

krachtenevenwicht

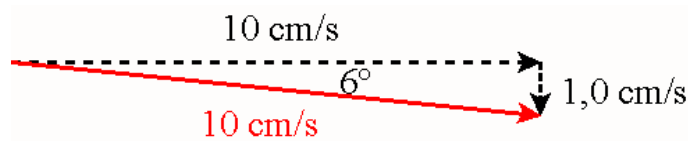
theorie:

- 1 geef het optellen van vectoren en ontbinden in componenten in tekeningen weer.
- 2 geef het optellen van onderling loodrechte vectoren en ontbinden in onderling loodrechte componenten in berekeningen weer.
- 3 teken een voorwerp op een helling en >vertel= over de erop werkende krachten wat je kwijt kunt.

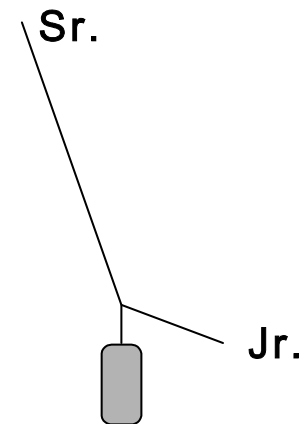
toepassingen:

- 4 Een tractor met kar rijdt met een snelheid van 0,10 m/s door de modder. In de kar steekt een rode mier de bak over met een snelheid van 0,010 m/s. Bepaal door constructie de snelheid van de mier t.o.v. de modder. Welke hoek maakt de route van de mier t.o.v. het spoor in de modder?

Uitwerking:



- 5 Esmeralda jr. 'helpt' moeder Esmeralda sr. met het dragen van een boodschappentas van 10 kg. De richtingen waarin jr. en sr. hun krachten uitoefenen kun je uit de tekening afleiden. Bepaal door constructie de krachten van jr. en sr..



Uitwerking:

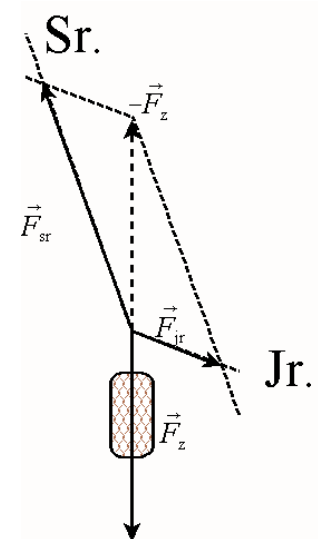
Op de boodschappentas werkt een zwaartekracht van 98 N. Voor de constructie teken je dan een pijl van 9,8 cm naar beneden, maar als je dat te groot vindt, dan een van 4,9 cm. De schaal is dan 1 cm \leftarrow 20 N.

De redenering achter de constructie is dan dat de krachten samen nul moeten zijn, en dat dus $\vec{F}_{sr} + \vec{F}_{jr} = -\vec{F}_z$.

Je tekent dan $-\vec{F}_z$ en ontbindt die door het tekenen van een parallellogram in zijn componenten.

Via de schaal weet je dan dat $F_{sr} = 120$ N en $F_{jr} = 43$ N.

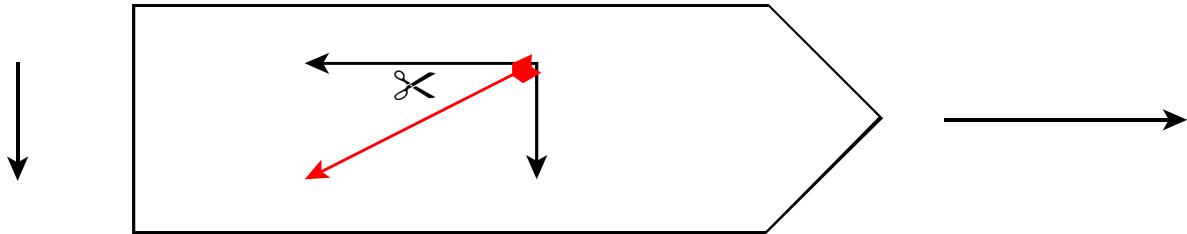
Realiseer je dat de in de opgave getekende lengten van de lijnen geen invloed heeft op de resultaten. Het gaat zuiver om de hoeken.



- 6 Op zeker moment is de vaarsnelheid van een zeilboot tweemaal zo groot als de windsnelheid. De wind blijkt op dat moment loodrecht op de vaarrichting te staan. Bereken de hoek waaronder het vlaggetje in de top van de mast waarschijnlijk staat t.o.v. die vaarrichting.

Uitwerking

Het vaantje gaat tegen de vaarrichting in en met de wind mee. Dus $\tan \alpha = 1:2 = 0,5 \Rightarrow \alpha = 27^\circ$.

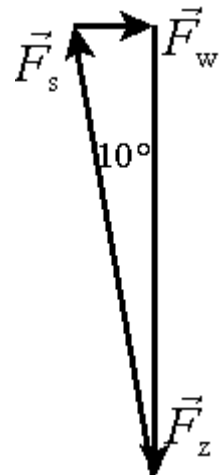


- 7 Een bak van 200 kg hangt aan een brug. Door de onder de brug waiende horizontaal gerichte kracht van de wind maakt de kabel waaraan de bak hangt, een hoek van 10° met de verticaal. Bereken de kracht die de wind op de bak uitoefent.

Uitwerking

De zwaartekracht, de spankracht in de kabel en de wind samen moeten nul opleveren, als de bak in een evenwichtspositie verkeert. Dat veronderstellen we. Uit de tekening blijkt dan dat

$$\tan \alpha = \frac{F_w}{F_z} \Rightarrow \tan 10^\circ = \frac{F_w}{200 \cdot 9,81} \Rightarrow F_w = 3,5 \cdot 10^2 \text{ N}$$



- 8 Een kar van 734 kg wordt door een kabel, parallel aan de helling van 5%, omhoog getrokken met een constante snelheid. De wrijving die de kar ondervindt is 412 N. Bereken de grootte (dubbel o, dubbel t!) van alle krachten op de kar. Controleer dit door een constructie.

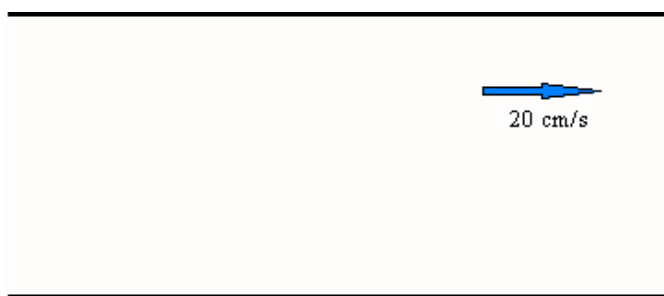
Uitwerking Kies 1 mm \leftarrow 100 N.

	x	y
$F_z = mg =$ 734 \times 9,81 7,20 \times 10 ³ N	$7,20 \times 10^3 \sin 5^\circ =$ $6,3 \times 10^2$ N	$7,20 \times 10^3 \cos 5^\circ =$ $7,17 \times 10^3$ N
$F_w = 412$ N	412 N	0
$F_N = F_{zy}$	0	$7,17 \times 10^3$ N
$F_{\text{trek}} =$ $(F_w + F_{zx})$	$412 + 628 = 1,04 \times 10^3$ N	0
$\sum F$	0	0

9 Vectoren

In het waterloopkundig laboratorium is een kanaal van 2,00 m breedte aangelegd waar het water met een snelheid van 20 cm/s heel gelijkmatig doorheen stroomt.

Hierin plaatsen we een motorbootje, dat alleen maar rechtdoor kan varen met een snelheid van 50 cm/s. Dat bootje wordt met zijn lengte-as onder een hoek van 45° aan de 'oever' losgelaten. Leid af waar het ten opzichte van het vertrekpunt aan de overkant aankomt.



Uitwerking:

Je weet niet of de boot met de stroom mee of er tegenin wordt losgelaten. Je kunt kiezen. Je kunt ook kiezen voor rekenen of construeren. De opdracht laat dat open.

We zullen de een berekenen en de ander construeren. De constructie zie je hiernaast.

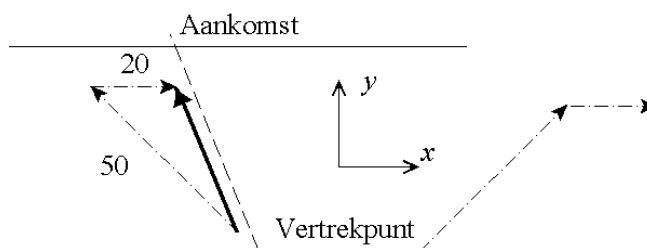
De berekening start met het ontbinden van de 50 cm/s in een x- en een y-component.

Beide $50 \times \cos 45^\circ = 35,4$ cm/s.

De tijd voor het oversteken is dan $200 : 35,4 = 5,6$ s.

De beweging in de y-richting is er een met $35,4 + 20 = 55,5$ cm/s.

Hij beweegt in de x-richting over $55,5 \times 5,6 = 314$ cm.

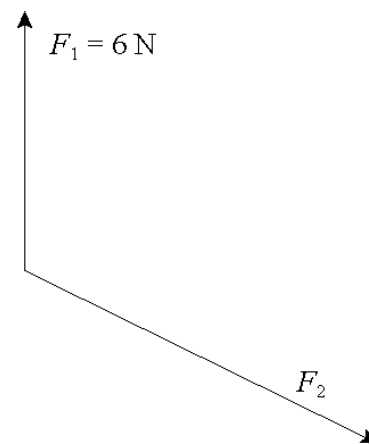


10 Somkracht

Samen met een derde kracht zijn de getekende twee krachten nul.

Bepaal door constructie de grootte van de derde kracht.

$F_{\text{derde}} = \dots\dots\dots$



11 **Wrijving**

Een voertuig beweegt dankzij twee even grote, maar tegengesteld gerichte krachten met een constante snelheid van 20 m/s. De twee krachten zijn $F_{\text{motor}} = 2,0 \times 10^3 \text{ N}$ en $F_w = C \times v^2$, waarin v de snelheid voorstelt en C een evenredigheidsconstante is. Bereken de waarde van C .

Door een plotseling optredende constante extra kracht neemt de snelheid af tot 10 m/s en blijft dan verder constant.

Bereken de grootte van die extra kracht.

12 **Wetenschapsquiz**

Een balletje van 250 g hangt aan een 40 cm lang touwtje. Er wordt van opzij tegen aan geblazen. Op zeker moment ontstaat een evenwichtssituatie en we zien dat het touwtje dan een hoek van 65° maakt met de verticaal.

Bereken de grootte van de kracht van de 'blazer' op het balletje.

Bereken hoeveel het balletje omhoog is gegaan.

13 Kist op helling

Een kist van 10 kg glijdt met constante snelheid een helling af met een hellingshoek van 10° . Bereken de grootte van de krachten die op de kist werken.

Uitwerking:

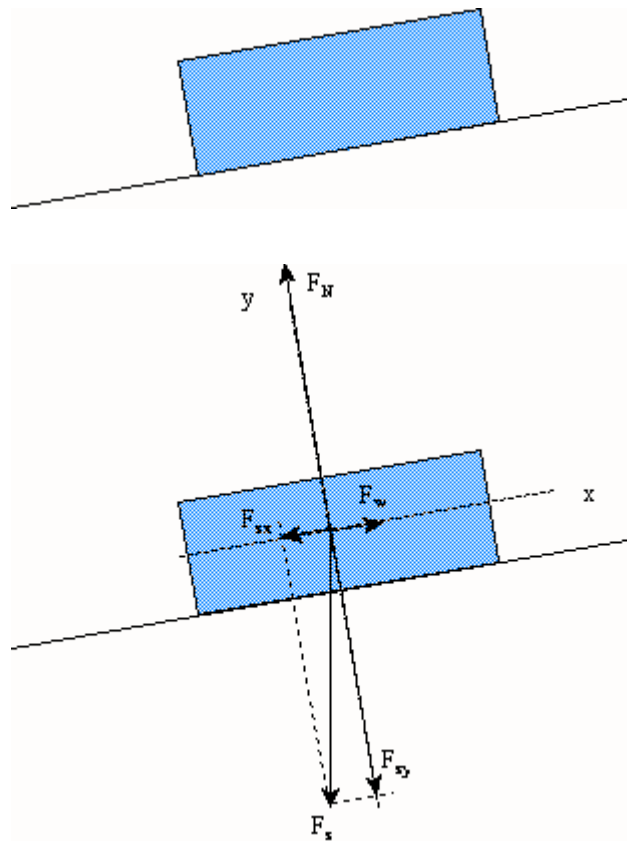
Er staat **bereken**. Dat betekent dat je niet op basis van een constructie tot je resultaat mag komen.

Het blok glijdt met constante snelheid naar beneden dat betekent dat $\sum \vec{F} = 0$

Er werken drie krachten:

De zwaartekracht, loodrecht naar beneden. De normaalkracht, loodrecht op het oppervlak. En de wrijvingskracht evenwijdig aan het vlak, tegen de bewegingsrichting in. Omdat er meer richtingen in het spel zijn, moet je kiezen voor een geschikt assenstelsel. Zie verwerkingsboek, blz. 90 opgave 15. De handigste keuze is de getekende x- en y-richting. Ontbonden hoeft dan alleen de zwaartekracht.

$$F_z = mg = 10 \times 9,81 = 98 \text{ N. } F_N = F_{zy} = F_z \times \cos 10^\circ = 97 \text{ N. } F_w = F_{zx} = F_z \times \sin 10^\circ = 17 \text{ N.}$$



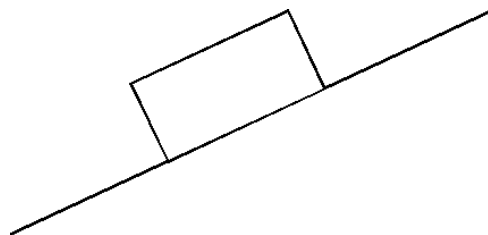
14 BLOK OP HELLING

Op een helling ligt een kist stil. Op de kist werkt een zwaartekracht van 32 N. De helling is, zoals getekend in figuur 1. Deze tekst is *horizontaal* geprint.

- a Bepaal door **constructie** de grootte van de normaalkracht en de wrijvingskracht.
- b Teken deze twee krachten ook in de juiste verhouding.
- c Beschrijf de stappen van je constructie.

$F_N = \dots\dots\dots$

$F_w = \dots\dots\dots$

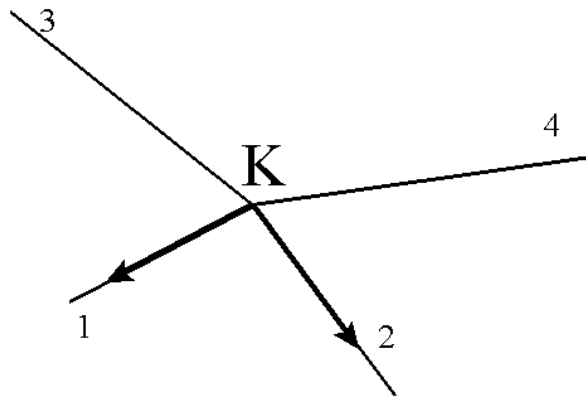


15 KRACHTENKNOOP

In een knoop K zitten 4 touwen aan elkaar vast. Van twee krachten, in de touwen 1 en 2, is de kracht aangegeven door een pijl, waarvoor geldt $1 \text{ cm} \equiv 1 \text{ N}$. Zie figuur 2. Bepaal door **constructie** de grootte van de krachten in touw 3 en 4.

$F_3 = \dots\dots\dots$

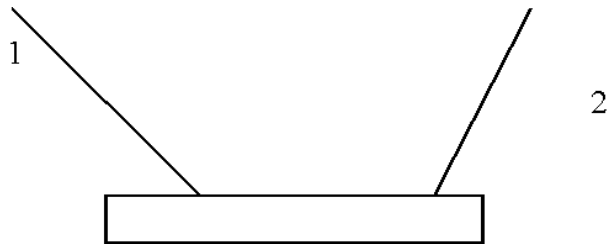
$F_4 = \dots\dots\dots$



16 HANGENDE BALK

Een niet-homogene balk is opgehangen aan twee touwen. Zie figuur 3. De spankracht in touw 1 is 40 N. Bepaal door **constructie** de spankracht in het andere touw.

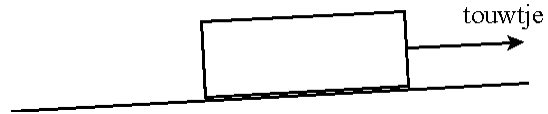
$F_2 = \dots\dots\dots$



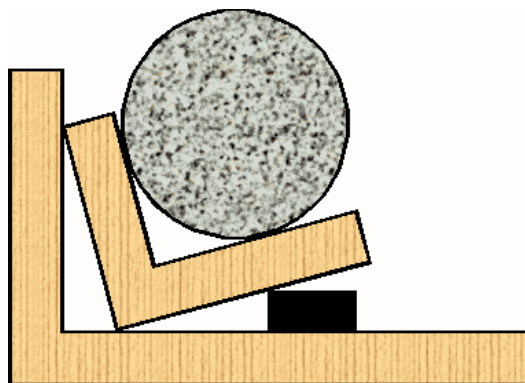
17 HELLING

Op een helling met een hellingshoek van $2,87^\circ$ ligt een container van 5000 kg. Hij dreigt weg te glijden en is vastgelegd aan een kabel, waarin de spankracht slechts $1,0 \times 10^3 \text{ N}$ blijkt te zijn. De kabel, 'touwetje', loopt evenwijdig aan de helling. Zie figuur.

Bereken de grootte van de wrijvingskracht die de container ondervindt.



- 18 **BOEKENSTEUN**
 Een boekensteun wordt verzwaard door een marmere bol van 600 g. Zie tekening 1. De hoek waarover de haakse ondersteuning van de bol gekanteld is, is 16° . Teken de krachten op de bol en bereken deze krachten.



- 19 **AUTO OP HELLING**
 Een auto van 800 kg rijdt van een helling met een hellingshoek van 4° af. De auto ervaart een wrijvingskracht van $6,0 \times 10^3$ N. De bestuurder wil met een constante snelheid naar beneden rijden. Bereken de extra kracht waarvoor de bestuurder moet zorgen en zeg erbij of hij daarvoor gas moet geven of juist extra moet remmen.

Uitwerking

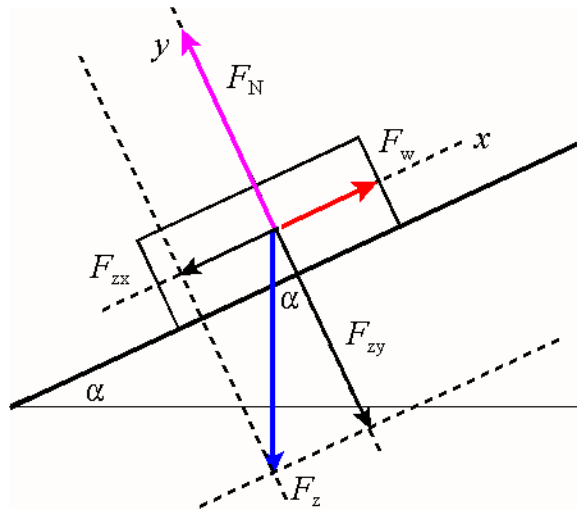
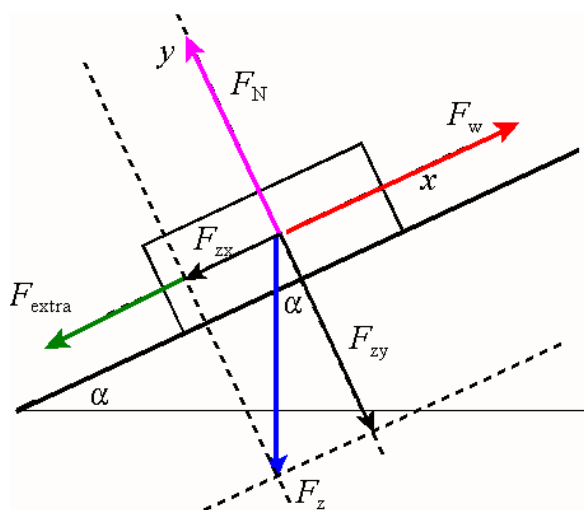
Om met constante snelheid een helling af te gaan moet de som van de krachten nul zijn. Pas op: je mag wel op schaal tekenen, maar omdat de opdracht luidt *bereken*, mag je uit de constructie geen waarden gebruiken. Je maakt de tekening als steun.

Je weet dat de interessante richtingen zijn: de richting langs het vlak en de richting daar loodrecht op. Noem ze de x- en de y-richting.

De enige kracht die dan ontbonden moet worden is de zwaartekracht.

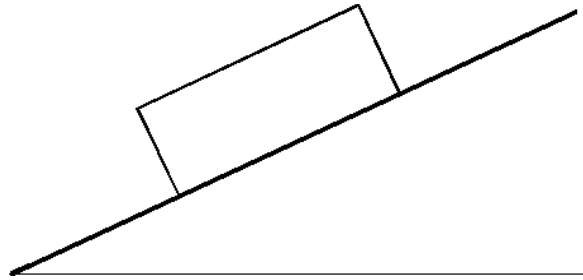
De x-component ervan is $F_{zx} = F_z \times \sin \alpha = 800 \times 9,81 \times \sin 4^\circ = 547$ N en wijst naar beneden.

De wrijving van 6000 N werkt 'tegen', naar boven. Dat is $6000 - 547 = 5453$ N teveel. Om tot een totaal van nul te komen moet er een kracht $F_{extra} = 5,5$ kN naar beneden bij.



20 HELLING

Een blok, waarop een zwaartekracht werkt van 4,00 N, ligt dankzij de wrijving stil op een helling. Zie de tekening. Hierin is de hellingshoek juist weergegeven. Bepaal door constructie *alle* op het blok werkende krachten. Let op dit betekent dat je zowel alle krachten in de tekening op schaal moet weergeven **en** de grootte van die krachten erbij moet schrijven.



Uitwerking:

Nu mag je niet rekenen. In ieder geval moet je de antwoorden uit de constructie afleiden. De constructie zelf moet herkenbaar zijn. Daar wordt immers naar gevraagd. Teken je F_z 4,0 cm lang, dan blijken $F_{zy} = F_N = 3,6 \text{ cm} \equiv 3,6 \text{ N}$ en $F_{zx} = F_w = 1,6 \text{ cm} \equiv 1,6 \text{ N}$.

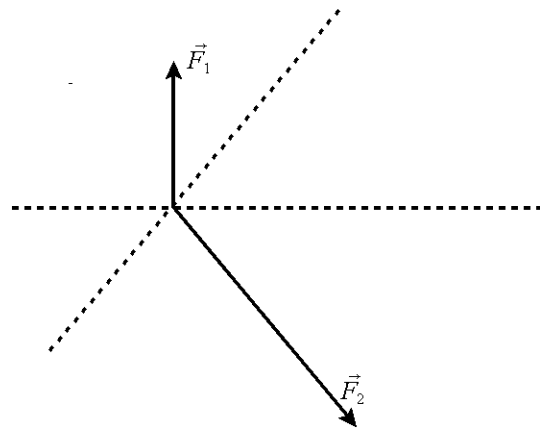
21 VECTOREN

Vier vectoren $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ en \vec{F}_4 zijn samen nul.

De krachten \vec{F}_1 en \vec{F}_2 zijn op schaal getekend.

Van de andere twee krachten zijn alleen de werklijnen getekend.

Bepaal door constructie de krachten \vec{F}_3 en \vec{F}_4



Uitwerking:

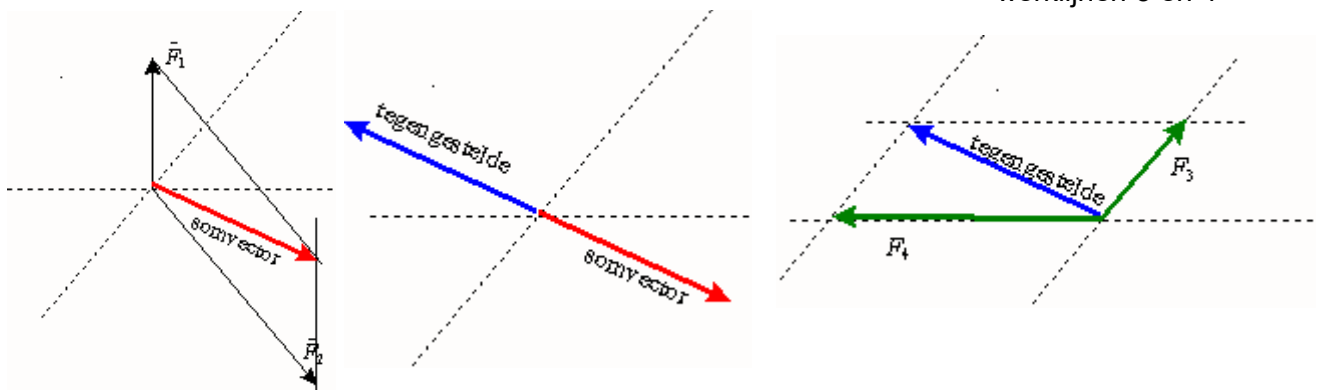
Uitgangspunt is dat $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0$

Een mogelijkheid is deze:

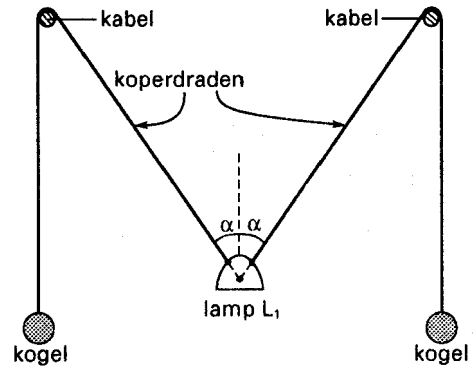
De som van de eerste twee vectoren moet even groot zijn, maar tegengesteld aan de som van de laatste twee.

Werkwijze:

Bepaal de som; teken de tegengestelde vector; ontbind deze in 2 componenten langs de werklijnen 3 en 4



- 22 LAMP
Een lamp van 140 g hangt aan twee koperdraden. Elke draad maakt een hoek α van 35° met de verticale lijn door de lamp. De massa van de koperdraden wordt verwaarloosd. Zie figuur.

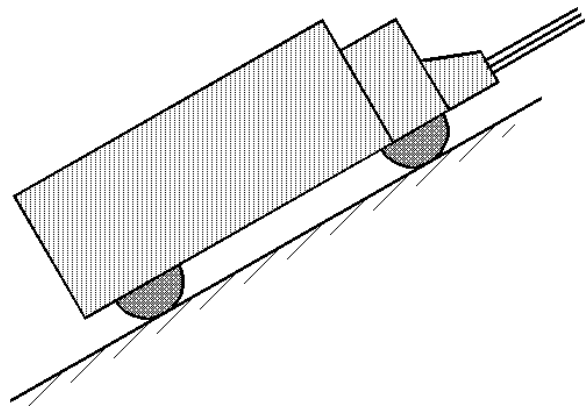


Bereken de spankracht in het stuk draad, waar de lamp aan vastzit.

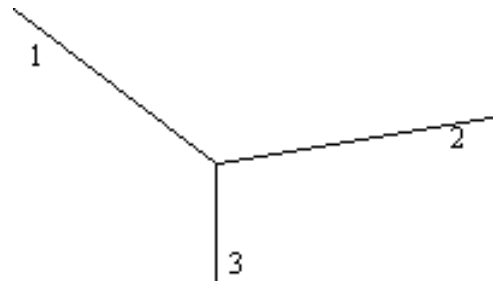
- 23 VRACHTAUTO
Een vrachtauto die met lading mee $8,9 \times 10^3$ kg weegt, staat op een windstille dag stil op een helling met een hellingshoek van $1,7^\circ$. Bereken de grootte van **alle** krachten op de vrachtauto; hierbij mag je de normaalkrachten samen nemen.

Deze vrachtauto komt onbedoeld op een helling met een hellingshoek van 30° terecht. Motor en remmen werken niet meer. Zie figuur 6.

Bepaal door constructie in figuur 6 de grootte van de gezamenlijke spankracht in de kabels die kunnen verhinderen dat de vrachtauto terug rolt naar beneden.



- 24 **Knoop**
Drie touwtjes zijn samengeknoopt in een knoop. Een gedeelte van elk van de drie touwtjes is getekend. De kracht in touwtje 3 is 30 N. De knoop blijkt op zijn plaats te blijven.



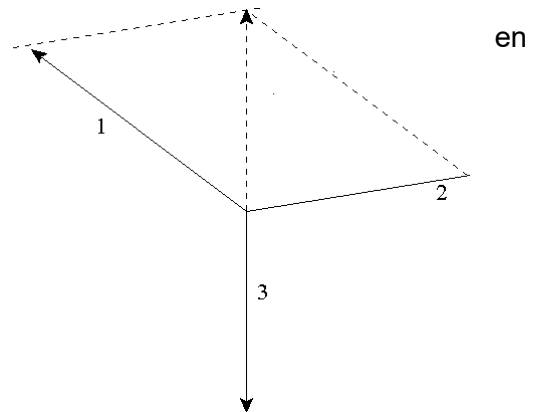
Bepaal door constructie in de tekening de grootte van de kracht in touwtje 1.

De grootte van $F_1 = \dots\dots\dots$

Uitwerking:

Teken een \vec{F}_3 van 3,0 cm '= 30 N, dan \vec{F}_3 ontbind die in zijn componenten.

Dan blijkt \vec{F}_1 '= $4,0$ cm '= 40 N.



25 Helling

Jij glijdt met een slee met constante snelheid een helling af.

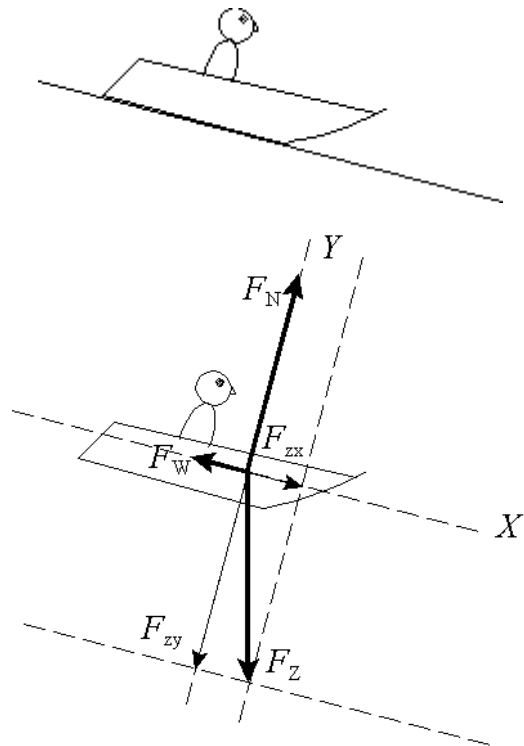
Zie de schets van de situatie en geef daarin de werkende krachten aan.

Uitwerking:

Constante snelheid betekent dat $\sum \vec{F} = 0$. Dus de x- en y-componenten moeten even groot zijn, maar tegengesteld gericht.

Teken eerst \vec{F}_z en ontbind die in zijn componenten.

Teken vervolgens een \vec{F}_N tegengesteld aan \vec{F}_{zy} en dan \vec{F}_w tegengesteld aan \vec{F}_{zx} .



26 **Vallende bal**

Van een vallende bal is bekend dat er een luchtweerstand $F_w = 0,025 \times v^2$ op werkt. De zwaartekracht op de bal is 6,0 N. Van een moment tijdens de val zijn de krachten bepaald en op schaal in de tekening gezet. De bal zelf is als punt weergegeven.



a Leid uit de tekening af hoe groot de snelheid van de bal op dat moment moet zijn geweest.

Uit de tekening kun je afleiden dat de snelheid van de bal nog toe zal nemen.

b Hoe kun je dat uit de tekening afleiden?

Je vraagt je natuurlijk af of de snelheid nog tweemaal zo groot kan worden.

c Beredeneer en/of bereken of de snelheid nog tweemaal zo groot kan worden als de snelheid die bij de tekening hoort.

Je hebt geleerd dat de eenheid van arbeid is: 1 newton \times meter = 1 Nm omdat arbeid is gedefinieerd als arbeid = kracht(N) \times weg(m).

d Leid de eenheid af van 0,025 in de formule $F_w = 0,025 \times v^2$.

Uitwerking:

a Gegeven is een kracht $F_z = 6,0 \text{ N} \equiv 3,1 \text{ cm} \Rightarrow F_w \equiv 1,1 \text{ cm}$ en dus 2,1 N.
 $F_w = 0,025v^2 \Rightarrow 2,1 = 0,025 v^2 \Rightarrow v = 9,2 \text{ m/s}$.

b Als $F_z > F_w$ en de snelheid is in de richting van v , dan neemt v toe.

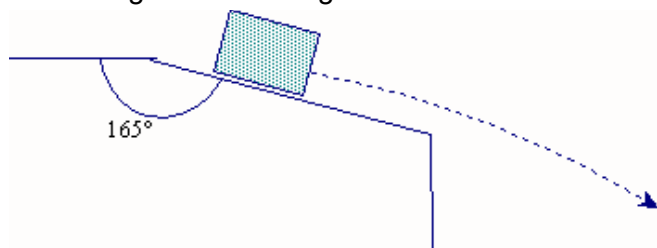
c Als de snelheid zou verdubbelen tijdens de val, dan zou de wrijving viermaal zo groot worden. Maar dan is hij groter geworden dan de zwaartekracht en dat kan niet. De snelheid zal dus niet verdubbelen.

d $F_w = 0,025 v^2 \Rightarrow 0,025 = \frac{F_w}{v^2} \Rightarrow [0,025] = \frac{[F]}{[v]^2} = \frac{\text{N}}{(\text{m/s})^2} = \frac{\text{Ns}^2}{\text{m}^2}$.
 Met $[x]$ bedoelt men de eenheid van x .

27 **HELLING**

Een blok van 500 g schuift met constante snelheid van een helling. Deze situatie is getekend, maar de tekening is **niet** op schaal. Zie figuur. De helling maakt een hoek van 165° met de horizon.

Bereken de grootte van de krachten die op het blok werken terwijl het de helling af glijdt. Geef ze ook duidelijk in een tekening aan.



Op zeker moment 'vliegt' het blok over de rand. De wrijvingskracht van de lucht is verwaarloosbaar.

Teken het blok tijdens die vrije val en geef daarin de kracht(en) aan die op het blok werkt/werken en zet de grootte erbij.

28 **PARACHUTIST**

Een parachutist, die van hoog gesprongen is, bereikt op zeker moment een constante snelheid.

De wrijvingskracht met de lucht kun je uitrekenen met de formule

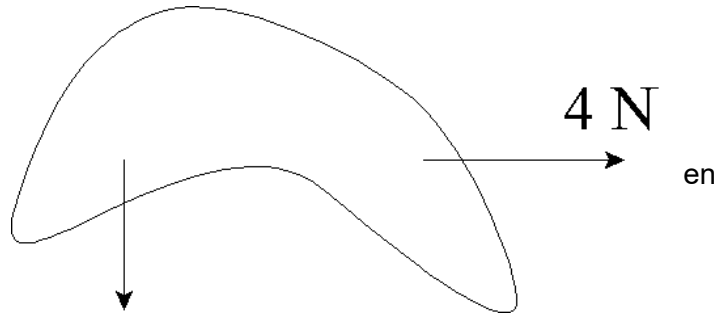
$$F_{w,l} = \text{constante} \times A \times v^2.$$

In deze formule is A de oppervlakte van de parachutist loodrecht op de bewegingsrichting en v de snelheid.

- A Leid af wat de eenheid van de 'constante' uit de gegeven formule moet zijn.
- B Beredeneer wat er met de snelheid van de parachutist gebeurt, zodra de parachute open gaat.

EVENWICHT

Een andere evenwichtssituatie is hiernaast weergegeven. Op het voorwerp werken drie krachten. Van twee krachten is de grootte en richting op schaal weergegeven. Bepaal door constructie de grootte richting van de derde kracht. Het aangrijpingspunt hoeft je niet te bepalen.



BLOK MARMER

Een boek ligt op een blok marmer.

- a. Maak hiervan een tekening en teken de krachten op het boek. Geef de krachten een geschikte naam.

Als een boek op blok marmer ligt, kun je ook over '**actie = - reactie**' praten.

- b. Maak dezelfde tekening nog eens en geef daarin een voorbeeld van een actiekracht met bijbehorende reactiekracht.

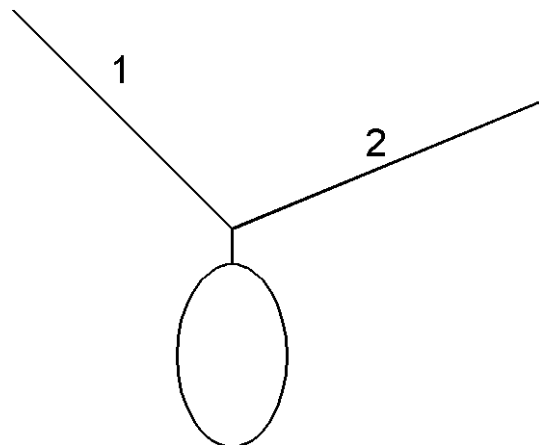
Evenwicht

Een voorwerp hangt aan twee touwtjes. Zie de tekening die op schaal is. Op het voorwerp werkt een zwaartekracht van 4,5 N.

Bepaal door constructie de spankracht in beide touwtjes.

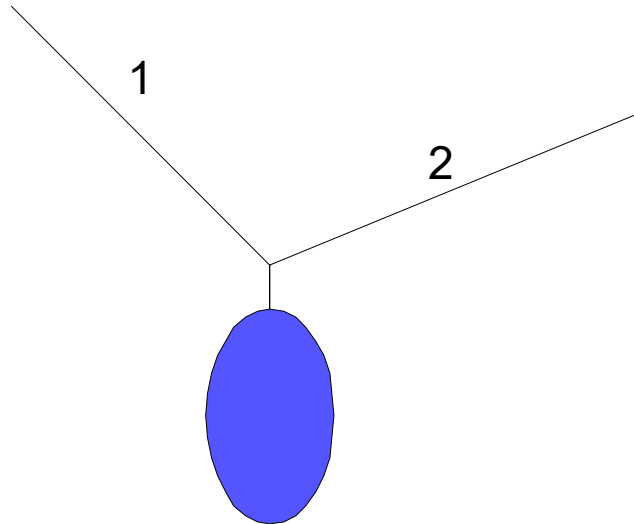
$$F_1 =$$

$$F_2 =$$



Evenwicht?

Een voorwerp hangt aan twee touwtjes. Zie de tekening hieronder die op schaal is. Op het voorwerp werkt een zwaartekracht van 4,0 N. Ook de krachten in touwtje 1 en 2 zijn elk 4,0 N groot.



Bepaal door constructie de kracht, zowel wat grootte als richting betreft, die nodig is om te zorgen dat het voorwerp stil blijft hangen.

AAP

Een aap van 8,0 kg hangt even stil aan twee takken. De ene tak houdt hij met zijn staart vast. De staart maakt maar een hoek van 10° met de horizon. De andere houdt hij met zijn hand vast. Die arm maakt een hoek van 65° met de horizon.

Bepaal door constructie de grootte van de kracht in de staart en de arm van de aap.

VECTOREN EN WIND

Er staat een noordenwind van 80 km/h. Een vliegtuig moet 300 km naar het oosten vliegen en vliegt met een 'airspeed' van 800 km/h.

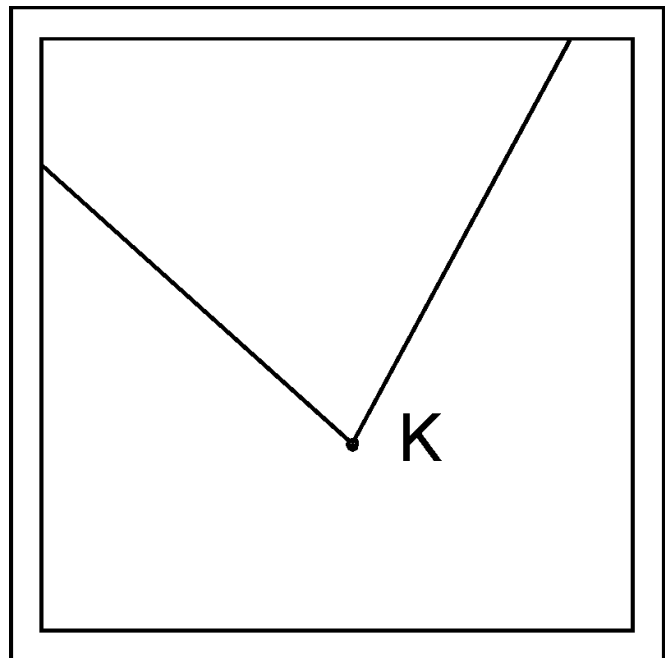
Bereken hoe hij moet vliegen en hoelang hij dan over 300 km doet.

RAAMWERK

In een houten raamwerk is een koord gespannen door in het knooppunt K een kracht F uit te oefenen. In het reeds getekende touw is aan beide zijden van de knoop de spankracht 3,5 N.

Bepaal **door constructie** de reeds genoemde kracht F .

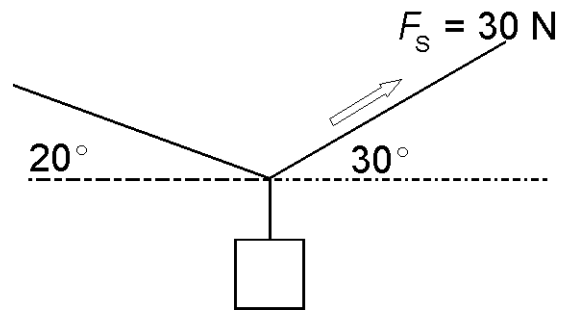
De constructie s.v.p. hiernaast uitvoeren.



SOM VAN KRACHTEN

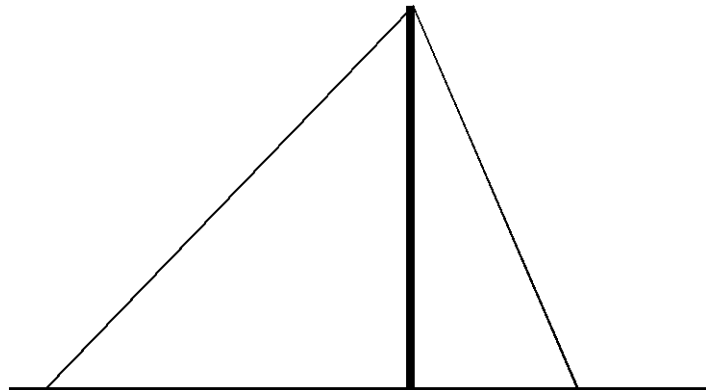
Je ziet een blok hangen aan twee touwtjes. De hoek die de touwen met de horizon maken is bekend, resp. 30° en 20° . Ook de spankracht in een van de touwen is bekend: 30 N.

Bereken de massa van het blok.



PAAL MET TWEE TOUWEN

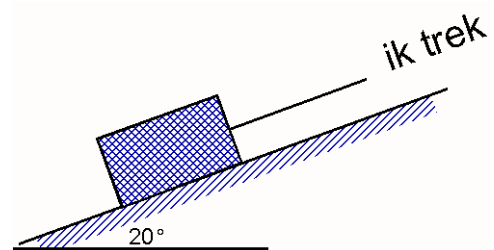
Je ziet hieronder een verticale paal die door twee kabels verticaal gehouden wordt. Hij kan daardoor dus niet naar links of rechts vallen. Dat hij niet naar voren of achteren valt is anders geregeld. De spankracht in de steile kabel is 100 N. Bepaal door constructie de spankracht in de andere kabel.



Helling

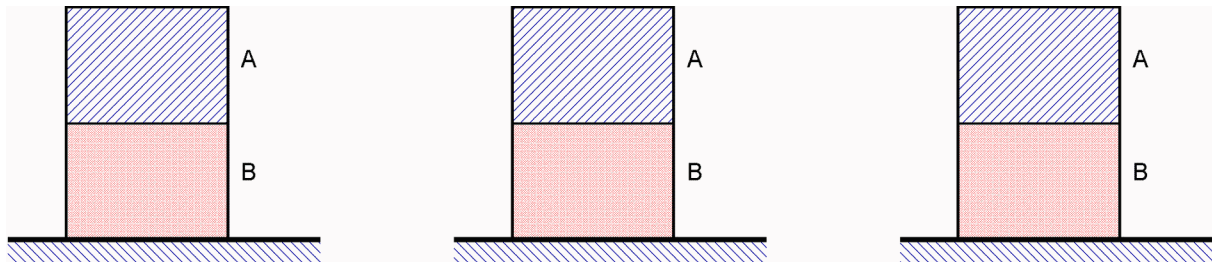
Op een helling met een hellingshoek van 20° ligt een blok hout van 10,0 kg. Het blok ondervindt een maximale wrijving van 12 N. Ik trek aan een touw, evenwijdig aan de helling, en het blok hout ligt stil.

- Bereken wat je weet van de spankracht in dat touw.
- Bepaal **door constructie** de grootte van de normaalkracht.



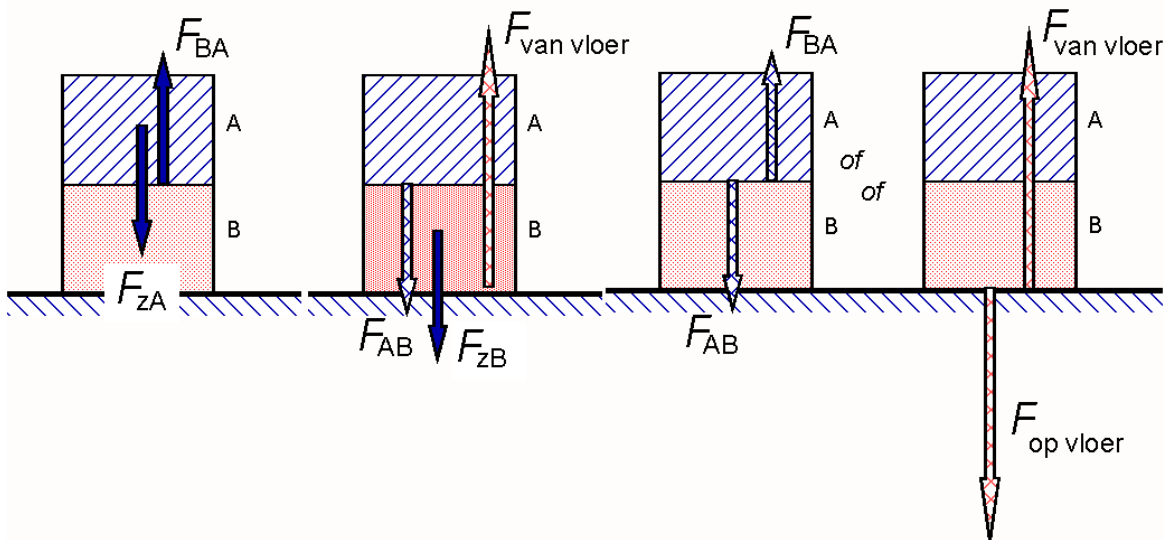
ACTIE EN REACTIE **hoort hier eigenlijk niet thuis.**

Hieronder staan naast elkaar drie dezelfde tekeningen. Het betreft dezelfde op elkaar gestapelde dozen, elk met een massa van 2,0 kg.



- Teken in de **linker** tekening *uitsluitend* de krachten op de bovenste doos. Geef elke kracht een duidelijke en unieke naam, bijv. F_{ZA} , F_1 , F_{NA} , $F_{\bar{z}}$,
- Teken in de **middelste** tekening *uitsluitend* de krachten op de onderste doos. Geef elke kracht een duidelijke en unieke naam, bijv. F_{ZA} , F_1 , F_{NA} , $F_{\bar{z}}$,
- Teken in de **rechter** tekening *uitsluitend* één voorbeeld van een krachtenpaar, waarop van toepassing is: **actie = - reactie**. Zet bij een al eerder gebruikte kracht dezelfde naam.

UITWERKING



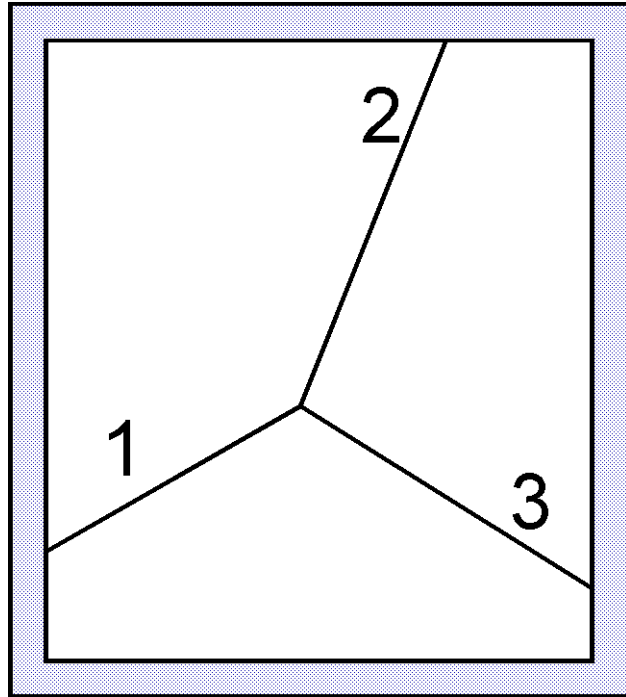
Links alleen de krachten op A. Dat zijn de zwaartekracht en de normaalkracht van B op A. 'Midden', alleen de krachten op B. Dat zijn behalve de zwaartekracht ook de kracht van A op zijn 'schouders' en de kracht **van** de vloer.

In de twee rechter tekeningen staat telkens een paar **'actie = - reactie'**.

Het eenvoudigste is het krachtenpaar van A op B en B op A, maar ook mogelijk de kracht van B **op** de vloer en de kracht **van** de vloer op B. Als je de zwaartekracht erbij wilt betrekken, dan moet je ook de aarde en het middelpunt erbij betrekken.

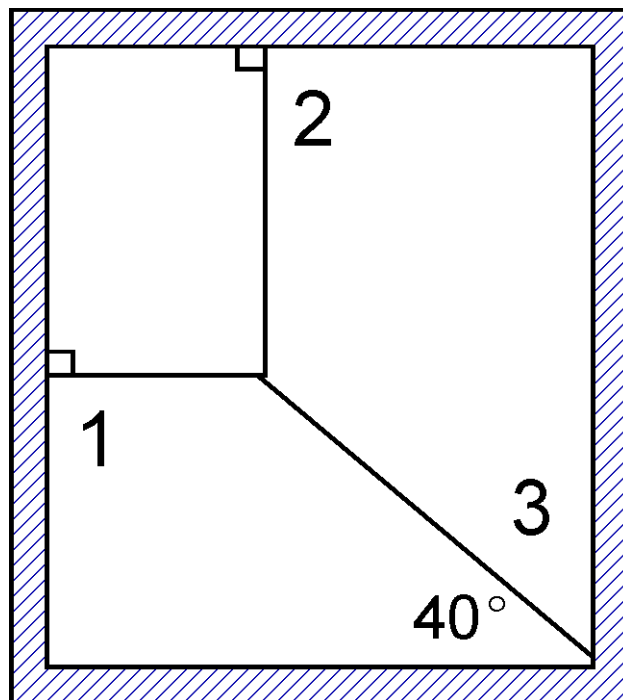
SPANRAAM

De touwtjes 1 en 2 worden door touwtje 3 strak gespannen. De spankracht in touwtje 3 is 3,00 N. Bepaal door constructie de kracht in de touwtjes 1 en 2.



Spanraam 2

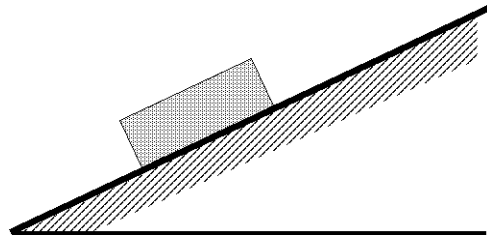
De touwtjes 1 en 2 worden door touwtje 3 strak gespannen. De spankracht in touwtje 3 is 3,00 N. Bepaal door berekening de kracht in de touwtjes 1 en 2.



WRIJVING

Een blok van 4,00 kg ligt door de wrijving stil op een helling.

Bepaal door constructie de waarde van de normaalkracht en de wrijvingskracht.



SOM NUL

Teken drie krachten, alle drie in een andere richting, waarvan de som nul is.

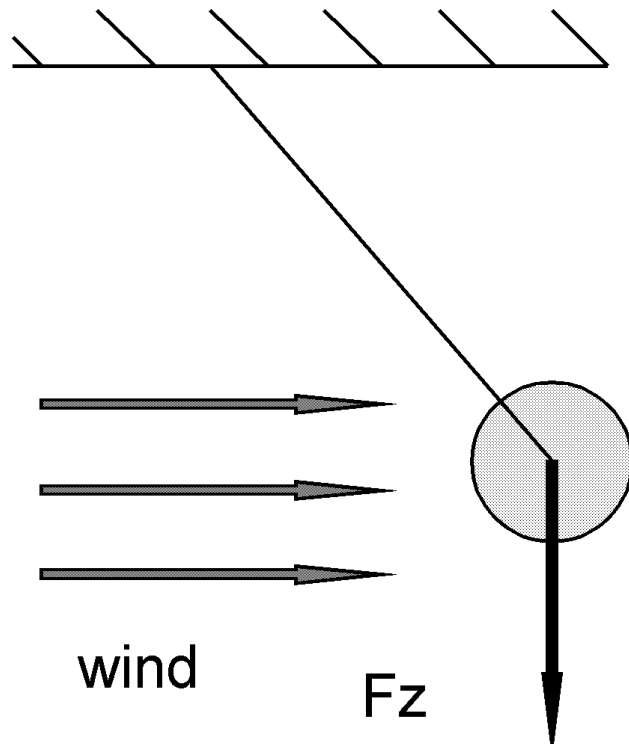
CONSTANTE SNELHEID

Een auto rijdt met een constante snelheid van 80 km/h. Dat komt omdat de som van de krachten op de auto constant is en wel nul. Leg uit of je het hiermee eens bent.

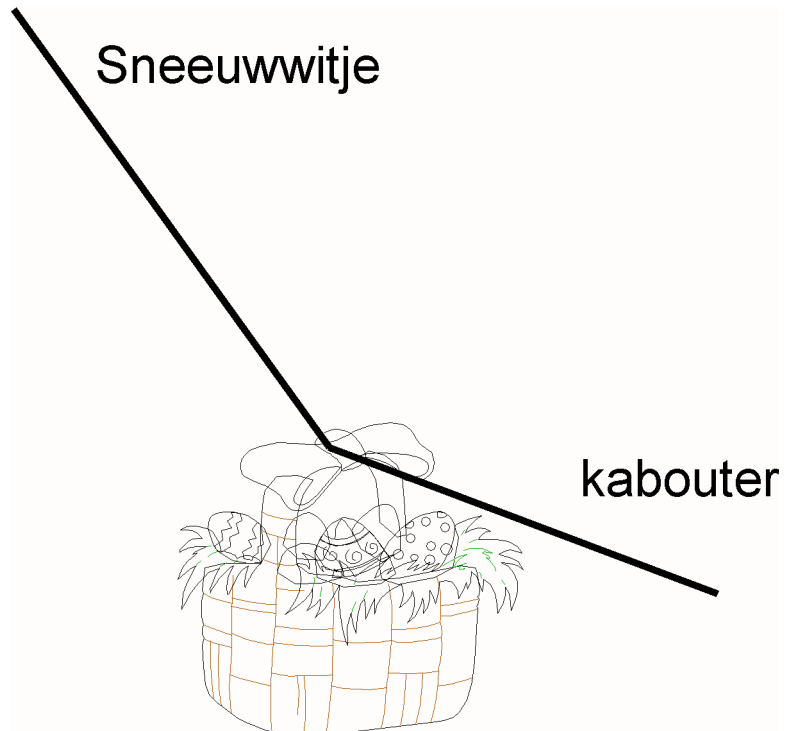
LUCHTSTROOM

Een luchtstroom van een ventilator houdt een lichte bal in de hiernaast getekende stand. De vector F_z is gegeven.

- Construeer op het antwoordpapier de andere twee vectoren naar grootte en richting.
- Bepaal nu de grootte van de kracht die de luchtstroom op het balletje uitoefent met behulp van a).
Hierbij is nog gegeven dat $F_z = 0,20 \text{ N}$.



KABOUTERHULP
 Sneeuwwitje heeft boodschappen gedaan. Om je niet te veel af te leiden heb ik haar maar niet getekend, evenmin als de kabouter die haar wilde 'helpen' met dragen.
 Ik heb eenvoudigheidshalve alleen de richting aangegeven waarin beiden aan de boodschappenmand van 5,0 kg trekken.
 Bepaal **door constructie** de grootte van de kracht die Sneeuwwitje uitoefent.

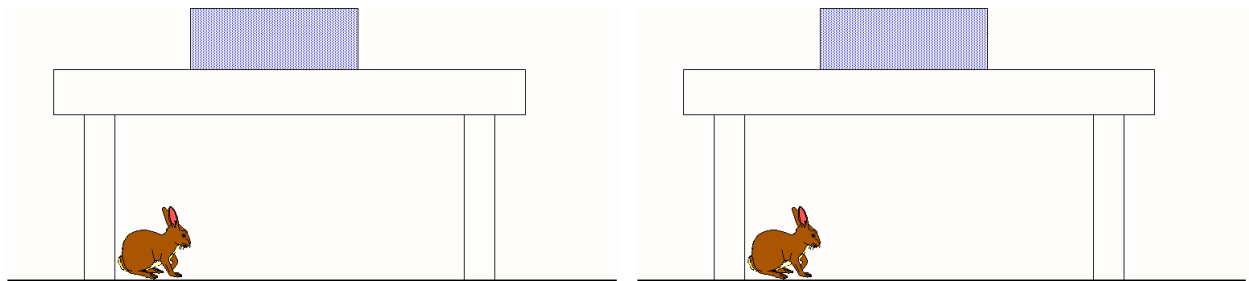


ACTIE = - REACTIE

Een kist van 10 kg staat op een tafel. Dat is twee keer getekend.

Teken hieronder in de linker tekening de krachten op de kist.

Teken in de rechter tekening het actie-reactie-paar van krachten op kist en tafel.



BROEKSYSTEEM

In de Zuidertoren worden de klokken van de beiaard aangeslagen via het zogenaamde **broeksysteem**. In de klok hebben we een sterke vereenvoudiging aangebracht door net te doen alsof de klepel uit een bol bestaat aan een ideaal draadje.

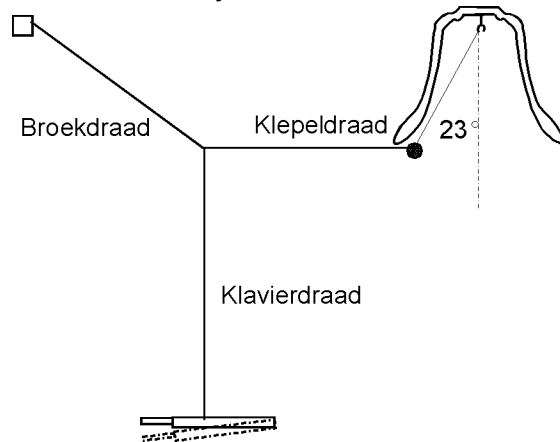
Het geheel is en blijft in rust.

De hoek die de klepel maakt met de verticaal is 23° . De spankracht in de klepeldraad is 4,1 N.

a. Bereken de massa van de bol van de klepel.

De klepeldraad is via een knoop verbonden met de broek- en klavierdraad.

b. Bepaal op dit vel **door constructie** de kracht in broek- en klavierdraad.



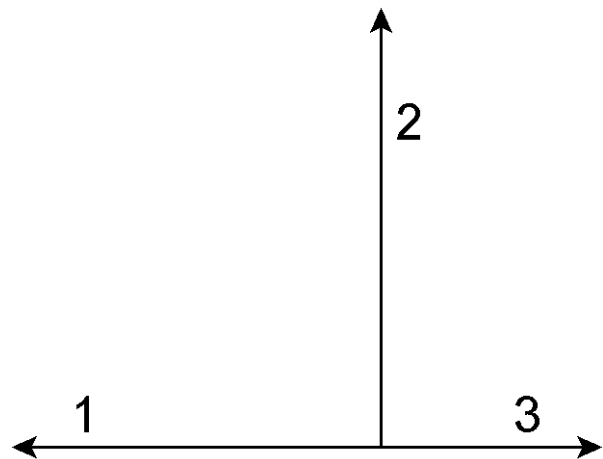
OPTELLEN EN AFTREKKEN

Je ziet drie vectoren die we gemakshalve maar gewoon 1, 2 en 3 noemen.

Ze zijn resp. 50, 60 en 30 N groot.

Construeer de vector $\vec{1} + \vec{2} + \vec{3}$ en de

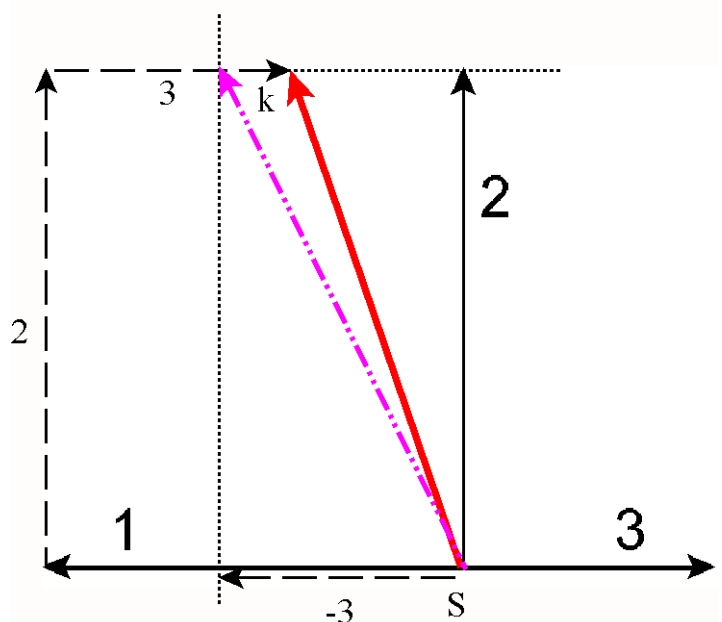
vector $\vec{2} - \vec{3}$.



Uitwerking:

We beginnen het optellen bij de staart van vector 1; daar tellen we met de kop-staartmethode resp de vectoren 2 en 3 bij op. Het resultaat is de vette getrokken vector als somvector.

Bij het verschil tekenen we eerst de vector $-\vec{3}$ en gebruiken de parallellogrammethode. Het resultaat is de streep-punt-vector als $\vec{2} - \vec{3}$



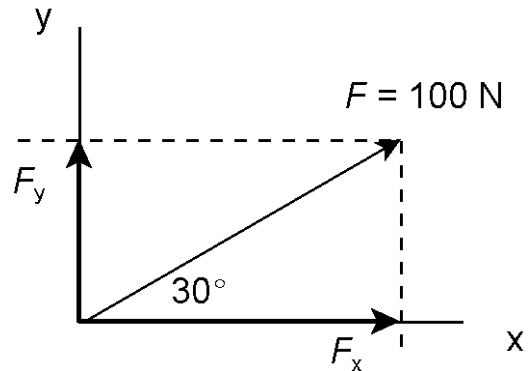
ONTBINDEN

Een krachtvector F van 100 N maakt een hoek van 30° met de horizon; schuin omhoog. Bereken de horizontale en verticale component van deze vector; bereken dus F_x en F_y .

Uitwerking:

$$F_x = F \times \cos 30^\circ = 100 \times \cos 30^\circ = 87 \text{ N}$$

$$F_y = F \times \sin 30^\circ = 50 \text{ N}$$



VECTOREN OPTELLEN

Drie krachten zijn samen nul. De horizontale richting noemen we de x-richting en de verticale noemen we de y-richting.

Van twee vectoren zijn de x- en y-componenten bekend. Deze staan in de tabel. Bereken de x- en y-component van de derde kracht en bereken ook zijn grootte.

	x-component	y-component
F_1	12 N	- 12 N
F_2	- 17 N	0 N
F_3	?	?

$$F_3 = ?$$

Uitwerking:

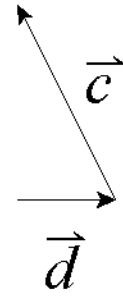
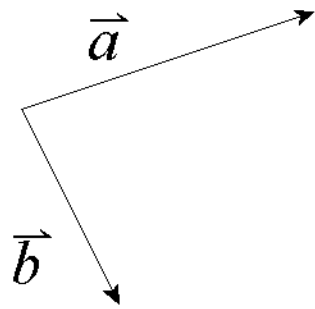
$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 \Rightarrow 12 - 17 + F_{3x} = 0 \Rightarrow F_{3x} = 5 \text{ N}$$

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0 \Rightarrow -12 + 0 + F_{3y} = 0 \Rightarrow F_{3y} = 12 \text{ N}$$

$$F_3^2 = F_{3x}^2 + F_{3y}^2 = 25 + 144 \Rightarrow F_3 = 13 \text{ N}.$$

VECTOREN OPTELLEN EN AFTREKKEN

Bepaal in onderstaande situatie $\vec{a} + \vec{b}$ en $\vec{c} - \vec{d}$



Kop-staart- of parallellogrammethode.

