


5. Wie Kräfte addiert werden - das Kräfteparallelogramm

Das Kräfteparallelogramm

101 i Wir haben schon verschiedentlich Situationen studiert, in welchen mehrere Kräfte im Spiel waren. Wir haben gelernt Kräfte zu addieren, die entlang der gleichen Linie wirken. Sehr oft jedoch haben die Kräfte nicht die gleichen Wirkungslinien. Wie sind sie dann zu "addieren"? Sie lernen hier die Vektoraddition kennen.

102  Wir studieren folgendes Beispiel: In einem Knoten laufen drei Schnüre zusammen. An jeder Schnur ist ein Gewicht befestigt, wobei zwei der Schnüre über (reibungsfreie) Rollen gelegt sind. Wird der Knoten aus seiner **Ruhelage = Gleichgewichtslage** ausgelenkt, so pendelt sich das System wieder in diese Lage ein.

Ergänzen Sie nun die Zeichnung rechts gemäss der Besprechung im Unterricht und merken Sie sich die Reihenfolge der Argumente. Notieren Sie den **Konstruktionsweg**.

103 i Was wir eben am Beispiel erkannt haben, lässt sich allgemeingültig wie folgt festhalten.

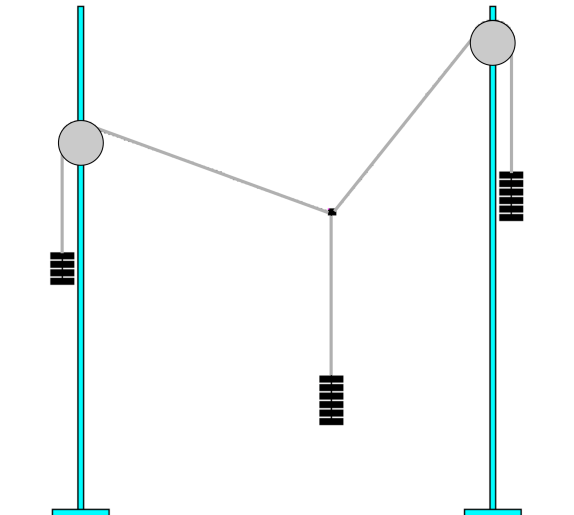
Das Kräfteparallelogramm

Kraftkomponenten F_1, F_2

Resultierende F_{Res}

Ziele dieses Kapitels

1. Sie verstehen, dass Kräfte vektoriell addiert werden.
2. Sie können durch Konstruktion sowohl resultierende Kräfte und als auch Kraftkomponenten bestimmen für beliebige Winkel.
3. In vereinzelt Fällen können Sie die Kräfte, resp. Kraftkomponenten, auch berechnen.
4. Sie wissen Bescheid über die Kräfte, die auf einen Körper auf schiefer Unterlage wirken.

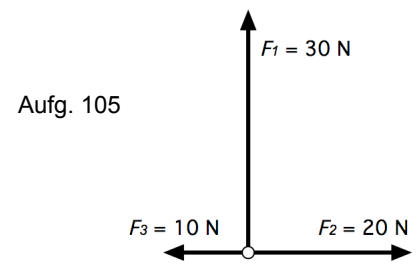


104 i Das Kräfteparallelogramm kann auf zwei verschiedene Arten interpretiert, resp. zum Lösen von Problemen benutzt werden:

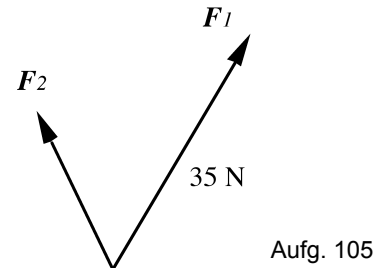
- a) Es sind zwei oder mehr Kräfte (Komponenten) vorgegeben und es soll deren Gesamtkraft, also die **Resultierende**, bestimmt werden.
- b) Es ist eine Kraft ("Resultierende") vorgegeben und diese soll in (für das Problem günstige) Teilkräfte, die **Komponenten**, aufgeteilt werden.

Beispiele

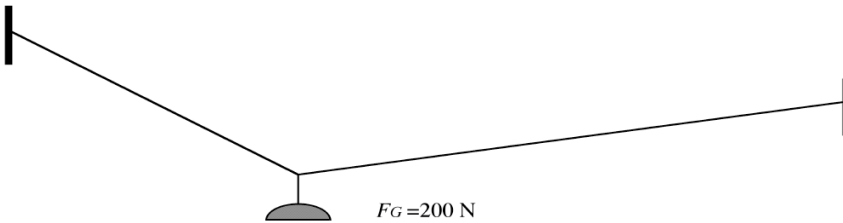
105? Drei Kräfte: Bestimmen Sie die **Richtung** der resultierenden Kraft in nebenstehender Abbildung. Den **Betrag** der Resultierenden können Sie auf zwei Arten herausfinden, welche? Wie gross ist der Betrag?



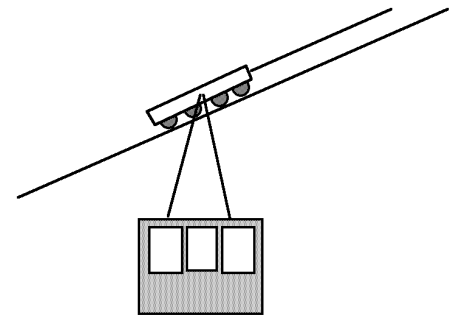
106? Die Kräfte F_1 und F_2 haben denselben Angriffspunkt. Der Betrag der Kraft F_1 ist bekannt. Bestimmen Sie Betrag und Richtung jener **dritten Kraft** mit dem gleichen Angriffspunkt, welche das Gleichgewicht herstellt.



107? Eine **Strassenlampe** mit der Gewichtskraft F_G ist an zwei Masten so montiert, dass sich die unten abgebildete Seilgeometrie ergibt. Zeichnen Sie die Kräfte am Knotenpunkt ein. Bestimmen Sie danach die **Beträge** der Seilkräfte durch Konstruktion.

**108** Die Luftseilbahn

- Zeichnen Sie die Kräfte massstäblich richtig ein, welche auf den Rollenkasten der mit konstanter Geschwindigkeit fahrenden **Luftseilbahn** wirken, und geben Sie den Kräften einen Namen.
- Wie gross ist die **Masse** der Luftseilbahn, wenn das Zugseil bei Stillstand mit einer Kraft von 5.6 kN beansprucht wird? Der Winkel zwischen der Horizontalen und dem Tragseil betrage 25°



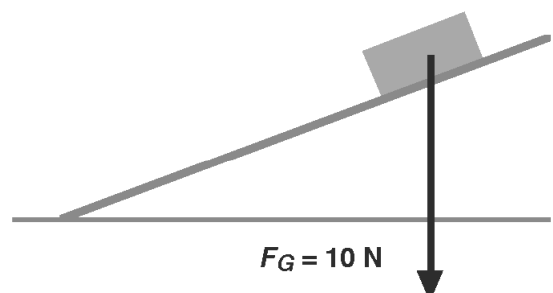
109 **Schiefe Ebene:** Bisher hatten wir oft gesagt, dass $F_N = F_G$ sei. Dies gilt jeweils nur unter bestimmten Bedingungen, wissen Sie noch unter welchen?

Wie viele Kräfte wirken im Falle völliger **Reibungsfreiheit** auf den Körper auf schiefer Unterlage ein?

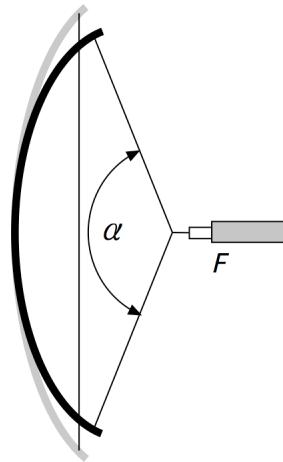
Welche Aussage können Sie über die **Resultierende** machen in diesem Fall?

Wir bestimmen nun die **Normalkraft** und die **Resultierende** in Abhängigkeit des **Neigungswinkels** α .

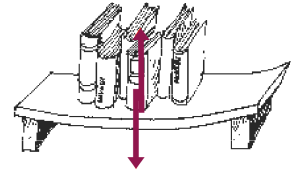
Auf schiefer Ebene gilt:



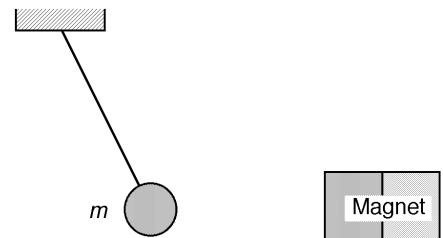
- 110?** Ein **Pfeilbogen** wird mit Hilfe eines Kraftmessers gespannt. Nehmen wir nun an, der Bogen sei in der dargestellten Lage mit einer Kraft von 90 N gespannt, so dass der Winkel $\alpha = 136^\circ$ betrage. Berechnen Sie die Spannkraften entlang des Seiles (so gross ist dann auch die Kraft, mit der das Seil am Bogens zieht).



- 111 R** Jedes belastete **Tablar** krümmt sich unter seiner Last. Es ist gar nicht möglich, dass ein Tablar nicht gekrümmt wird. Warum ist das so? Erläutern Sie die rechts in der Zeichnung eingetragenen Kraftvektoren.



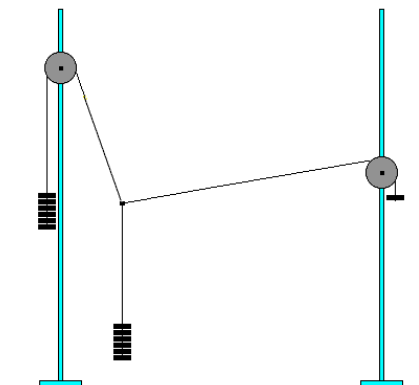
- 112 R** Eine Eisenkugel von 250 g Masse ist an einem Faden aufgehängt. Nun wird auf der Höhe der Kugel ein Magnet so hingehalten, dass die Kugel gemäss Abbildung seitlich ausgelenkt wird. Ermitteln Sie aus der Abbildung den Betrag und die Richtung der magnetischen Kraft auf die Kugel durch eine exakte Konstruktion.



- 113 R** Das Gewicht bei der rechten Rolle ist unvollständig gezeichnet. Wie gross muss es sein, resp. wie viele **Gewichtssteine** müssen tatsächlich angehängt sein?

Hinweis: Ihre Lösung können Sie anhand einer Simulation auf dem Internet überprüfen, Sie finden den Link auf meiner Homepage oder wählen direkt:

<http://www.walter-fendt.de/ph14d/gleichgewicht.htm>



- 114 R** **Parkierter Wagen:** Ein Wagen mit 0.9 t Masse wird auf einer schiefen Strasse durch ein Seil, welches an einem Pfosten befestigt ist, am Abrollen gehindert. Der Neigungswinkel der Strasse beträgt 17° . Der Wagen hat eine Rollreibungskraft, welche 5% der Normalkraft beträgt.

- Wie gross ist die Seilkraft?
- Nun kommt einer und löst das Seil vom Pfosten und der Wagen beschleunigt abwärts. Welche Geschwindigkeit hat der Wagen nach einer Roll-Strecke von 10 m?

- 115** Halten Sie unter dieser Nummer die **Ergänzungen** fest, die wir im Unterricht zu diesem Kapitel (vielleicht) gemacht haben.

- Wir haben keine Ergänzungen gemacht.
- Ja, wir haben Ergänzungen vorgenommen, nämlich: