

Steht ein Skifahrer in der Ebene bewegt er sich ohne Muskelkraft nicht vorwärts.

Zeichne unten alle Kräfte ein, die in dieser Situation wirken. Der grüne Punkt entspricht dem Schwerpunkt des Körpers.

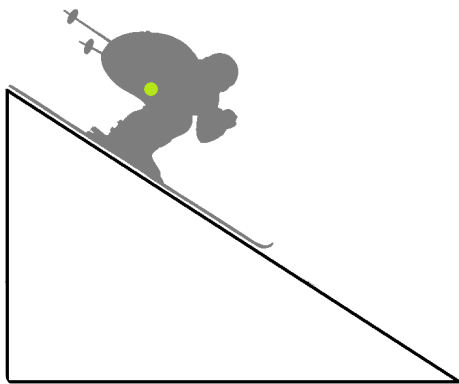


Sobald der Skifahrer auf einer schiefen Ebene steht (am Hang) beginnt der Ski alleine zu fahren und wird immer schneller.

Somit muss es in der schiefen Ebene noch eine neue Kraft geben, die den Bewegungszustand des Skifahrers ändert, die Hangabtriebskraft.

Als **Hangabtriebskraft** wird jene entlang des Hangs wirkende Kraft im Gelände bezeichnet, die Schlittler, Skifahrer und Snowboarder beschleunigt. Die Wirkt parallel zum Untergrund. Die **Normalkraft** ist die Kraft, die die Skis oder den Schlitten auf den Boden drückt. Sie wirkt rechtwinklig auf den Untergrund.

Zeichne auf dem Bild unten links alle Kräfte ein, die wirken.



## Konstruktion der Hangabtriebskraft

Ist das Gelände schief, sorgt ein Teil der Gewichtskraft für eine Beschleunigung hangabwärts. Der andere Teil der Gewichtskraft sorgt für die Normalkraft auf die Unterlage, also die Kraft, die den Gegenstand auf dem Boden hält.

Der Kraftpfeil der Gewichtskraft kann somit in zwei Teilkraften zerlegt werden, um die unterschiedlichen Wirkungen zu beschreiben: in die Normalkraft und in die Hangabtriebskraft.



### Kräfte auf der schiefen Ebene

$F_G = \text{Gewichtskraft}$

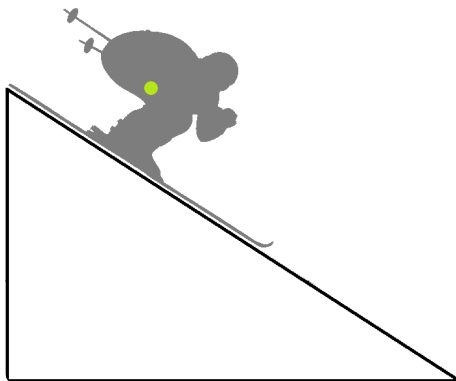
$F_N = \text{Normalkraft}$

$F_H = \text{Hangabtriebskraft}$

Für die graphische Bestimmung von Hangabtriebskraft und Normalkraft auf einer schiefen Ebene sind folgende Voraussetzungen wichtig:

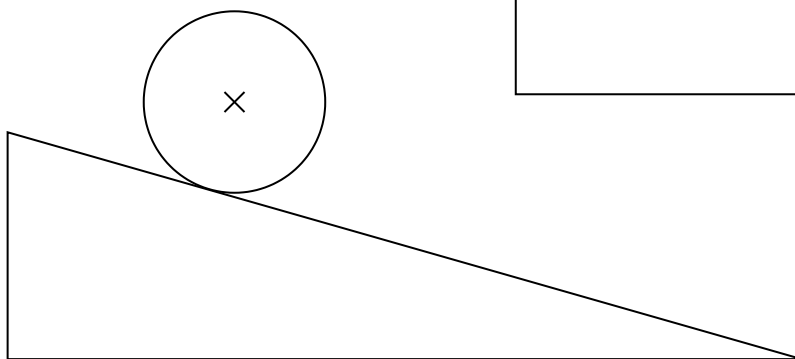
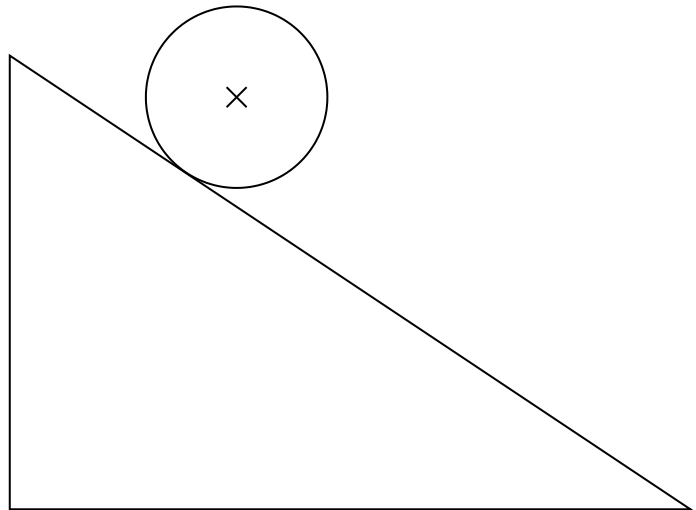
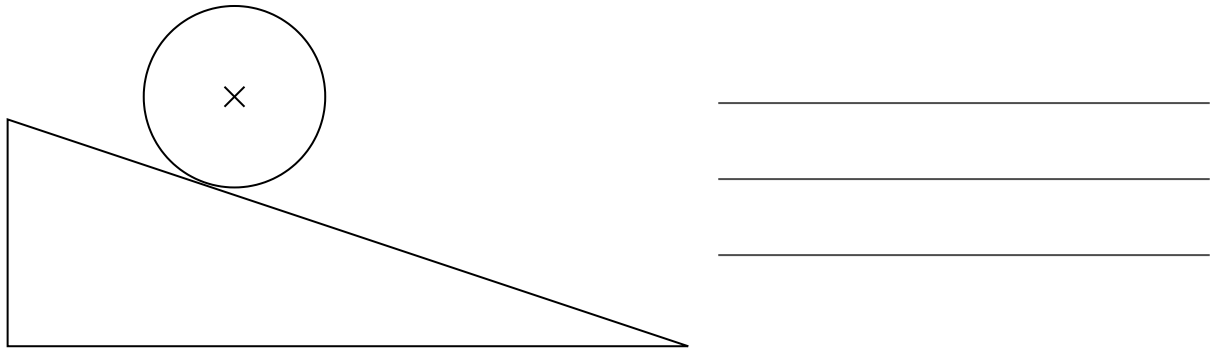
1. Die **Hangabtriebskraft** verläuft immer parallel zum Boden.
2. Die **Normalkraft** verläuft immer senkrecht (normal) zum Boden.
3. Die Summe aus **Hangabtriebskraft** und **Normalkraft** ergibt die **Gewichtskraft**

- ① Konstruiere die wirkenden Kräfte am folgenden Skifahrer, der eine Masse von 50 kg hat.  
Masstab: 5N = 1mm



- ② Konstruiere auf den folgenden Beispielen die Hangabtriebskraft ( $1\text{ cm} = 2\text{ N}$ ). Die Kugel auf der schrägen Ebene hat eine Masse von  $1\text{ kg}$ .  
Notiere neben der Zeichnung

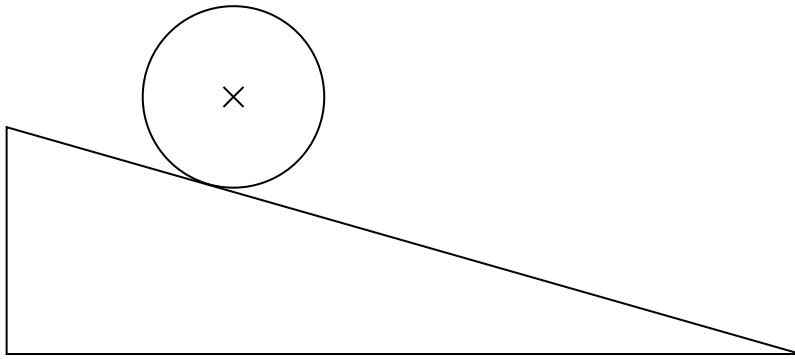
- a) Wie gross ist die Hangabtriebskraft  $F_H$ ?  
b) Wie gross ist die Normalkraft  $F_N$ ?  
c) Wie gross ist der Steigungswinkel  $\alpha$  (Winkel in an der rechten Ecke messen)?



- ③ Was kannst du über den Zusammenhang vom Steigungswinkel und Hangabtriebskraft sagen?

---

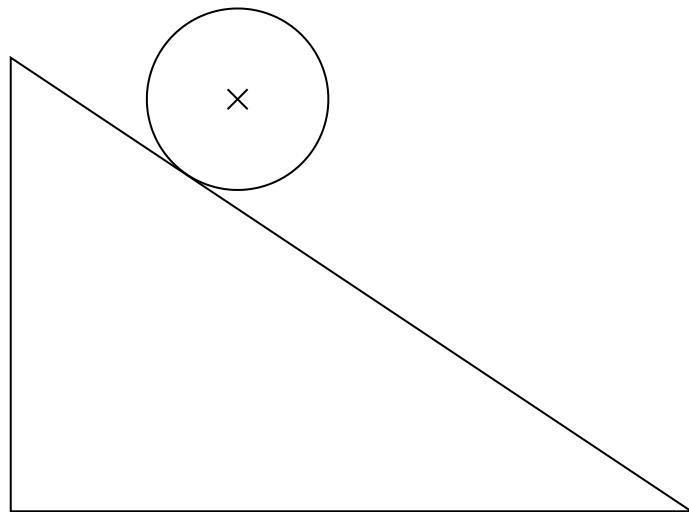
- ④ Welche Kraft wird benötigt um die Kugel ( $m=2\text{kg}$ ) auf der schrägen Ebene hochzuziehen?



---

---

---



- ⑤ Welche Kraft benötigt der Mann um den Rollwagen ( $m=8\text{kg}$ ) mit der Ladung ( $m=25\text{kg}$ ) die Rampe mit einem Winkel von  $25^\circ$  hochzuschieben?

---

