf. Drücken Sie also die gesuchte Seillänge in Abhängigkeit der bekannten Grössen aus.
3. Aufgabenbuch: 4.64
- Hinweise zu c):
- Bestimmen Sie zuerst einzeln die horizontale und die vertikale Komponente des Impulses.
  - Der Betrag des (Gesamt-)Impulses ist der Betrag des aus Horizontal- und Vertikalkomponente zusammengesetzten Impulsvektors.
4. Aufgabenbuch: 4.75
- Vorgehen:
- Stellen Sie ein Gleichungssystem auf, welches die gesuchte Beschleunigung als Unbekannte enthält.
  - Lösen Sie das Gleichungssystem allgemein algebraisch auf.
  - Setzen Sie erst am Schluss die konkreten Zahlenwerte in die algebraische Lösung ein.
5. Ein Holzklötz der Masse 2.0 kg gleitet mit der konstanten Geschwindigkeit 0.30 m/s auf einer schiefen ebenen Holzunterlage. Der Neigungswinkel der Holzunterlage zur Horizontalen beträgt  $20^\circ$ .
- Bestimmen Sie die Gleitreibungszahl zwischen dem Holzklötz und der Holzunterlage.
- Vorgehen:
- Stellen Sie ein Gleichungssystem auf, welches die gesuchte Gleitreibungszahl als Unbekannte enthält.
  - Lösen Sie das Gleichungssystem allgemein algebraisch auf.
  - Setzen Sie erst am Schluss die konkreten Zahlenwerte in die algebraische Lösung ein.

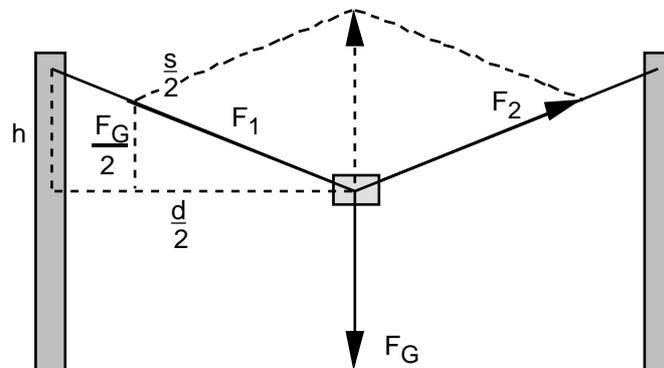
**Lösungen**

1. ...

2. a)



b)



i)

$$\frac{h}{\frac{s}{2}} = \frac{F_G}{F_1}$$

$$F_1 = F_{\max}$$

$$F_G = mg$$

$$\left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2 = \left(\frac{s}{2}\right)^2$$

- 4 Gleichungen  
- 4 Unbekannte: h, s, F<sub>1</sub>, d  
- Bekannte: F<sub>max</sub>, m, g

ii) \*

$$s = \frac{2 d F_{\max}}{\sqrt{4 F_{\max}^2 - (mg)^2}}$$

3. (siehe Seite 4)

3. siehe Aufgabenbuch

zu c):  $p_x(2s) = p_x(0s)$   
 $p_x(0s) = m \cdot v_x(0s)$

---


$$p_x(2s) = m \cdot v_x(0s) = 0.120 \text{ kg} \cdot 25 \text{ m/s} = 3.0 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

$$p_y(2s) = p_x(0s) + p_y$$

$$p_y = \dot{p}_y \cdot t$$

$$\dot{p}_y = I_{py}$$

$$I_{py} = mg$$

---


$$p_y(2s) = p_x(0s) + mg \cdot t = 0 \text{ kg}\cdot\text{m/s} + 0.120 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.0 \text{ s} = 2.4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

4.  $F - F_R = m \dot{v}$

$$F_R = \mu F_N$$

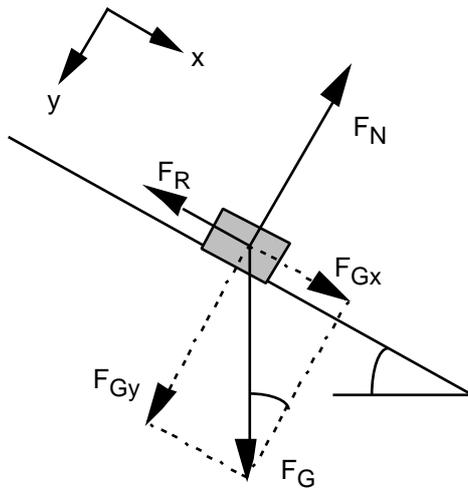
$$F_N - F_G = 0$$

$$F_G = mg$$

---


$$\dot{v} = \frac{F}{m} - \mu g = 0.54 \text{ m/s}^2$$

5.



$$F_{Gx} - F_R = 0$$

$$F_{Gy} - F_N = 0$$

$$F_R = \mu F_N$$

$$\sin(\alpha) = \frac{F_{Gx}}{F_G}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{F_{Gy}}{F_G}$$

$$F_G = mg$$

---


$$\mu = \tan(\alpha) = 0.36$$