

1. Anhalteweg eines Pkw

Ein mit einem Antiblockiersystem (ABS) ausgestatteter Pkw fährt auf einer Asphaltstraße mit einer Geschwindigkeit von $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Der Fahrer hat eine Reaktionszeit von 0,75 s. Bekannt sind außerdem folgende Daten für die Reibung der verwendeten Reifen auf Asphalt.

	Trockene Fahrbahn	Nasse Fahrbahn
Gleitreibung μ_G	0,30	0,15
Haftreibung μ_H	0,55	0,30
Rollreibung μ_R	0,015	0,017

- Berechne den Anhalteweg bei trockener Fahrbahn.
- Um wieviel Prozent nimmt der Anhalteweg bei nasser Fahrbahn zu?

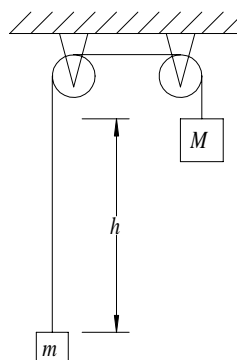
2. Atwoodsche Fallmaschine

Ein Seil mit vernachlässigbarer Masse verbindet wie in Figur 1 gezeichnet über feste Rollen zwei Massen m und M . Die Rollen sollen eine vernachlässigbare Masse haben und praktisch reibungsfrei laufen. Es ist

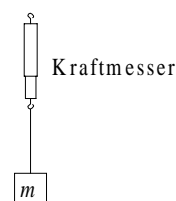
$$m = 0,80 \text{ kg},$$

$$M = 1,20 \text{ kg}.$$

Die Massen werden zur Zeit $t_o = 0 \text{ s}$ losgelassen.



Figur 1



Figur 2

- Bestimme die Beschleunigung a , mit der sich m nach oben bewegt. (Zur Kontrolle: $a \in [1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}]$)
- Nach welcher Zeit hat m die Strecke $h = 1,5 \text{ m}$ durchlaufen?
- Berechne die Zugspannung (Kraft) im Seil nach dem Loslassen. Gehe dabei von Figur 2 aus: Mit welcher Kraft muss man ziehen, um die Masse m mit der Beschleunigung a aus Teilaufgabe a zu beschleunigen?

3. Schiefe Ebene

Ein Stahlklotz der Masse $M = 589 \text{ g}$ gleitet eine schiefe Ebene aus Stahl der Steigung 30 % herab. Für die Reibung gilt $\mu = 0,12$.

- Zeichne maßstäblich ein Kräftediagramm, aus dem die beschleunigende Kraft hervorgeht. Maßstab: $1 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ cm}$.
- Berechne die Beschleunigung des Stahlklotzes. (Keine grafische Lösung!)
- Berechne diejenige Steigung, für welche die Beschleunigung gleich Null wäre?

Viel Erfolg!

Kink

1. geg: Geschwindigkeit: $v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Reaktionszeit: $t_R = 0,75 \text{ s}$
Haftreibung: $\mu_H = 0,55$ (kein Blockieren wegen ABS!)

a) Reaktionsweg s_R :

$$s_R = v \cdot t_R = 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,75 \text{ s} = 20,85 \text{ m} = 21 \text{ m}.$$

Bremsbeschleunigung a aus dem 2. Newtonschen Gesetz:

$$\begin{aligned} F_B &= F_R, \\ m \cdot a &= \mu_H \cdot m \cdot g, \\ a &= \mu_H \cdot g = 0,55 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \end{aligned}$$

Bremsweg s_B :

$$\begin{aligned} v^2 &= 2as_B, \\ s_B &= \frac{v^2}{2a} = \frac{(27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 71,6 \text{ m} = 72 \text{ m}. \end{aligned}$$

Anhalteweg s_A :

$$s_A = s_R + s_B = 21 \text{ m} + 72 \text{ m} = 93 \text{ m}.$$

- b) Der Reaktionsweg bleibt $s_R = 21 \text{ m}$.
Für die Bremsverzögerung gilt bei Nässe:

$$a' = \mu_H \cdot g = 0,30 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Somit für den Bremsweg

$$s'_B = \frac{v^2}{2a} = \frac{(27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 2,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 133 \text{ m} = 130 \text{ m}.$$

Anhalteweg bei Nässe:

$$s'_A = s'_R + s'_B = 21 \text{ m} + 130 \text{ m} = 151 \text{ m} = 150 \text{ m}.$$

Prozentuale Zunahme:

$$\frac{150 \text{ m} - 93 \text{ m}}{93 \text{ m}} = 0,613 \approx 60\%.$$

2. geg: $m = 0,80 \text{ kg}$
 $M = 1,20 \text{ kg}$
 $h = 1,5 \text{ m}$

a) Beschleunigung aus dem 2. Newtonschen Gesetz:

Beschleunigte Masse : $M + m$,

Beschleunigende Kraft : $(M - m) \cdot g$,

$$a \cdot (M + m) = (M - m) \cdot g,$$

$$a = \frac{M - m}{M + m} \cdot g = \frac{1,20 \text{ kg} - 0,80 \text{ kg}}{1,20 \text{ kg} + 0,80 \text{ kg}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

b) Zeit t , nach der m die Strecke $h = 1,5 \text{ m}$ durchlaufen hat:

$$h = \frac{a}{2} t^2,$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,5 \text{ m}}{2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1,2 \text{ s}.$$

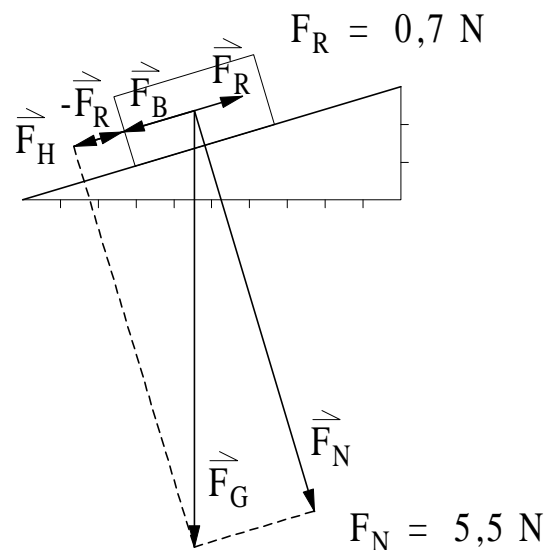
c) Zugspannung F im Seil aus dem 2. Newtonschen Gesetz:

$$F = F_B + F_G = m \cdot a + m \cdot g$$

$$= 0,80 \text{ kg} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 0,80 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,6 \text{ N} + 7,8 \text{ N} = 9,4 \text{ N}.$$

3. geg: $M = 589 \text{ g}$
 $\mu = 0,12$
 Steigung: $\tan \alpha = 0,30$

- a) $1 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ cm}$,
 $F_G = M \cdot g$
 $= 589 \text{ g} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5,8 \text{ N}.$



3. b) Neigungswinkel:

$$\tan \alpha = 0,30 \Rightarrow \alpha = 16,7^\circ.$$

Normalkraft:

$$F_N = F_G \cos \alpha = M \cdot g \cdot \cos \alpha = 0,589 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \cos 16,7^\circ = 5,5 \text{ N}.$$

Hangabtriebskraft:

$$F_H = F_G \sin \alpha = M \cdot g \cdot \sin \alpha = 0,589 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \sin 16,7^\circ = 1,7 \text{ N}.$$

Reibungskraft:

$$F_R = \mu \cdot F_N = 0,12 \cdot 5,5 \text{ N} = 0,66 \text{ N}.$$

Beschleunigende Kraft:

$$F_B = F_H - F_R = 1,7 \text{ N} - 0,66 \text{ N} = 1,0 \text{ N}.$$

Beschleunigung:

$$F_B = M \cdot a,$$
$$a = \frac{F_B}{M} = \frac{1,0 \text{ N}}{0,589 \text{ kg}} = 1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

c) Hier muss gelten

$$F_R = F_H,$$
$$\mu \cdot F_N = F_G \sin \alpha,$$
$$\mu \cdot F_G \cos \alpha = F_G \sin \alpha,$$
$$\mu \cdot \cos \alpha = \sin \alpha,$$
$$\mu = \tan \alpha.$$

Es muss die Steigung also gleich $\mu = 0,12 = 12\%$ sein.