



Koppels en krachten

“Hoe werkt mijn cat?”



Wie ben ik?

Naam: Tom Broekhuijsen

Zeilervaring: Polyvalk, FJ, Laser, Hobie 16

Instructie op: EHZ, ZOL, Morra

Opleiding: lucht- en ruimtevaarttechniek



Waarschuwing

Figuren in deze slides zijn slechts kwalitatief en verhoudingen van krachten/koppels/afmetingen hoeven niet overeen te komen met de werkelijkheid.

Bovendien ben ik geen Dart zeiler. Iedere boot heeft zijn eigen kenmerken; komt de theorie hier gepresenteerd niet overeen met wat je op het water ziet, vertrouw dan op je eigen ervaringen!



Inhoud

In deze slides probeer ik antwoord te geven op de volgende vragen:

- Wat is een kracht?
- Wat is een koppel?
- Waarom sta ik trapeze?
- Waar sta je met veel wind?
- Waar zit je met minder wind?
- Wat is het nadeel van roergebruik?
- Hoe stuur je met de zeilen?
- Hoe stuur je met je gewicht?

Als je wilt kun je vragen overslaan als ze je interesse niet hebben.



Wat is een kracht?

Een kracht is iets waarmee je een object kan versnellen of vertragen. Denk bijv. aan een trap tegen een bal (zie onder), of de hydrodynamische weerstand (de weerstand van de rompen in het water) die je afremmen als je de zeilen viert.

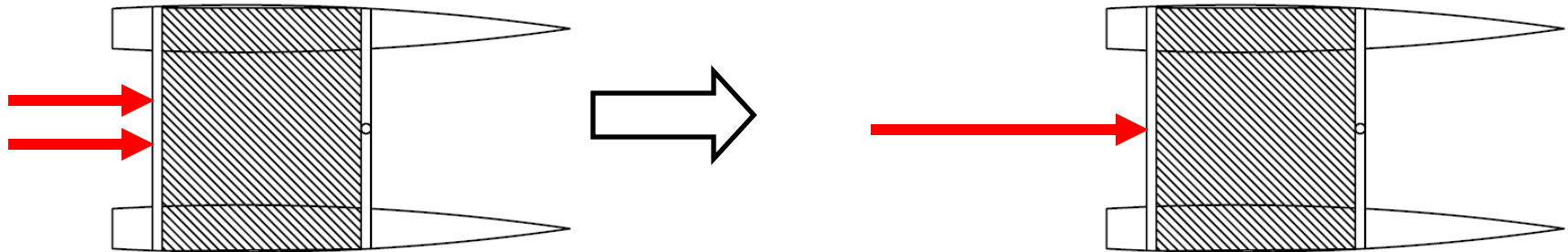
Een kracht heeft een grootte en een richting. Dit kun je aangeven met een pijl; de lengte van de pijl is hierbij de grootte, en de orientatie is de richting van de kracht.





Wat is een kracht?

Krachten kun je bij elkaar optellen: als je met 2 personen je cat duwt is dit natuurlijk 2x zo makkelijk.

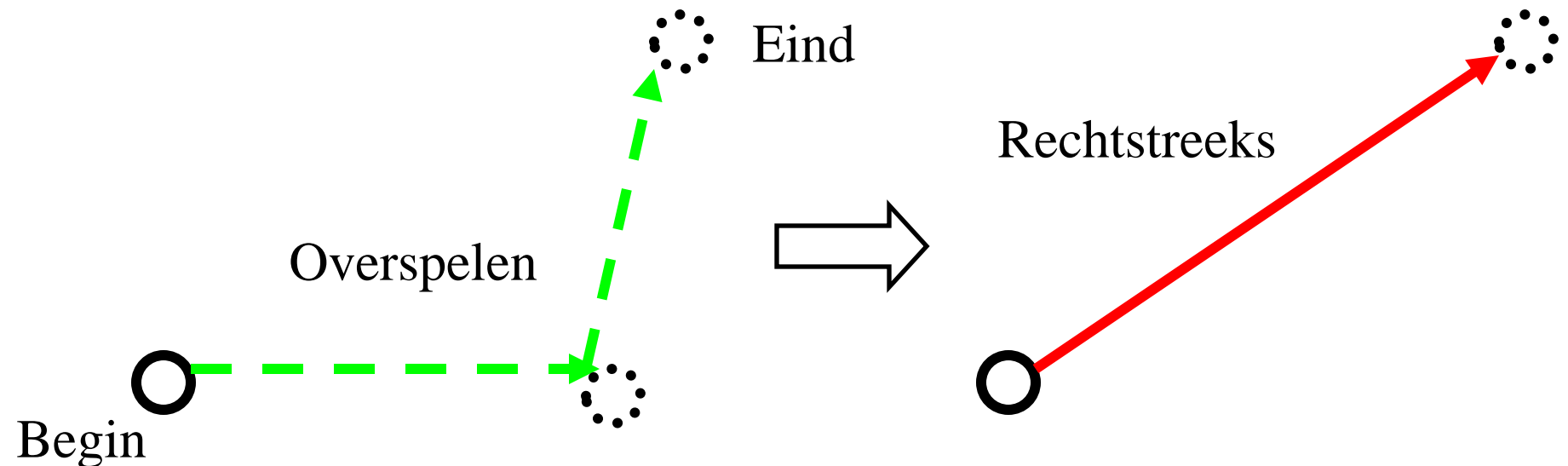


$$\rightarrow + \rightarrow = \rightarrow$$



Wat is een kracht?

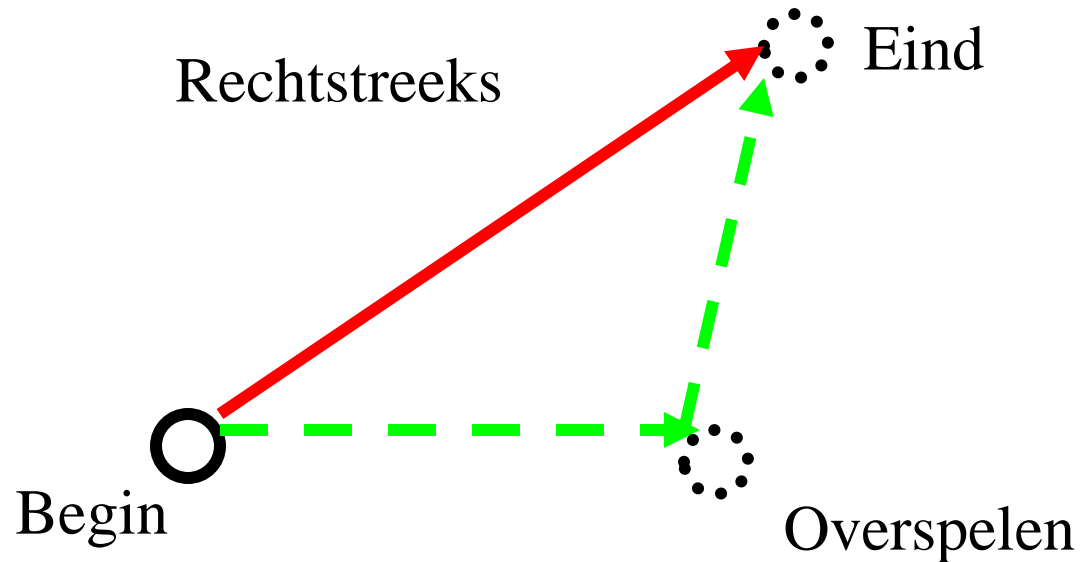
Krachten kun je bij elkaar optellen met de ‘kop aan staart’ methode. Stel dat je een bal overspeelt (zie onder); je kunt de twee pijlen ‘kop aan staart’ optellen en zien dat de bal in 1x spelen hetzelfde effect heeft:





Wat is een kracht?

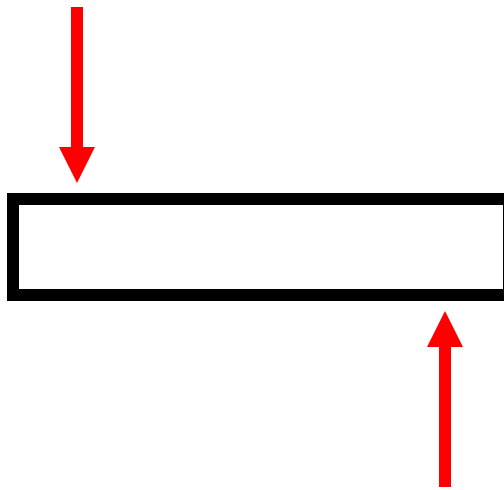
Nogmaals het optellen met de ‘kop aan staart’ methode:





Wat is een koppel?

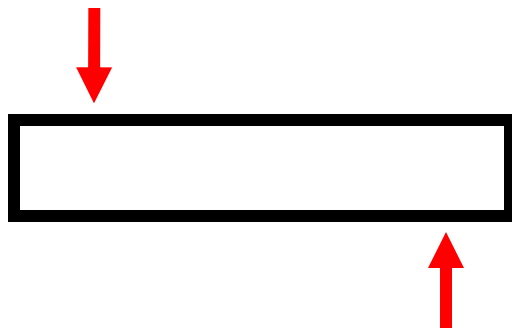
Je spreekt van een koppel als 2 krachten samenwerken en proberen een voorwerp te draaien.



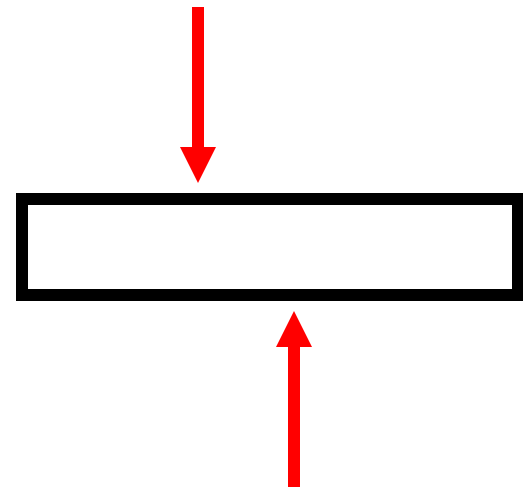


Wat is een koppel?

Een ‘klein’ koppel is niet goed in het draaien van een voorwerp. Dat kan omdat de krachten zelf klein zijn, of omdat de afstand tussen de krachten klein is:



Klein koppel door kleine krachten

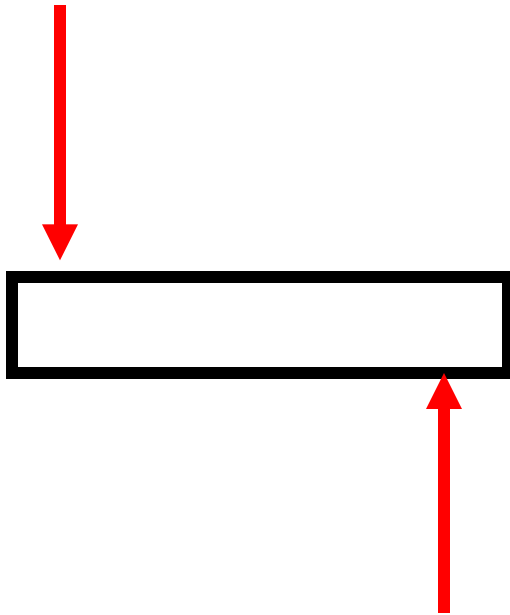


Klein koppel door kleine afstand

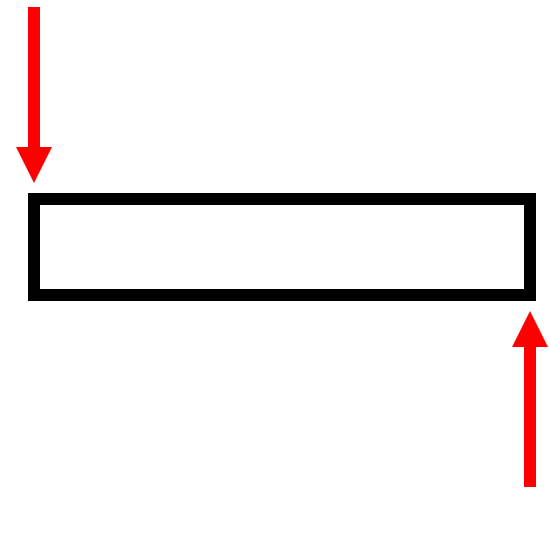


Wat is een koppel?

Een 'groot' koppel is goed in het draaien van een voorwerp.
Dat kan omdat de krachten zelf groot zijn, of omdat de afstand tussen de krachten groot is:



Groot koppel door grote krachten



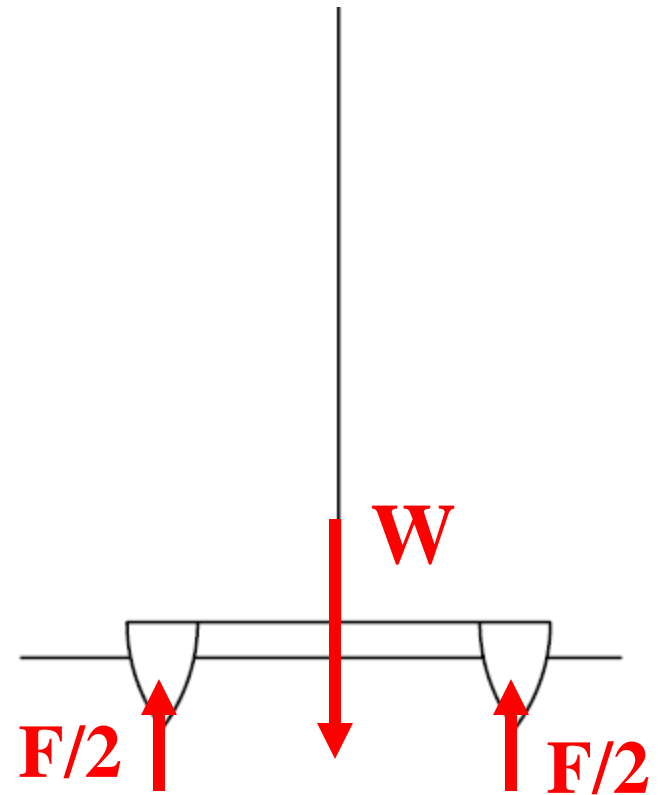
Groot koppel door grote afstand

Dart 18

Waarom sta ik trapeze?

Als de cat drijft, werken slechts de zwaartekracht (W) en de drijfkracht (F) op de boot.

Let er op dat als je alle krachten bij elkaar optelt, dat je dan op nul uitkomt, kortom de boot zinkt niet.

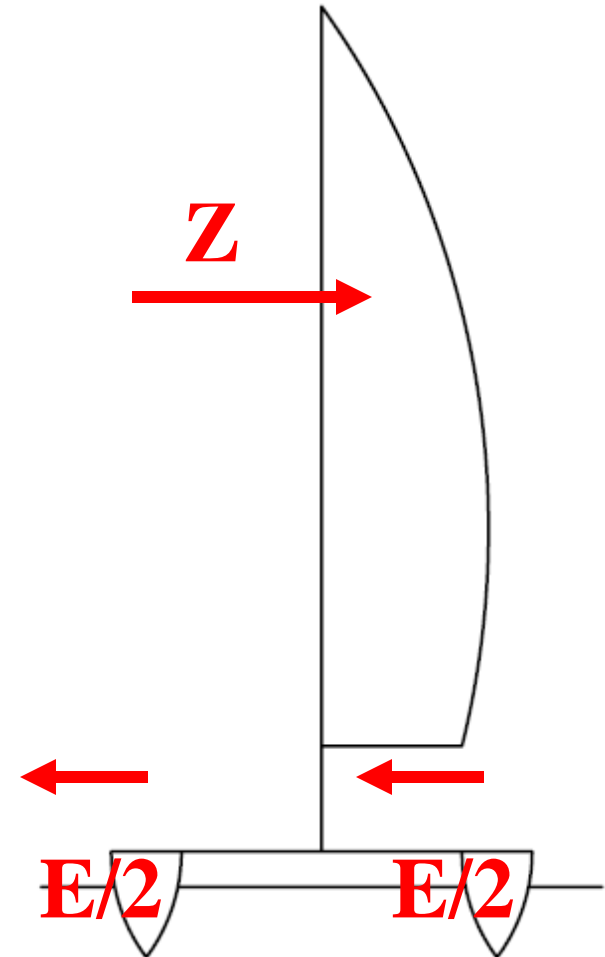


Dart 18

Waarom sta ik trapeze?

Wanneer de zeilen gehesen worden en de wind in het zeil gaat blazen, krijg je een zeilkracht (Z).

De boot zal opzij geduwd worden door de zeilkracht, maar het water gaat dat tegen met een driftbeperkende kracht (E).

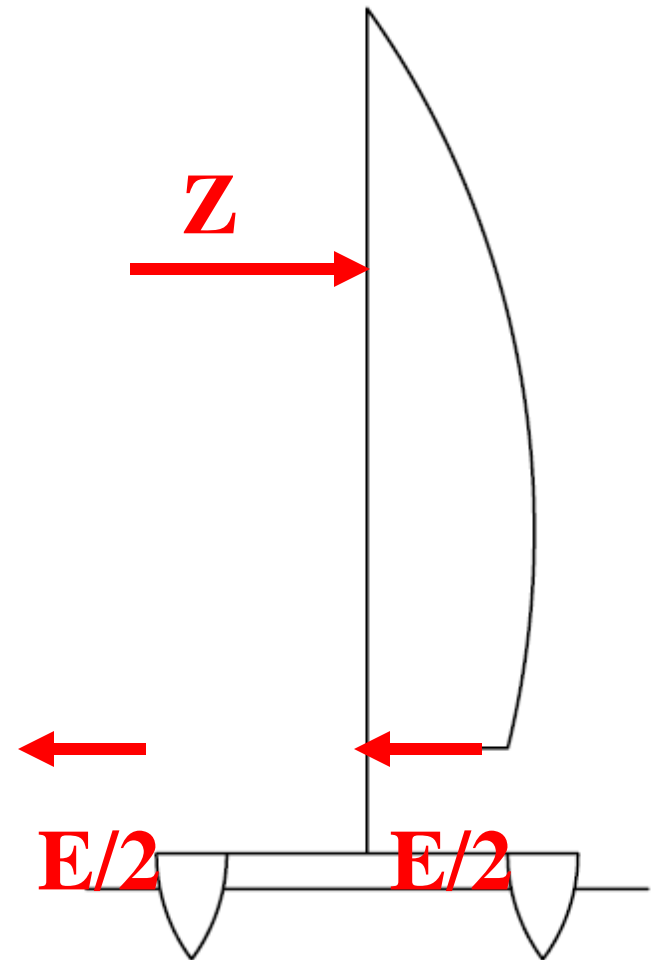




Waarom sta ik trapeze?

Hier zien we dan ook ons eerste koppel;
de wind in de zeilen zorgt er in
combinatie met de driftbeperkende
krachten op de rompen voor dat de boot
scheef gaat.

Dit koppel heet dan ook wel het ‘hellend
koppel’.

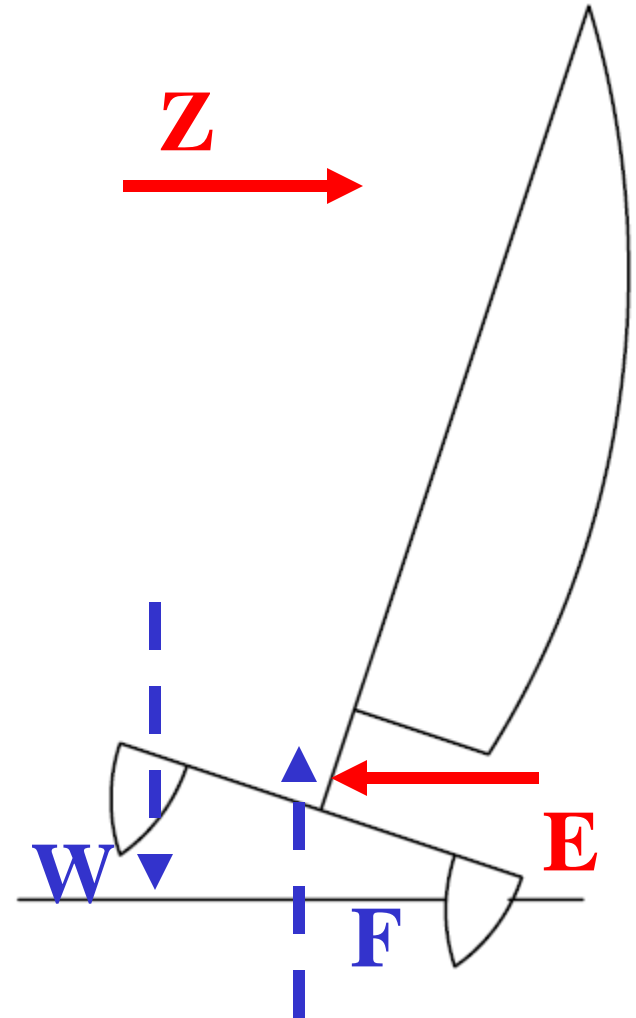




Waarom sta ik trapeze?

Als er niks zou gebeuren, zou de boot door dit koppel omwaaien, maar als de boot scheef gaat ontstaat er ook een ‘oprichtend koppel’:

Het gewicht van de boot (W) en de drijfkraft (F) proberen de boot weer overeind te trekken.

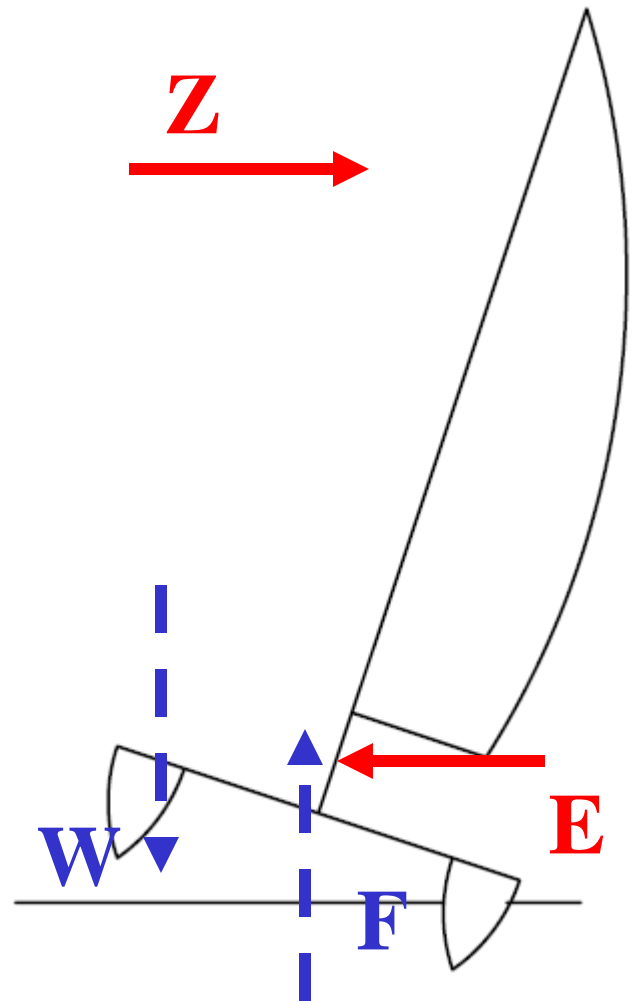




Waarom sta ik trapeze?

Het oprichtend koppel moet altijd net zo groot zijn als het hellend koppel; anders slaat de boot om.

De kunst is dus het oprichtend koppel zo groot mogelijk te maken, hoe doe je dit?

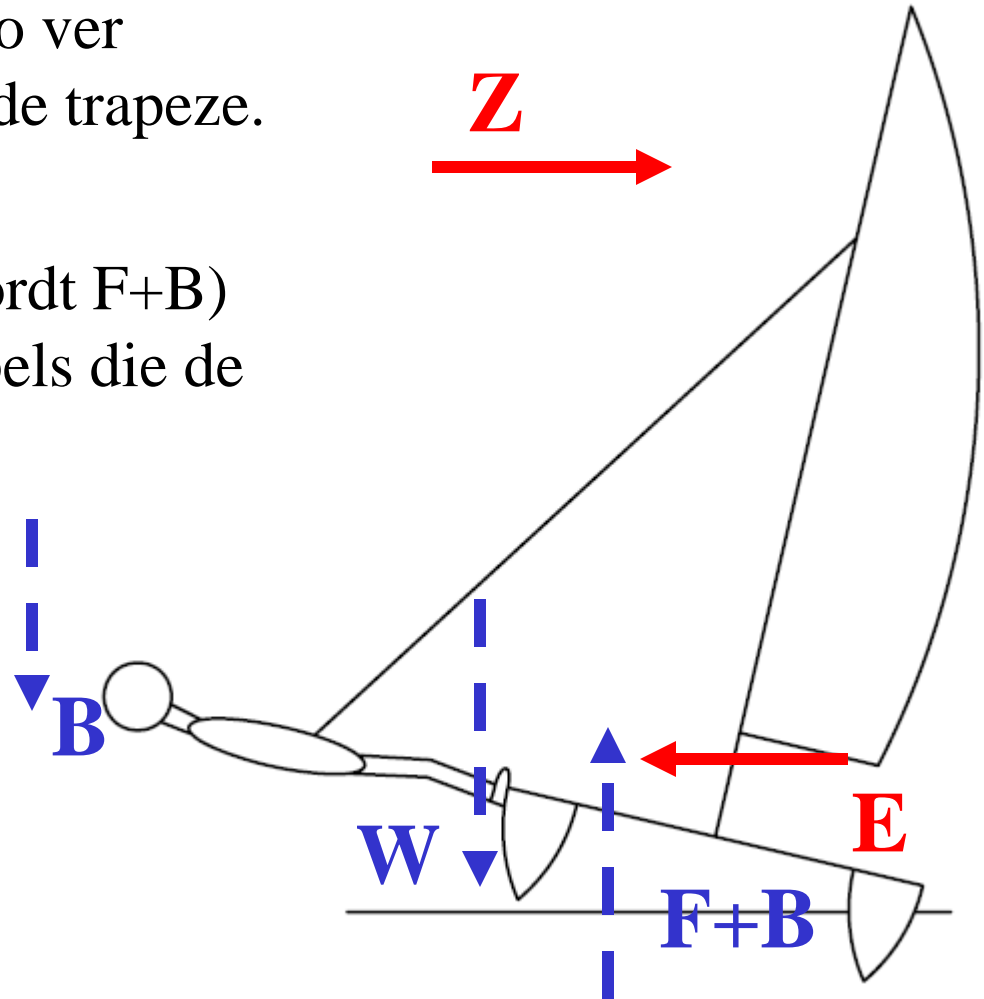


Dart 18

Waarom sta ik trapeze?

Het antwoord: gooi je gewicht zo ver mogelijk buitenboord d.m.v. de trapeze.

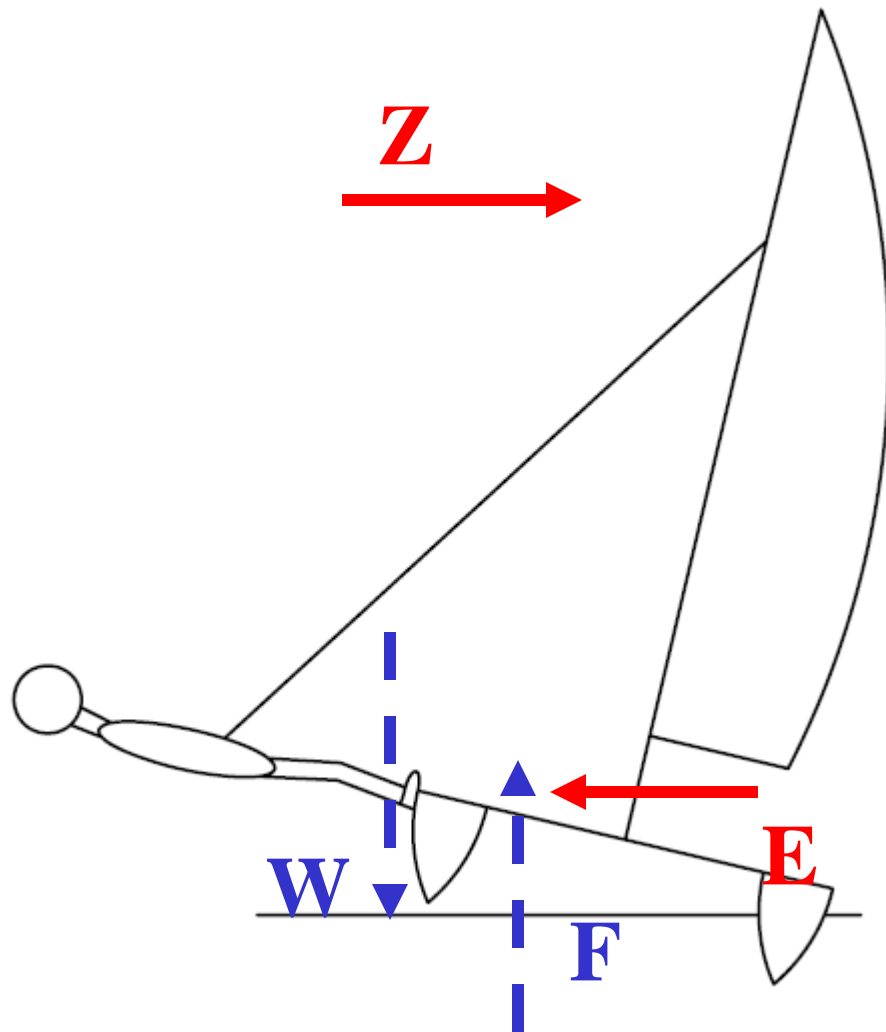
De drijfkracht is nu groter (F wordt $F+B$) en je hebt nu eigenlijk 2 koppels die de boot overeind houden.





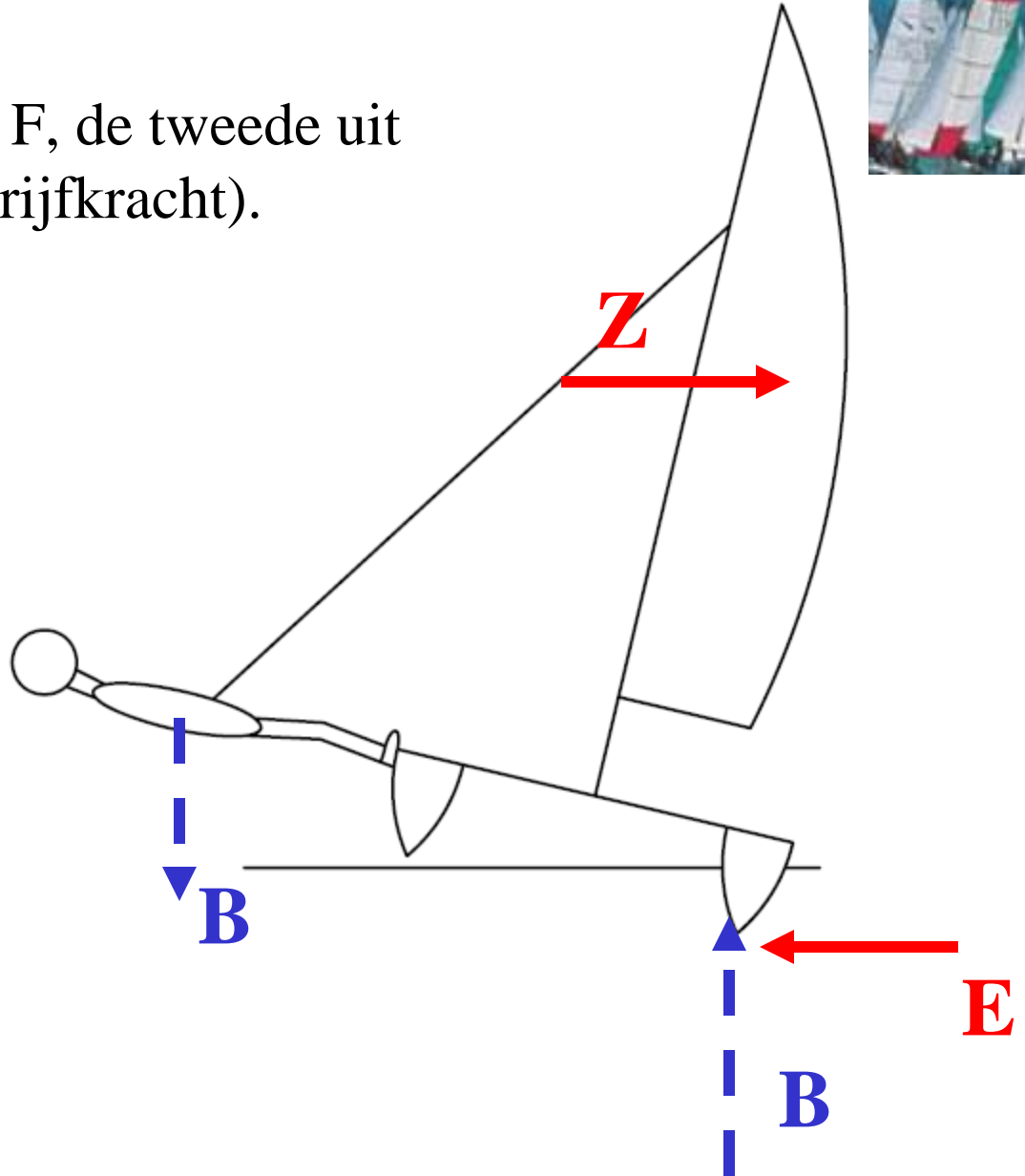
Waarom sta ik trapeze?

De eerste bestaat uit W en F,



Waarom sta ik trapeze?

De eerste bestaat uit W en F , de tweede uit B en B (door de extra drijfkracht).

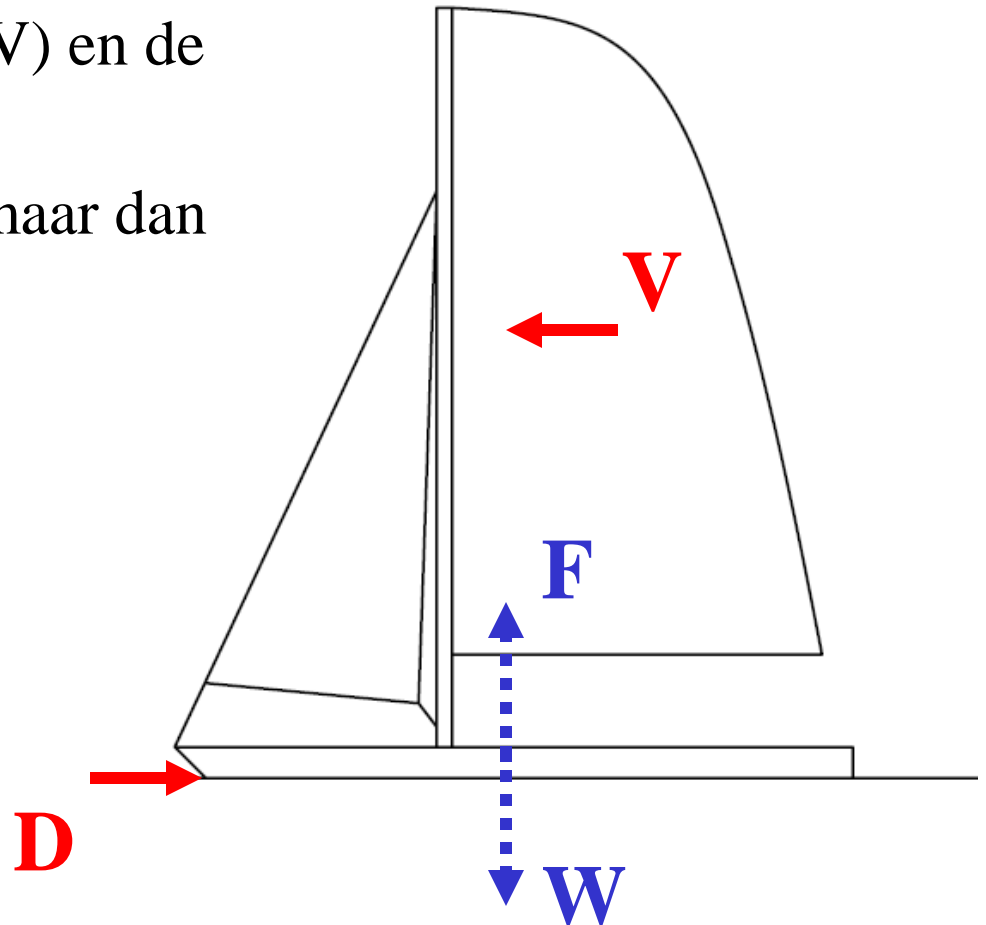


Dart 18

Waar sta je met veel wind?

Als je van opzij naar de cat kijkt leveren de zeilen een voortstuwing (V) en de rompen een weerstand (D).

Ook dit is een hellend koppel, maar dan voorover gericht.

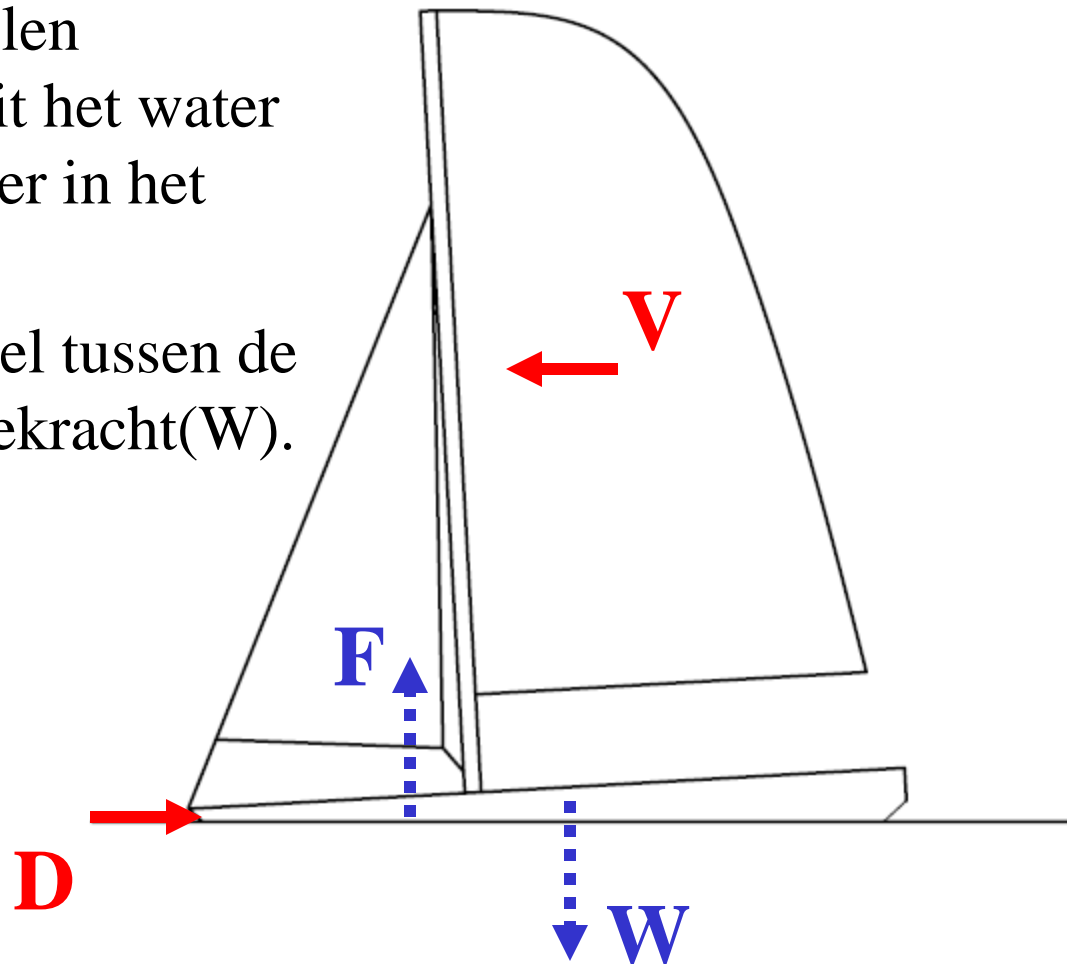


Dart 18

Waar sta je met veel wind?

De boot zal voorover gaan hellen waardoor het achterschip uit het water komt en het voorschip dieper in het water wordt gedrukt.

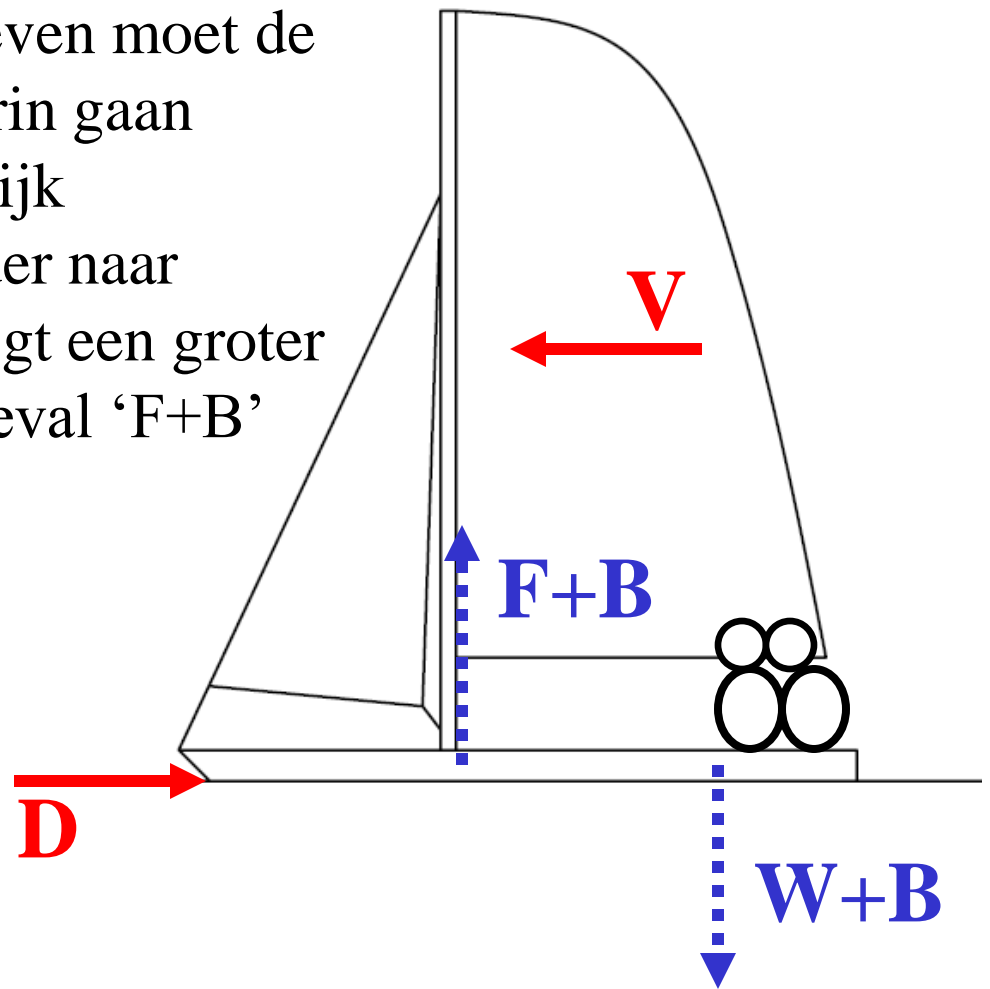
Daardoor ontstaat er een koppel tussen de drijfkracht(F) en de zwaartekracht(W).





Waar sta je met veel wind?

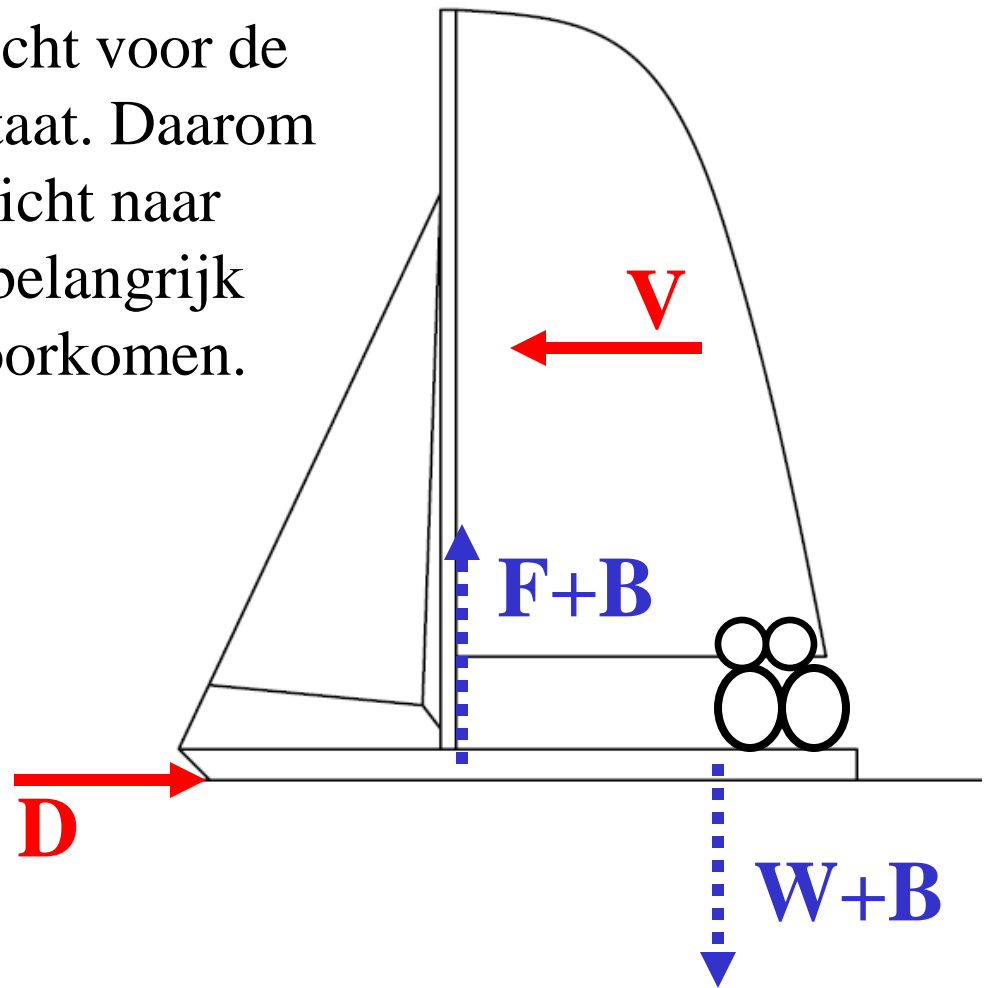
Als je echt gas wilt kunnen geven moet de bemanning helemaal achterin gaan zitten; het gemeenschappelijk zwaartepunt komt dan verder naar achteren te liggen en je krijgt een groter oprichtend koppel (in dit geval 'F+B' en 'W+B').





Waar sta je met veel wind?

Eigenlijk is de cat te kort en licht voor de hoeveelheid zeil die erop staat. Daarom is het trimmen van het gewicht naar achteren bij veel wind erg belangrijk om voorover omslaan te voorkomen.

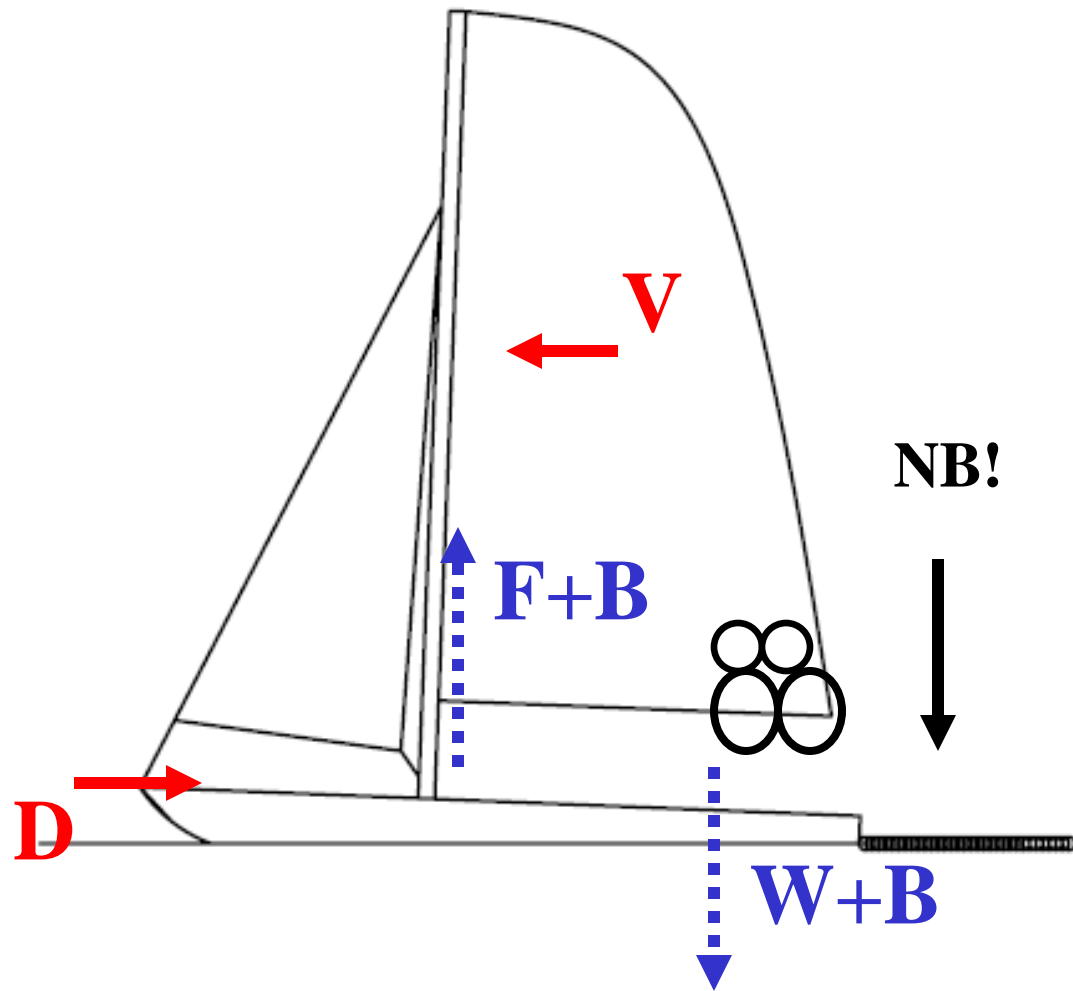


Dart 18

Waar zit je met minder wind?

Als het minder gaat waaien, worden V en D kleiner en zal de boot achterover komen te liggen.

De spiegels van de boot worden het water ingedrukt, wat veel weerstand veroorzaakt (dit kun je zien als turbulent water achter de boot).



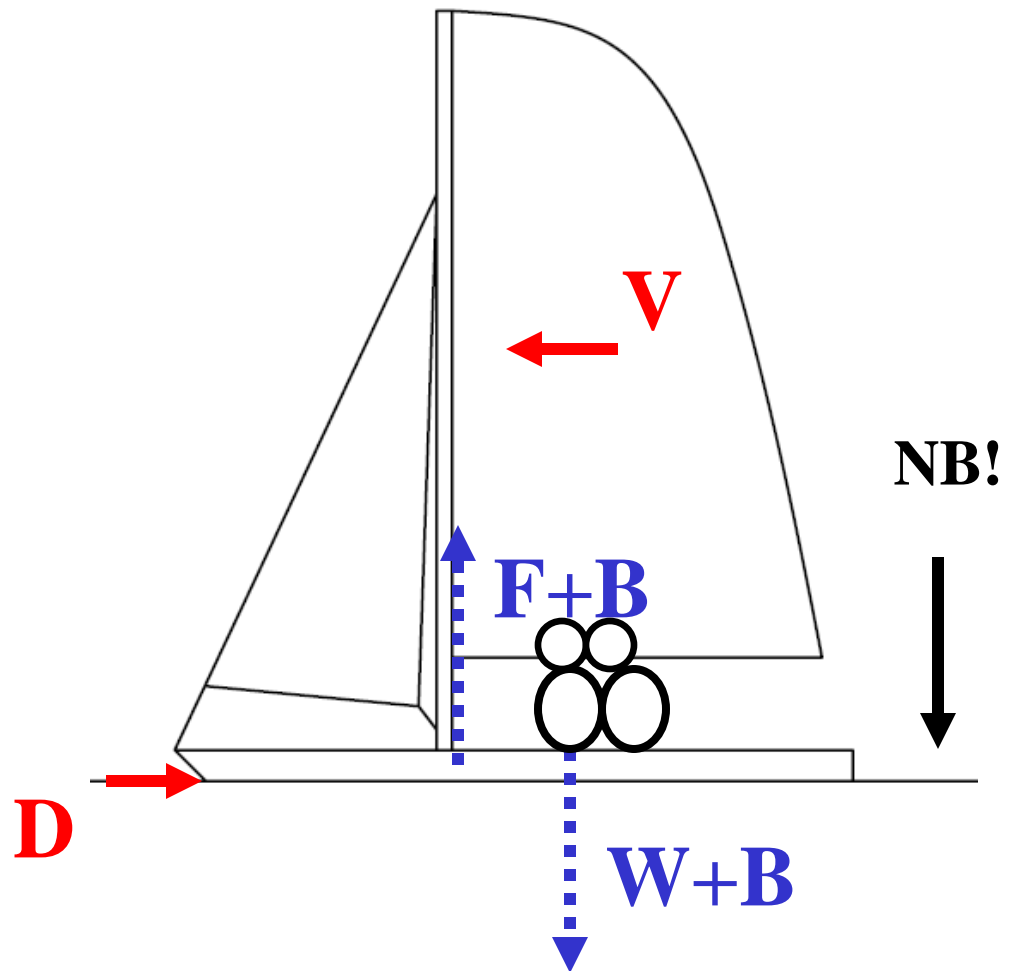
Dart 18

Waar zit je met minder wind?

Het is nu verstandig om met zijn tweeën naar voren te gaan in de boot.

Hierdoor komen de spiegels weer uit het water en wordt de weerstand kleiner.

Let op dat het belangrijk is om dicht tegen elkaar aan te zitten!



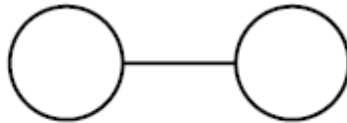
Dart 18

Waar zit je met minder wind?

Waarom is het belangrijk dicht tegen elkaar aan te zitten?

Beeld je in dat je twee dumbbells uit de fitness hebt, beide zijn even zwaar, echter bij de een zitten de gewichten een meter uit elkaar en bij de ander kan er net je hand tussen.

(A)



(B)



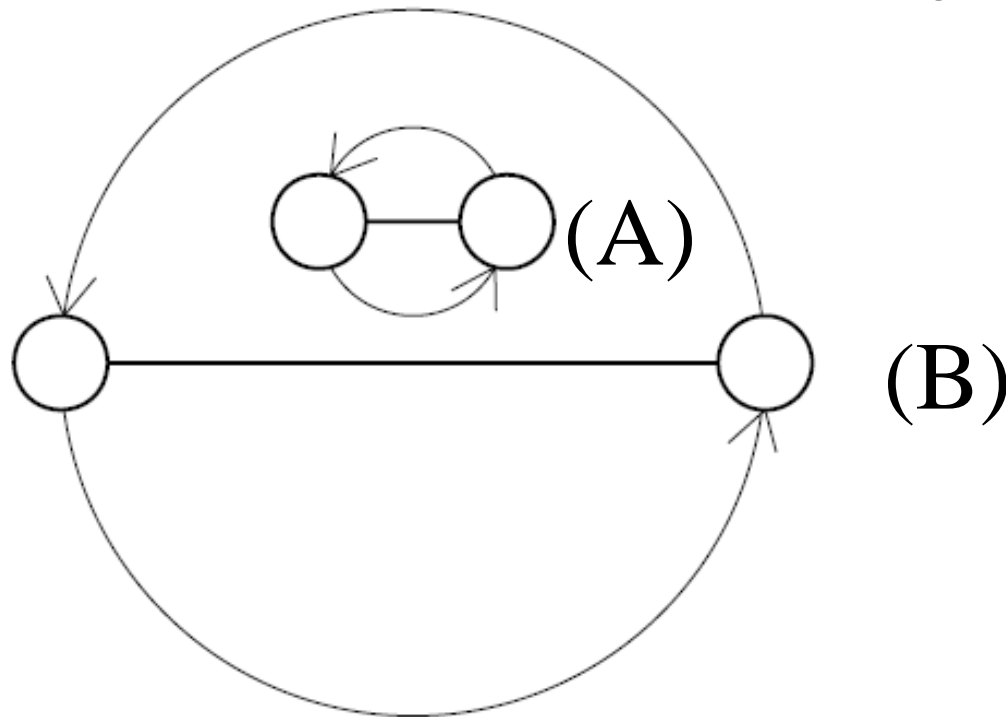
Als je nu gevraagd zou worden om de dumbbells boven je hoofd te nemen en rond te draaien, welke zou dan zwaarder rond te draaien zijn? **A** of **B**?



Waar zit je met minder wind?

In geval van twijfel: het goede antwoord is B.

Dat is zo omdat je de beide gewichten op het einde, een veel langere weg moet laten afleggen om 1x rond te gaan:





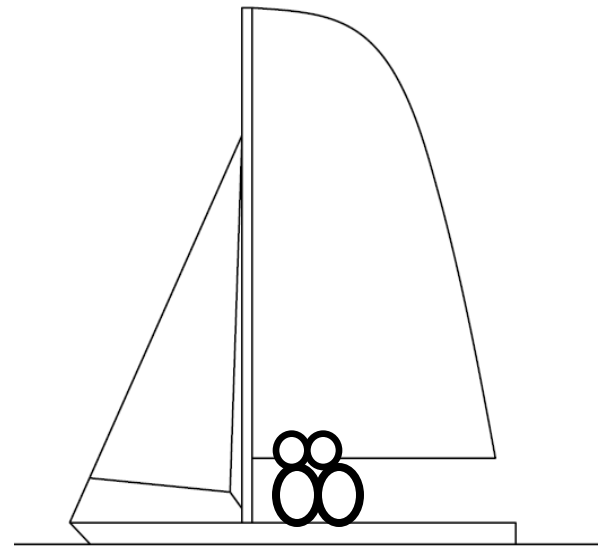
Waar zit je met minder wind?

Bij zeilen geldt hetzelfde: zit je ver van elkaar, dan kost het meer energie om over golven heen te komen.

Als gevolg worden de boegen dieper de golven ingedrukt en dat betekent weerstand!



Fout



Goed



Een uitzondering voor de gevorderden: Als er een korte golfslag staat, maar de wind is goeddeels weggevallen, dan kan het zijn dat je juist wat verder van elkaar wilt zitten.

Rara hoe kan dat?

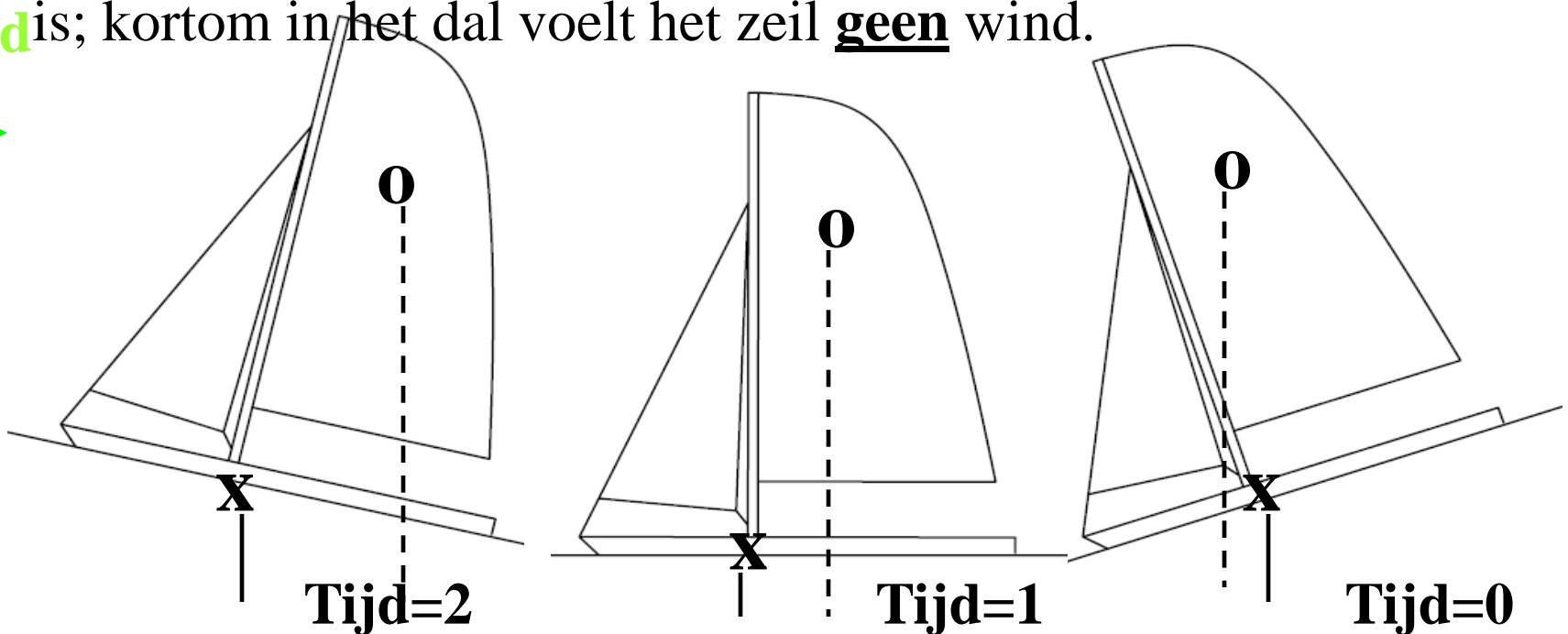
Dart 18

Waar zit je met minder wind?

Terwijl je door het dal komt van een golf, beweegt het zeil naar achteren t.o.v. bijv. Mastvoet (zie de 'x' en 'o').

Als de boot langzaam gaat en dit schommelen heftig is, kan het zijn dat de mast even hard naar achteren gaat als dat er wind

Wind is; kortom in het dal voelt het zeil geen wind.

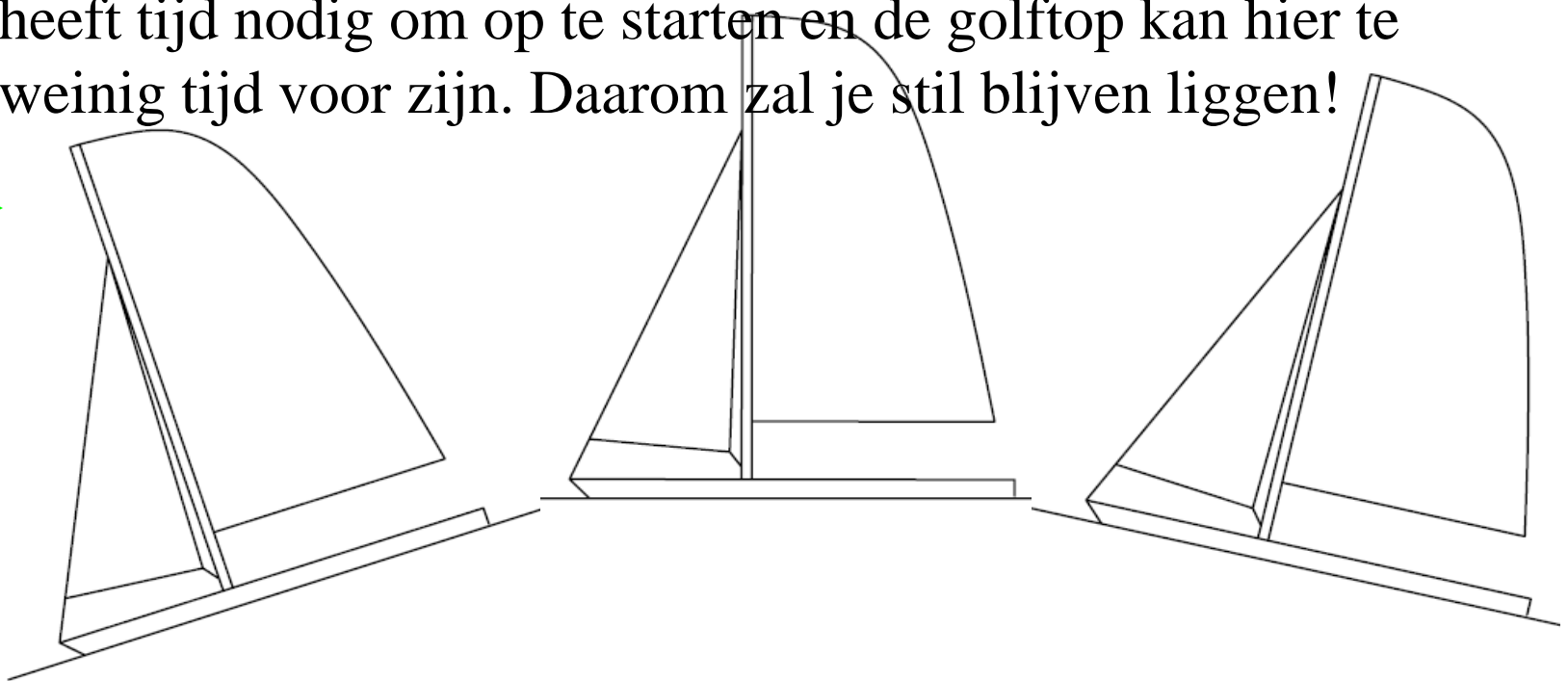


Dart 18

Waar zit je met minder wind?

Terwijl je over de top van de golf komt, gaat het zeil wel weer harder naar voren dan de boot vaart (en voelt dus meer wind dan de werkelijke wind). **Echter**, de stroming rond het zeil heeft tijd nodig om op te starten en de golftop kan hier te weinig tijd voor zijn. Daarom zal je stil blijven liggen!

Wind





Waar zit je met minder wind?

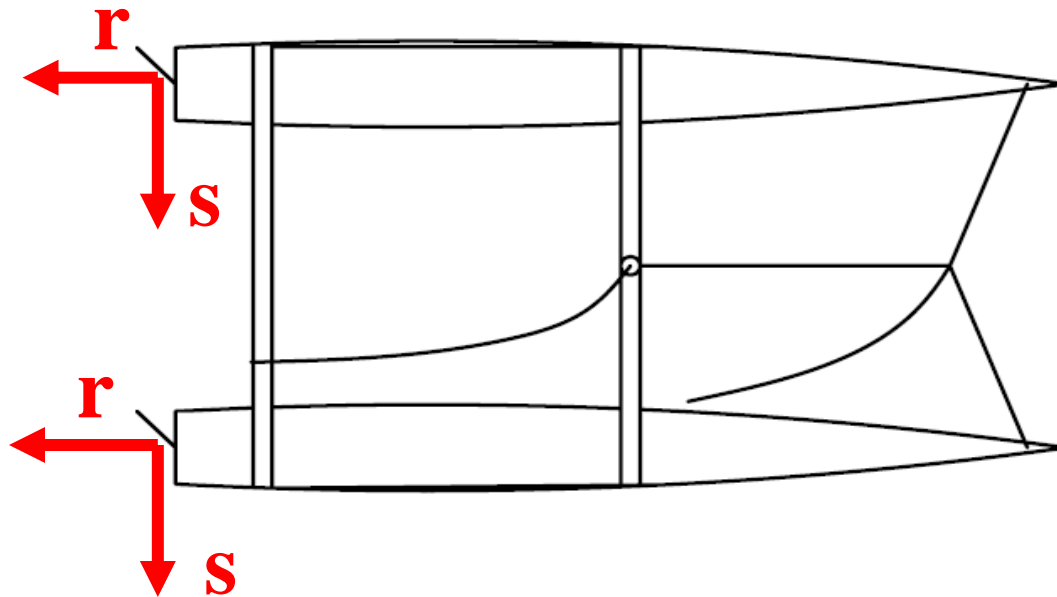
Conclusie voor de uitzondering:

Zit je dus in een wedstrijd met korte golven en weinig wind, probeer dan eens verder uit elkaar te gaan zitten. Hierdoor wordt het slingeren van de mast minder en kan de stroming rond het zeil beter op gang komen.

Ik ken 470 wedstrijden die op deze manier beslist zijn, probeer in de praktijk uit of het ook voor een dart kan werken!



Wat is het nadeel van roergebruik?



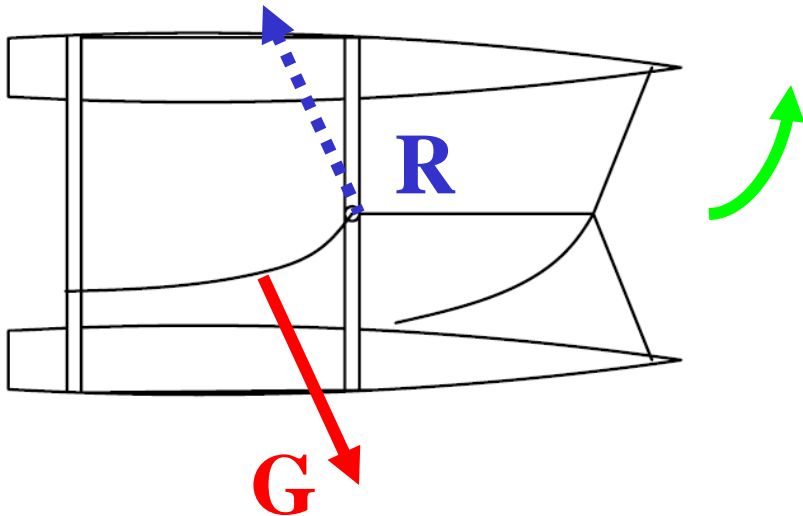
Antwoord: niet alleen stuur je met je roeren (krachten 's'), je remt er ook mee (zie krachten 'r').



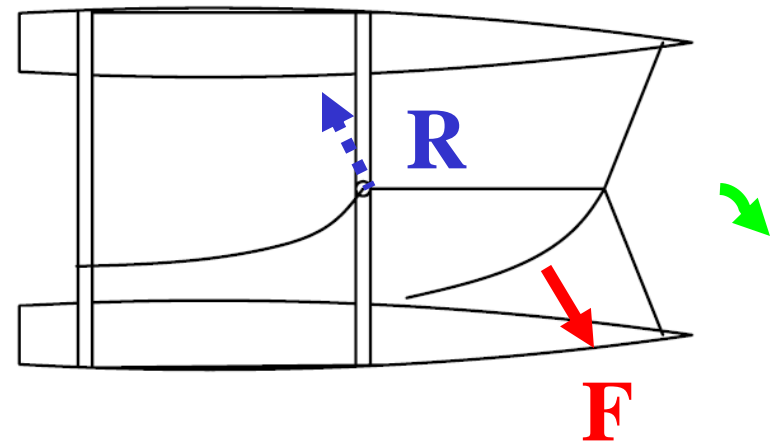
Hoe stuur je met de zeilen?

Met alleen het grootzeil (G) kun je oploeven, met alleen het fok (F) kun je afvallen. Verklaring: Samen met de weerstand van de rompen in het water (R) vormen ze ieder een ander koppel.

Oploeven met grootzeil:



Afvallen met fok:

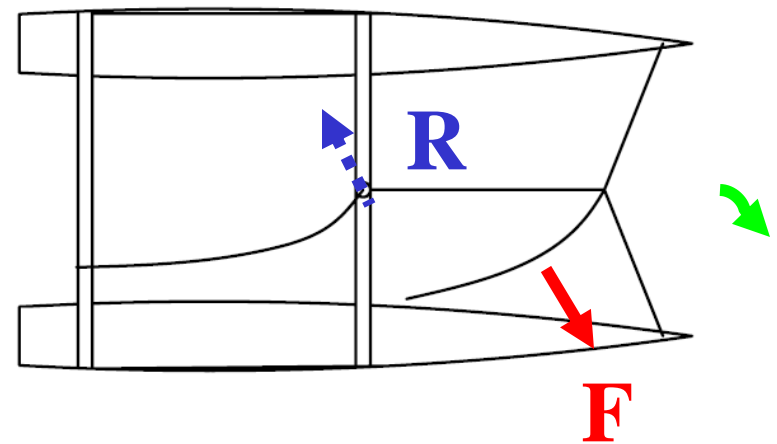
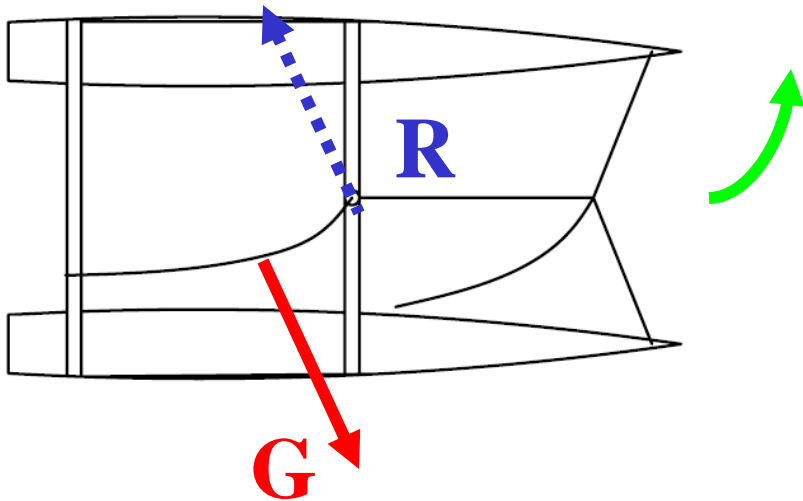


NB: in de praktijk merk je dit alleen bij hoog aan de wind en bij weinig snelheid, anders gaan andere factoren meespelen.



Hoe stuur je met de zeilen?

Opdracht: ga na hoe je je zeilen gebruikt gedurende de overstag en of dit overeenkomt met wat je net geleerd hebt.



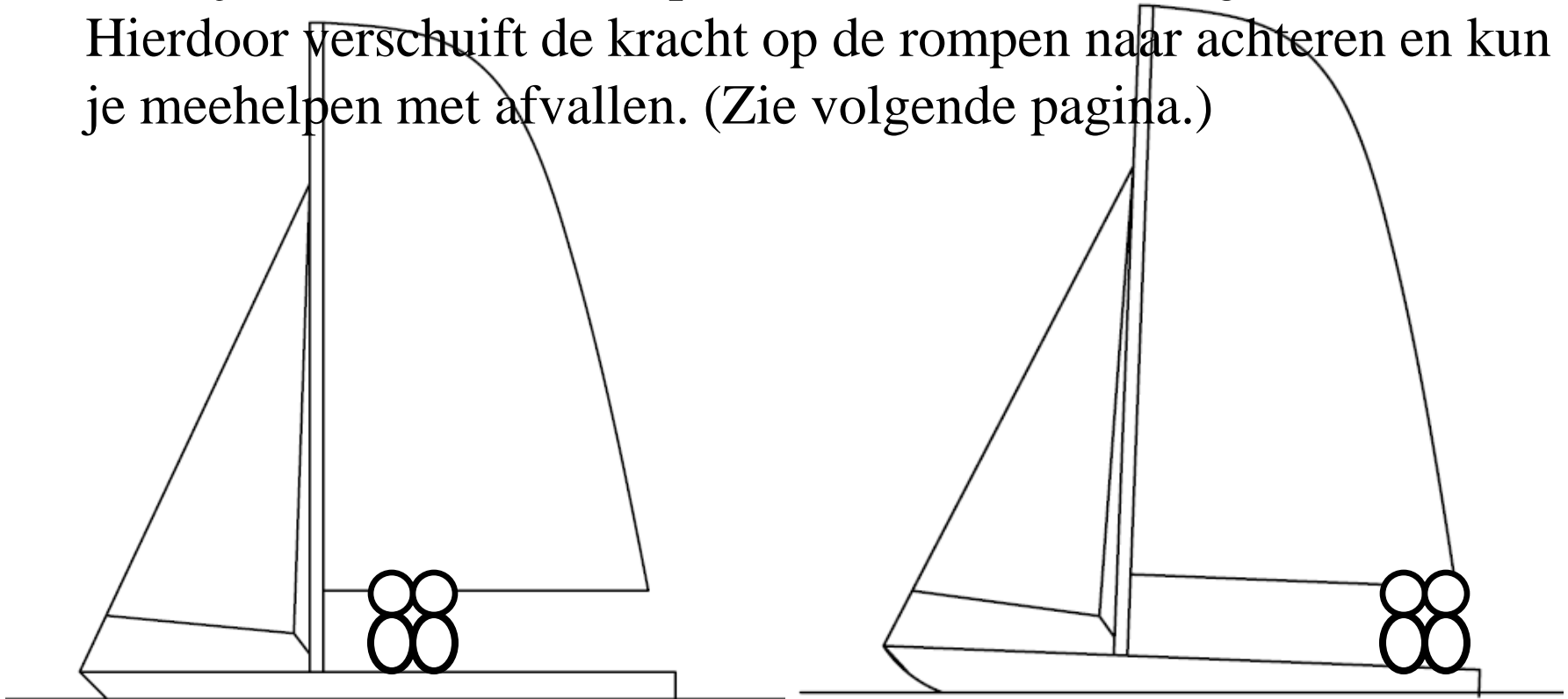
Dart 18

Hoe stuur je met je gewicht?

De bemanning beïnvloedt het sturen van de boot met haar gewicht.

Als zij naar het achterschip schuiven, komt de boeg uit het water.

Hierdoor verschuift de kracht op de rompen naar achteren en kun je meehelpen met afvallen. (Zie volgende pagina.)



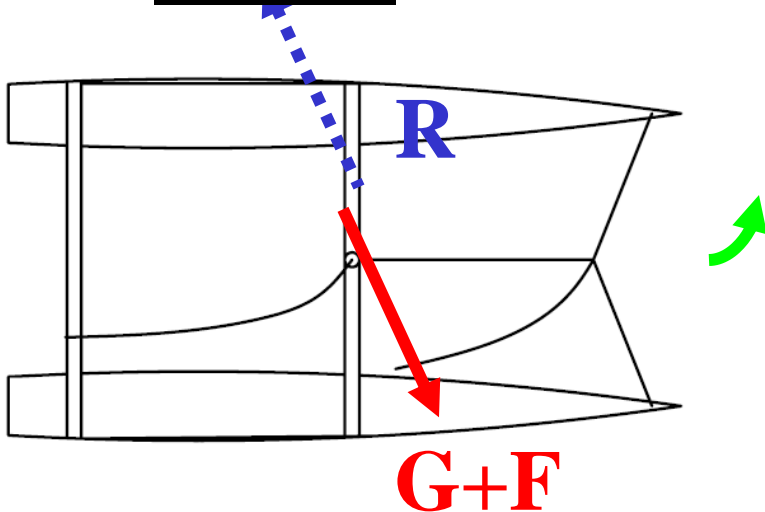
Dart 18

Hoe stuur je met je gewicht?

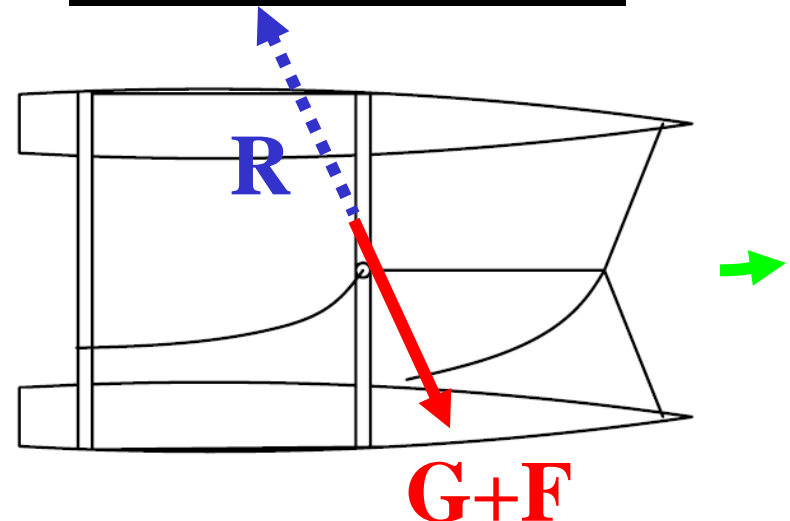
Hieronder zie je hoe de kracht op de rompen naar achteren schuift als de bemanning naar achteren gaat verzitten; het oploevend koppel wordt kleiner!

Dit effect is belangrijk bij de Hobie 16 als je zonder gestoken roeren de kommetjes op Muiderzand uitvaart.

Normaal:



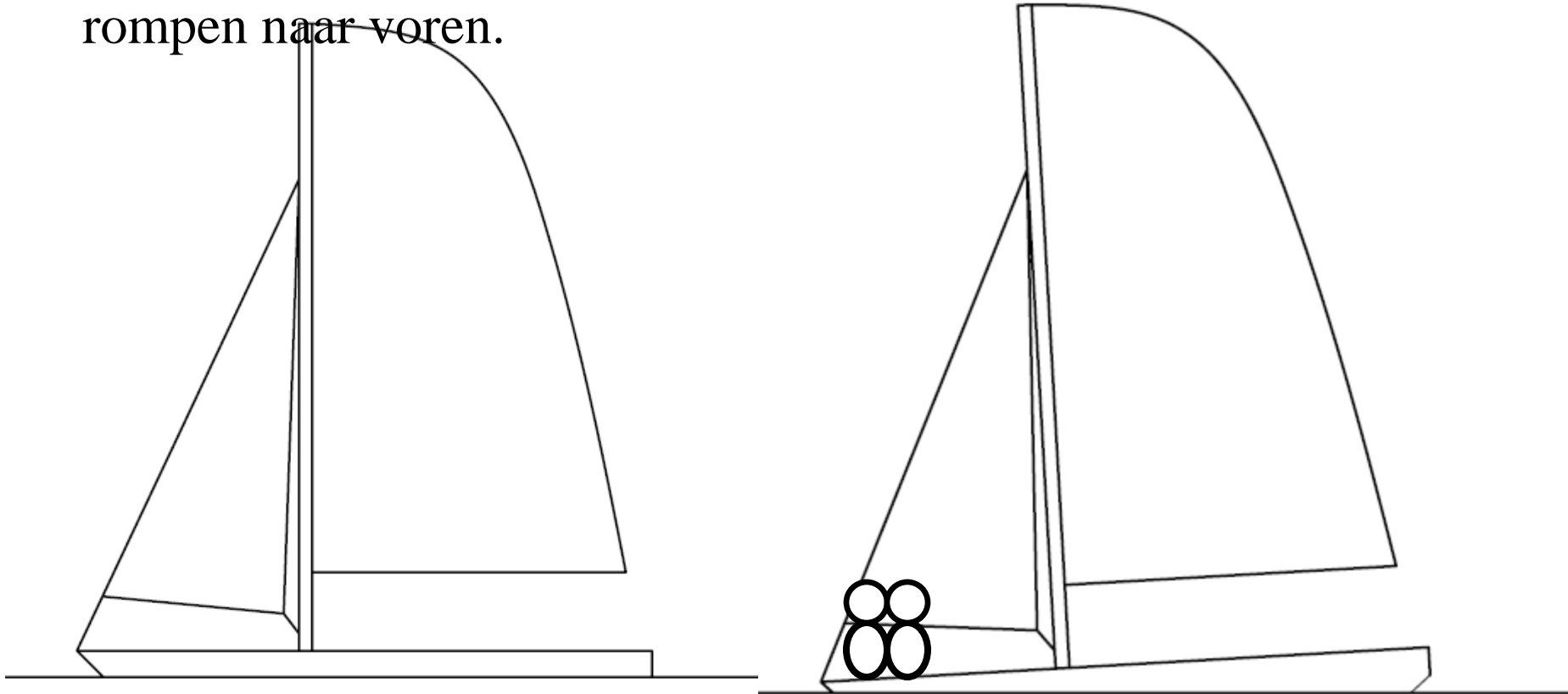
Bemanning achterin:



Dart 18

Hoe stuur je met je gewicht?

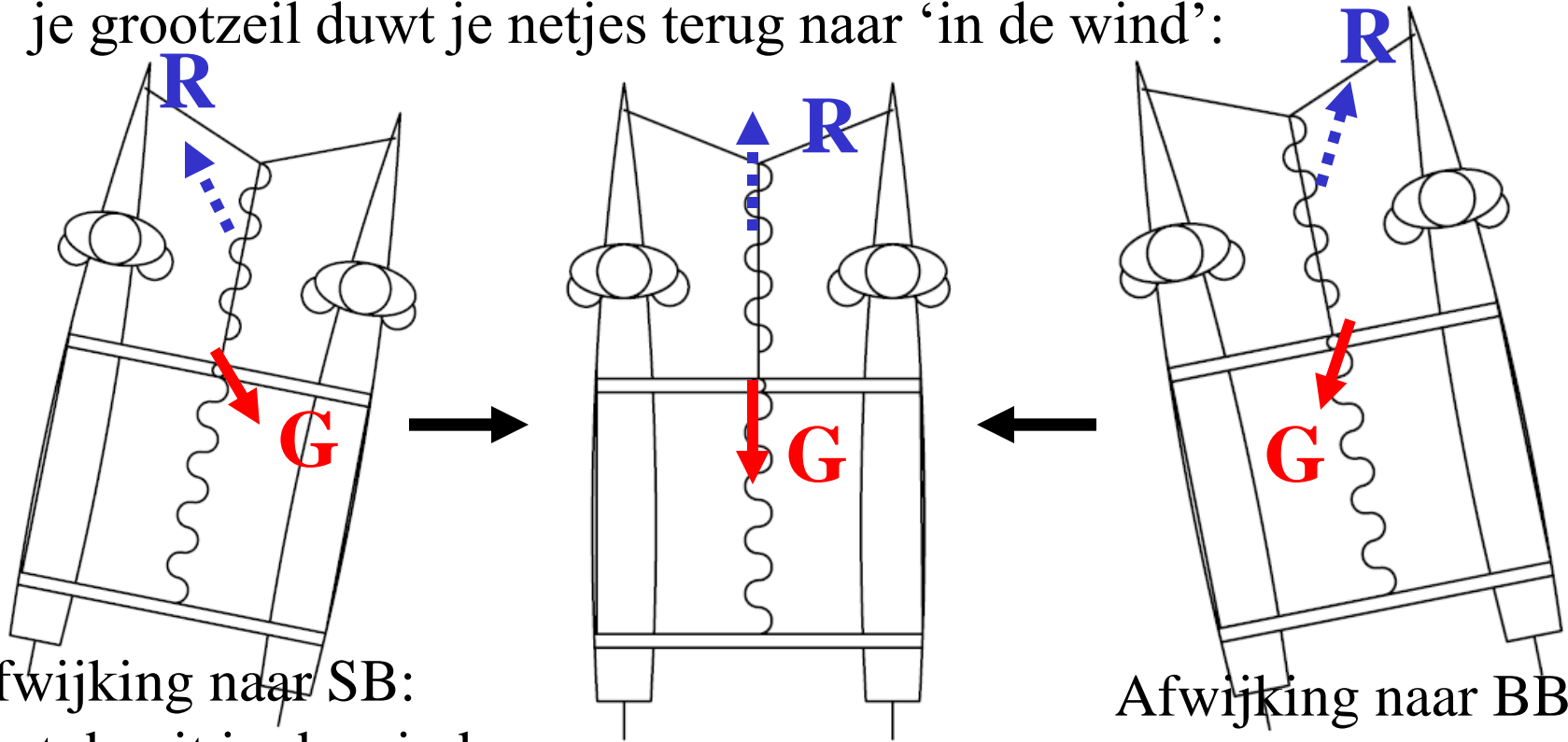
Het omgekeerde kan natuurlijk ook; als je voorin je boot gaat zitten komen de spiegels uit het water en schuift de dwarskracht op je rompen naar voren.



Dart 18

Hoe stuur je met je gewicht?

Dit kun je gebruiken als je deinzend aanlegt; een (kleine) kracht op je grootzeil duwt je netjes terug naar 'in de wind':



Afwijking naar SB:
boot draait in de wind

Afwijking naar BB:
boot draait in de wind



Ik hoop hiermee een aantal vragen
beantwoord te hebben. Mochten er nog
vragen zijn, stel ze gerust.