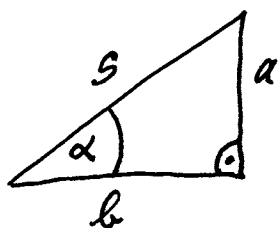


Schiefe Ebene

Lernziele:

- A. Ich kann den Neigungswinkel aus der Steigung und der prozentualen Steigung berechnen.
- B. Ich kann Gewichtskraft, Hangabtriebskraft, Normalkraft und Reibungskraft korrekt auf einer Skizze einzeichnen.
- C. Ich kann aus der Gewichtskraft, resp. Masse und dem Neigungswinkel die
- Hangabtriebskraft
 - Normalkraft
 - Reibungskraft
- berechnen
- D. Ich kann aus den auf den Körper einwirkenden Kräften die Beschleunigung berechnen.



$$\text{Steigung} = \frac{a}{b} = \tan \alpha \rightarrow \alpha = \arctan \frac{a}{b}$$

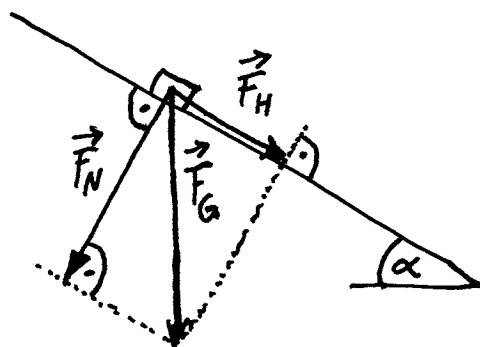
$$F_G = mg \quad (\text{Gewichtskraft})$$

$$F_H = mg \cdot \sin \alpha \quad (\text{Parallelkraft})$$

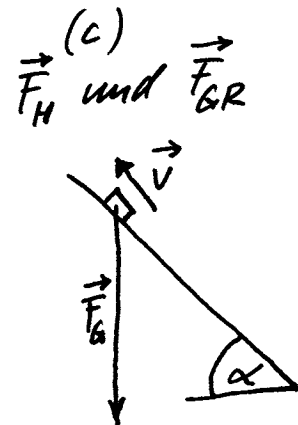
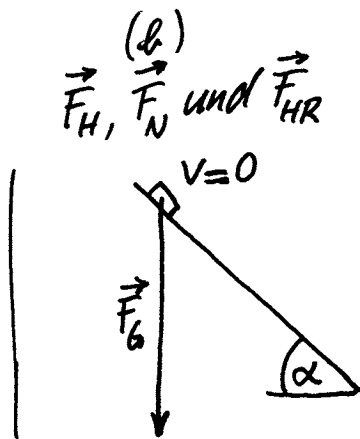
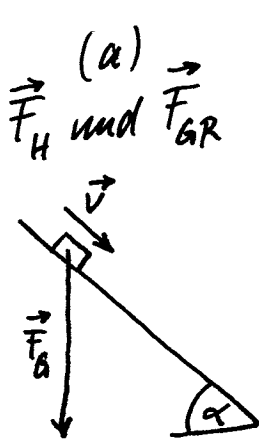
$$F_N = mg \cdot \cos \alpha \quad (\text{Normalkraft})$$

$$F_{HR} \leq \mu_H \cdot mg \cdot \cos \alpha = \mu_H \cdot F_N \quad \left. \vphantom{F_{HR}} \right\} \text{Reibung}$$

$$F_{GR} = \mu_G \cdot mg \cdot \cos \alpha = \mu_G \cdot F_N$$



- A. 1.) Berechne den Neigungswinkel einer Rampe mit
 a) 25% Steigung
 b) einer Steigung von 0.23
- 2.) Eine steile Bergstrasse überwindet auf einer Schräg-
 distanz von 3km 540 Höhenmeter. Berechne
 a) die mittlere Steigung in Prozent.
 b) den mittleren Neigungswinkel.
- B. 1.) Skizziere die gesuchten Kräfte

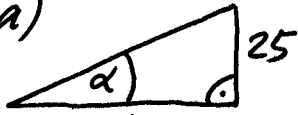


- 2.) Ein Körper ruht auf einer schiefen Ebene, auf der er mit einer Hangabtriebskraft (Parallelkraft) von 43N nach unten gezogen wird. Wie gross ist die Haftreibungskraft?
- C. 1.) Wie gross sind Parallelkraft und Normalkraft eines Körpers mit einer Gewichtskraft * auf einer Rampe mit einem Neigungswinkel von 30° ? * von 520N
- 2.) Wie gross ist die Reibungskraft eines 3kg schweren Körpers auf einer Ebene mit einem Neigungswinkel von 25° ? Es sei $\mu_g = 0.21$.
- 3.) Ein Körper mit einer Gewichtskraft von 340N befindet sich auf einer schiefen Ebene mit einem Neigungswinkel von 40° und es sei $\mu_g = 0.24$. Welche Kraft beschleunigt den Körper, wenn er nach
 a) unten gleitet?
 b) oben gleitet?

- 4.) Wie gross müsste auf einer schiefen Ebene mit einem Neigungswinkel von 35° der Haftreibungskoeffizient μ_H mindestens sein, damit ein Körper nicht nach unten gleitet?
- 5.) Ein Klavier mit einer Gewichtskraft von 4 kN befindet sich auf einer Rampe mit einem Neigungswinkel von 25° . Wenn man es loslässt gleitet es die Rampe hinunter. Eine Kraft von 800 N ist jedoch gerade ausreichend, um das Klavier am Abgleiten zu hindern. Wie gross ist der Haftreibungskoeffizient?
- D. 1.) Ein Körper wird auf einer schiefen Ebene nach unten gestossen. Beschreibe die Bewegung des Körpers, wenn
- a) der Hangabtrieb stärker ist als die Gleitreibung, d.h. $F_H > F_{GR}$
 - b) die Gleitreibung stärker ist als der Hangabtrieb, d.h. $F_{GR} > F_H$.
- 2.) Wie stark wird ein Körper auf einer schiefen Ebene mit Neigungswinkel 23° beschleunigt ($a=?$), wenn Reibung vernachlässigt werden kann?
- 3.) Berechne wie stark ein Körper auf einer schiefen Ebene mit 35° beschleunigt werden sollte ($a=?$), wenn Reibung und Luftwiderstand keine Rolle spielen und berechne den Gleitreibungskoeffizienten, wenn die beobachtete Beschleunigung 2.6 m/s^2 beträgt.
- 4.) Einem Körper wird auf einer schiefen Ebene mit Neigungswinkel 28° ein Schlag versetzt, so dass er ein Stück weit die schiefe Ebene hochsteigt. Wie stark wird der Körper abgebremst ($a=?$), wenn $\mu_G = 0.19$?

Musterlösungen

A.1.) a)



$$\alpha = \arctan\left(\frac{25}{100}\right) = \underline{\underline{14^\circ}}$$

$$b) \alpha = \arctan 0.23 = \underline{\underline{13^\circ}}$$

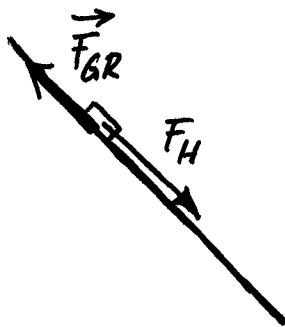
A.2. a)



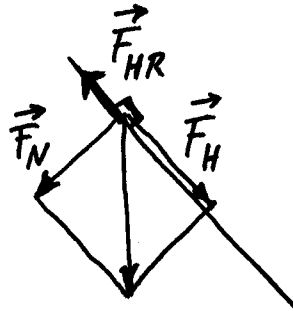
$$\text{Steigung} = \frac{540}{\sqrt{3000^2 - 540^2}} = \underline{\underline{0.183}}$$

$$b) \alpha = \arcsin(540/3000) = \arcsin 0.18 = \underline{\underline{10.4^\circ}}$$

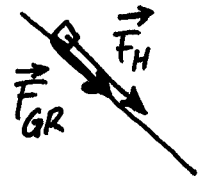
B.1. a)



(b)



(c)



$$B.2.) F_{HR} = F_H = \underline{\underline{43N}}$$

$$C.1.) a) F_{||} = F_H = F_G \cdot \sin \alpha = 520N \cdot \sin 30^\circ = \underline{\underline{260N}}$$

$$F_N = F_G \cdot \cos \alpha = 520N \cdot \cos 30^\circ = \underline{\underline{450N}}$$

$$C.2.) F_R = \mu_G \cdot F_N = \mu_G mg \cos \alpha = 0.21 \cdot 3 \cdot 10N \cdot \cos 30^\circ = \underline{\underline{5.5N}}$$

$$C.3.) F_N = F_G \cdot \cos \alpha = 340N \cdot \cos 40^\circ = 260N$$

$$F_H = F_G \cdot \sin \alpha = 340N \cdot \sin 40^\circ = 219N$$

$$F_R = F_N \cdot \mu_G = 260 \cdot 0.24N = 62.5N$$

$$a) F = F_H - F_R = (219 - 62.5)N = \underline{\underline{156N}}$$

$$b) F = F_H + F_R = (219 + 62.5)N = \underline{\underline{281N}}$$

$$C.4.) mg \cdot \sin \alpha \leq \mu_G mg \cdot \cos \alpha \rightarrow \mu_G \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \rightarrow$$

$$\mu_G \geq \tan \alpha = \tan 35^\circ = \underline{\underline{0.70}}$$

$$\begin{aligned} \text{C.5.) } F_{HR} + 800\text{N} &= F_H \rightarrow F_{HR} = F_H - 800\text{N} = (\mu_H F_G \cos \alpha \rightarrow \\ \mu_H &= (mg \sin \alpha - 800\text{N}) / (F_G \cdot \cos \alpha) = \\ &= (4000 \cdot \sin 25^\circ - 800) / (4000 \cdot \cos 25^\circ) = \underline{\underline{0.25}} \end{aligned}$$

D.1a) Beim Abgleiten wird der Körper schneller.

b) Beim Abgleiten wird der Körper langsamer, bis er schliesslich still steht.

$$\begin{aligned} \text{D.2.) } F_T &= F_H \rightarrow ma = mg \sin \alpha \rightarrow a = g \cdot \sin \alpha = \\ &= (10 \text{ m/s}^2) \cdot \sin 23^\circ = \underline{\underline{3.9 \text{ m/s}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D.3.) } F_T &= F_H \rightarrow ma = mg \sin \alpha \rightarrow a = g \cdot \sin \alpha = \\ &= (10 \text{ m/s}^2) \cdot \sin 35^\circ = \underline{\underline{5.7 \text{ m/s}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_T + F_R &= F_H \rightarrow F_R = (\mu_G mg \cos \alpha = F_H - ma \\ &= mg \sin \alpha - ma \rightarrow \mu_G = (g \cdot \sin \alpha - a) / (g \cdot \cos \alpha) \\ &= (10 \cdot \sin 35^\circ - 2.6) / (10 \cdot \cos 35^\circ) = \underline{\underline{0.38}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D.4.) } F_T - F_H &= F_{GR} \rightarrow F_T = ma = F_{GR} + F_H \rightarrow \\ a &= (F_{GR} + F_H) / m = (\mu_G mg \cos \alpha + mg \sin \alpha) / m \\ &= (\mu_G \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot g = (0.19 \cdot \cos 28^\circ + \sin 28^\circ) \cdot \\ &10 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{6.4 \text{ m/s}^2}} \end{aligned}$$