

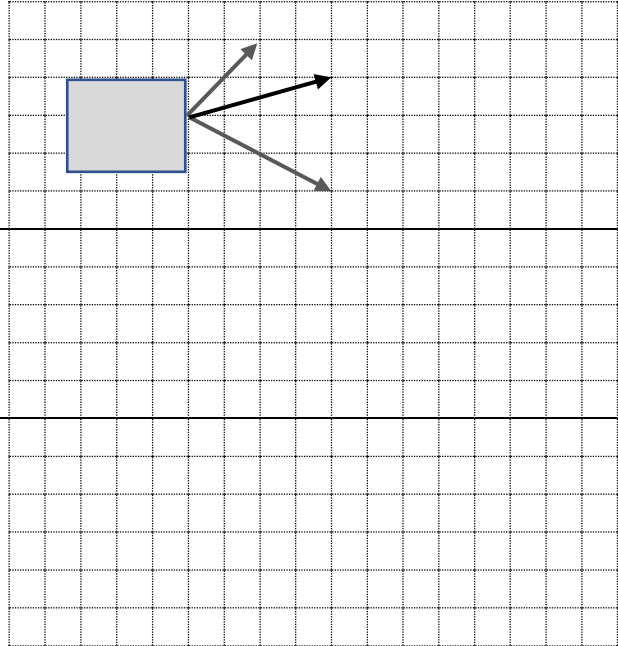
§2 Gerichtete Größen

1. Pfeiladdition

Wirken auf einen Gegenstand mehrere Kräfte, so ist die Wirkung dieselbe, wie die Wirkung einer einzigen Kraft, die man _____ oder _____ nennt. Den Kraftpfeil dieser Kraft erhält man durch

Pfeiladdition:

Beispiel: An einem Gegenstand ziehen 3 Personen in unterschiedliche Richtungen. Die Kraftpfeile sind in nebenstehender Abbildung zu sehen. ($1 \text{ cm} \triangleq 10 \text{ N}$)

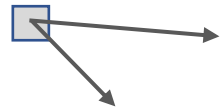


- ① Verschiebe die Pfeile parallel so, dass jeweils der Fußpunkt des einen Pfeils mit der Spitze des anderen Pfeils zur Berührung kommt. Dabei entsteht eine Kette von Pfeilen.

- ② Verbindet man nun den _____ des 1. Pfeils mit der _____ des letzten Pfeils zu einem neuen Pfeil, so erhält man den Pfeil von _____.

Beispiel: 2 Kräfte wirken

Hier ergibt die Pfeiladdition ein sogenanntes _____, dessen _____ den Kraftpfeil von _____ ergibt.



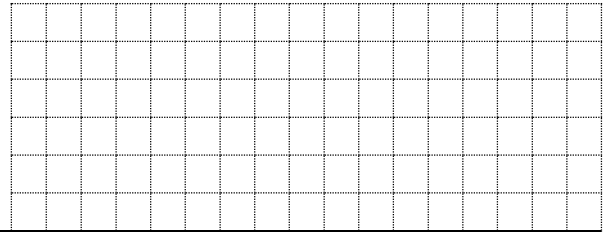
2. Kräftezerlegung

Oftmals bewirkt eine Kraft, dass mehrere Kräfte in unterschiedliche Richtungen auf einen Gegenstand einwirken. Diese Kräfte nennt man in diesem Fall die _____ und ermittelt sie durch _____.

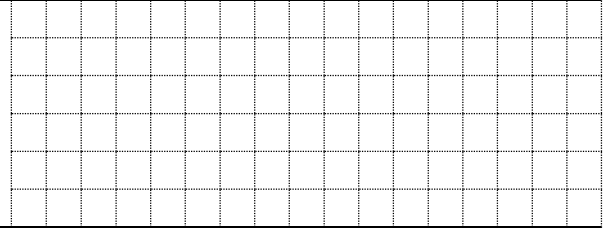
Beispiel Ein Gegenstand ($m = 20 \text{ kg}$) befindet sich auf einer schiefen Ebene mit Neigungswinkel 30° . Hier bewirkt die Gewichtskraft _____ (die nach „unten“, in Richtung Erdmittelpunkt, wirkt),

- dass der Körper senkrecht auf die schiefe Ebene gedrückt wird (_____) und
- dass der Körper parallel zur schiefen Ebene herabgezogen wird (_____)

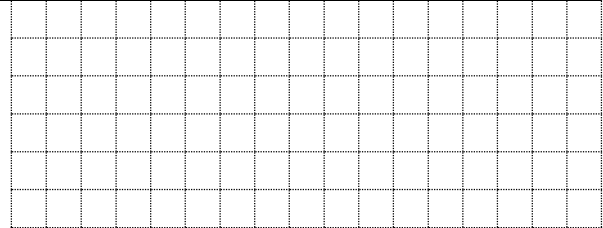
- ① Zeichne _____ und
den Kraftpfeil von _____ ein (Maßstab
festlegen!)



- ② Zeichne ein _____, in
dem _____ die Diagonale ist und die Seiten in
die vorgegebenen Richtungen verlaufen.



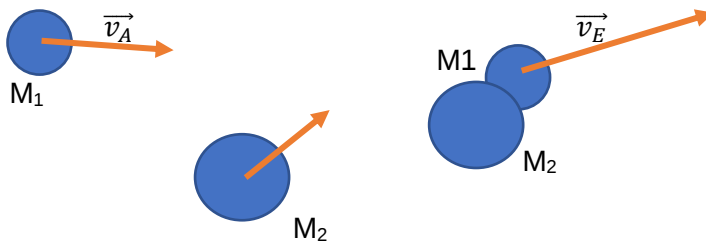
- ③ Die _____ beiden _____ gesuchten
_____ entsprechen den
beiden Seiten, die vom _____ des
Kraftpfeils von _____ ausgehen.



2. Geschwindigkeitspfeile

Beispiel a)

- Ⓥ Eine bewegte Münze (M_1) (Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_A$) wird durch eine andere Münze (M_2) schräg angestoßen; danach sich die Münze M_1 mit der Endgeschwindigkeit $\vec{v}_E$



Beobachtung: _____

Von einer _____ spricht man, wenn sich die _____
oder der _____ der _____ ändert.

Ermittlung der Endgeschwindigkeit _____

Addition der Pfeile _____ und _____

Ermittlung der Geschwindigkeitsänderung _____

_____: Anfangsgeschw. | _____: Endgeschw.

Beispiel c) Ermittlung der Kraft bei der Kreisbewegung

Problem:

Ein Körper bewegt sich auf einer Kreisbahn um den Mittelpunkt M um einen Winkel $\Delta\varphi$. Der Betrag v der Bahngeschwindigkeit ist dabei konstant. In der Zeitspanne Δt bewegt er sich von Punkt A zu Punkt B. Es soll nun die Kraft bestimmt werden, die die Geschwindigkeitsänderung (Richtungsänderung) hervorruft.

Lösung:

Es gilt: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$ (1)

Da die Kraft $\vec{F}$ von der Geschwindigkeitsänderung $\Delta\vec{v}$ abhängt, ermittelt man graphisch zuerst $\Delta\vec{v}$ und damit dann $\vec{F}$. Die Richtung von $\vec{F}$ und $\Delta\vec{v}$ sind gleich.

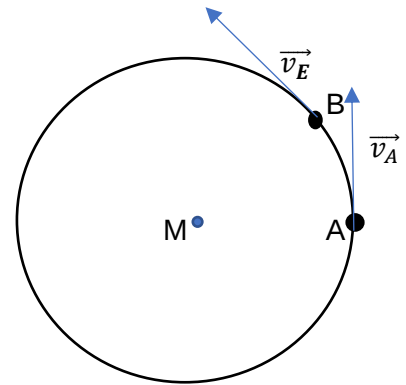
① Graphische Ermittlung von $\Delta\vec{v}$:

Die Geschwindigkeitspfeile der Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_A$ (im Punkt A) und der Endgeschwindigkeit $\vec{v}_E$ (im Punkt B) verlaufen dabei tangential zum Kreis und sind gleich lang. (Abb.1)

Zeichnet man sie mit demselben Fußpunkt ein, dann kann man $\Delta\vec{v}$ als Basis des gleichschenkligen Dreiecks betrachten (Abb.2).

Ein weiteres gleichschenkliges Dreieck mit denselben Winkeln ist das Dreieck ABM (Abb.3).

Gedreht entsteht damit dann die „V-Figur“ in Abb.4, für die die folgenden Verhältnisse gelten:



Die Länge der beiden Geschwindigkeitspfeile entspricht dem Betrag v der Bahngeschwindigkeit

Abb.1

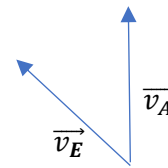


Abb.2

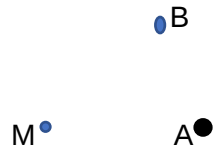


Abb.3

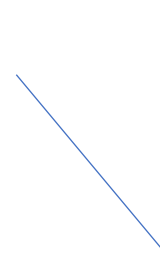


Abb. 4

Der Weg Δs ist ungefähr genauso lang wie der Weg des Körpers auf der Kreisbahn.

② Rechnerische Ermittlung von F :

Aus der Gleichung (2) ergibt sich: $\Delta v =$

Setzt man Δv nun in Gleichung (1) ein, erhält man:

Damit:

Die Kraft, die einen Körper auf eine Kreisbahn zwingt, ist zum Mittelpunkt des Kreises gerichtet und heißt _____ (Symbol: ____). Man berechnet ihren Betrag folgendermaßen: