

Blok 14

Optrekken en afremmen

Blok 14

P1

Optrekken

In dit practicum ga je het verband onderzoeken tussen de krachten op een voorwerp en de snelheidsverandering die daar het gevolg van is. Voor een deel zullen

we dat met (demonstratie)proeven nagaan, voor de rest met behulp van vragen.

Resulterende kracht

Als je op een windstille dag met constante snelheid fietst langs een rechte weg, werken er verschillende krachten op je fiets. Dat zijn de zwaartekracht, je spierkracht, de normaalkracht van de weg op je fiets, de wrijvingskracht van de weg op de banden, de wrijvingskracht van de lucht op je fiets en op jou en de wrijvingskrachten in de bewegende delen van je fiets

(in de lagers van de wielen, bij de ketting, enz.).

Door de overbrenging van je fiets werkt je spierkracht uiteindelijk in de richting van de beweging en werken alle wrijvingskrachten samen de beweging tegen. De zwaartekracht en de normaalkracht werken loodrecht op de bewegingsrichting.

- 1 Schrijf hieronder op welke extra krachten er werken als je een helling af fietst met wind tegen. Zet er achter of de kracht de beweging meehelpt, of juist tegenwerkt.

kracht

mee of tegen

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

In het vervolg zullen we alle verschillende wrijvingskrachten samen nemen als: de wrijvingskracht die op je fiets werkt.

De som van alle krachten op een voorwerp noemen we

de *resulterende kracht*.

We kijken hier alleen naar situaties waarin de krachten in de bewegingsrichting werken of juist tegengesteld daaraan.

- 2 Waarom mogen we de krachten die loodrecht op de bewegingsrichting werken, verwaarlozen?
-
-

Om de resulterende kracht te bepalen, tellen we alle krachten op die in de bewegingsrichting van de fiets werken. Hierbij geven we krachten die meewerken een + teken, en krachten die tegenwerken een - teken.

Voorbeeld

De resulterende kracht op je fiets is 10 N als je spierkracht 50 N is (+ 50 N) en de wrijvingskracht 40 N is (- 40 N).

- 3 Je start met hardlopen. Je spierkracht is 15 N, de wrijvingskracht is 12 N.

Hoe groot is de resulterende kracht?

- 4 Je fietst een helling af. Je remt met een kracht van 10 N. De bijdrage van de zwaartekracht in je bewegingsrichting is 25 N, de wrijvingskracht is 12 N.

Hoe groot is de resulterende kracht?

De luchtkussenbaan

De luchtkussenbaan is een handig apparaat om bewegingen te onderzoeken (figuur 1).

De baan bestaat uit een vierkante buis, waarin op korte afstand van elkaar gaatjes zijn geboord, waardoor lucht wordt geperst met behulp van een stofzuigermotor. Op de buis passen wagentjes die op de lucht zweven die uit de gaatjes stroomt. Daardoor is de wrijvingskracht tussen de buis en de wagentjes minimaal, zodat we de wrijving mogen verwaarlozen. Aan het wagentje (figuur 2) is een magneetje bevestigd dat de schakelaars kan sluiten die langs de baan staan opgesteld. Deze schakelaars bedienen een elektronische tijd klok, zodat er nauwkeurige metingen gedaan kunnen worden.

fig. 1
Een luchtkussenbaan.

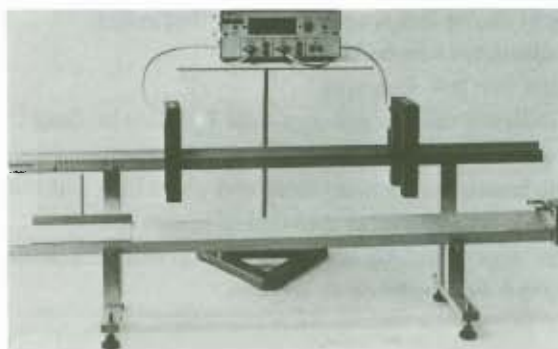
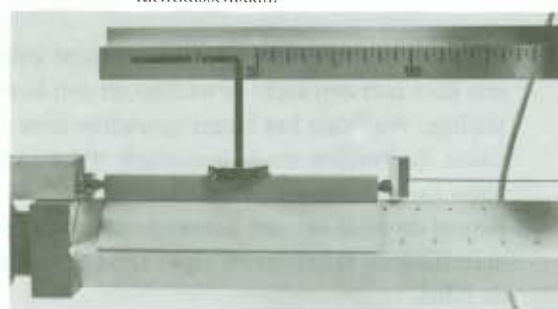
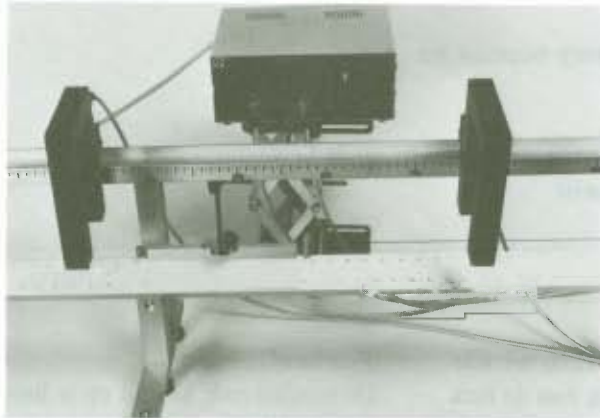


fig. 2
Een wagentje voor de luchtkussenbaan.



- 5 We plaatsen een schakelaar in het midden van de baan en een andere 50 cm verder (figuur 3).

fig. 3



Schakelaar 1 start de tijd klok, schakelaar 2 stopt hem weer. Het wagentje krijgt nu aan het begin van de baan een klein duwtje.

- a Wat kun je zeggen over de snelheid van het wagentje terwijl het over de baan beweegt?

- b Noteer de tijdsduur die het wagentje nodig had om de laatste 50 cm af te leggen.

$t = \text{-----} \text{ s}$

- c Bereken de gemiddelde snelheid van het wagentje.

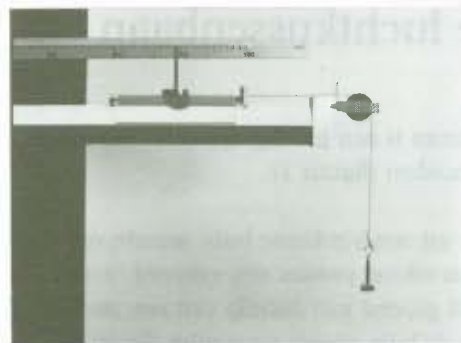
$v = \text{-----} \text{ m/s}$

We gaan nu onderzoeken hoe de snelheid van het wagentje afhangt van:

- de kracht die op het wagentje werkt (het zetje);
- de tijdsduur waarin de kracht werkt;
- de massa van het wagentje.

We veranderen telkens één van deze factoren en houden de andere twee constant. De kracht op het wagentje wordt veroorzaakt door een gewichtje, dat via een koord over een katrol verbonden is met het wagentje (figuur 4). Als het gewichtje op een stelfafeltje komt, houdt de kracht op te werken.

fig. 4



Verandering van kracht

- 6 We laten het wagentje twee keer vanuit stilstand op gang komen: een keer met een klein gewichtje en een keer met een groter gewichtje. We laten het kleine gewichtje over een kleinere afstand dalen. Zo houden we de benodigde tijd voor het eerste deel van de baan zoveel mogelijk constant.

- a Bepaal de snelheid van het wagentje in het tweede deel van de baan door daar de tijdsduur en de afstand te meten. Noteer je gegevens in de tabel.

over het tweede deel van de baan

afstand (m)	tijdsduur (s)	eindsnelheid (m/s)
----------------	------------------	-----------------------

klein gewicht _____

groot gewicht _____

- b Wat voor gevolg heeft een grotere trekkracht op de snelheidsverandering van het wagentje?

- c Waarom is het belangrijk dat het kleine gewichtje over een kleinere afstand naar beneden valt?

Verandering van tijdsduur

- 7 We laten het wagentje twee keer met hetzelfde gewichtje op gang komen. De eerste keer laten we het gewichtje over een kleine afstand (ca. 15 cm) dalen, de tweede keer over een grotere afstand (ca. 30 cm).

- a Bepaal de snelheid van het wagentje in het tweede deel van de baan door daar de tijdsduur en de afstand te meten. Noteer je gegevens in de tabel.

over het tweede deel van de baan

afstand (m)	tijdsduur (s)	eindsnelheid (m/s)
----------------	------------------	-----------------------

korte valtijd _____

lange valtijd _____

- b Wat gebeurt er met de snelheidstoename van het wagentje als de trekkracht langer werkt?

Verandering van massa

- 8 We laten het wagentje weer twee keer vanuit stilstand op gang komen. De eerste keer doen we dat met het normale wagentje, de tweede keer verzwaren we het wagentje. We houden de tijdsduur waarin de kracht werkt zoveel mogelijk constant door het gewichtje de tweede keer over een kleinere afstand te laten dalen.

- a Bepaal de snelheid van het wagentje in het tweede deel van de baan door daar de tijdsduur en de afstand te meten. Noteer je gegevens in de tabel.

over het tweede deel van de baan

afstand (m)	tijdsduur (s)	eindsnelheid (m/s)
----------------	------------------	-----------------------

kleine massa

grote massa

b Wat is de invloed van een grotere massa van het wagentje op de snelheidstoename?

c Waarom was het nodig om het gewichtje bij het zwaardere wagentje over een kleinere afstand te laten vallen?

Conclusies

9 Vul de juiste woorden in:

a Als we de trekkracht op het wagentje groter maken, wordt de snelheidstoename

b Als we de tijdsduur waarin de kracht werkt langer maken, wordt de snelheidstoename

c Als we de massa van het wagentje groter maken, wordt de snelheidstoename

Blok 14

P2

Vallen

In dit practicum onderzoek je welke factoren een rol spelen bij de valbeweging. Ook bepaal je de valversnelling.

In P1 heb je verschillende krachten op een wagentje laten werken. Daarbij bleek dat de snelheid voort-

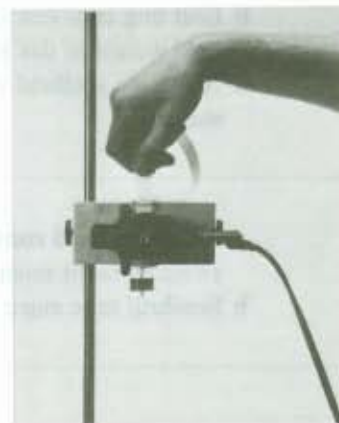
durend toenam. Tijdens de val werkt er op een vallend voorwerp ook steeds een constante kracht: de zwaartekracht. De snelheid van een vallend voorwerp zou dus ook voortdurend moeten toenemen. Je gaat onderzoeken of dit inderdaad zo is.

1 Laat een knikker of een klein blokje vanaf steeds grotere hoogte op je hand vallen.
Wat voel je als de hoogte toeneemt?

Hieruit kun je concluderen dat de eindsnelheid van de knikker toeneemt als de valhoogte toeneemt. In de volgende proef ga je dat nauwkeuriger onderzoeken.

- 2 Met de tijdtikker leggen we de beweging van een vallend voorwerp vast. Maak een zwaar voorwerp vast aan de strook papier. Haal de strook door de tijdtikker en houd de strook zó vast dat het voorwerp ongehinderd kan vallen (figuur 5).

fig. 5



Zorg ervoor dat het voorwerp ongeveer één meter kan vallen. Zet de tikker aan en laat het voorwerp los. Bekijk de strook goed.

(Bewaar de strook, je hebt hem straks nog nodig.)

Wat valt je op en welke conclusie kun je daaruit trekken?

- 3 Neem in de ene hand een knikker en in de andere een prop watten. Laat de knikker en de prop watten tegelijkertijd los.

Wat raakt het eerst de grond? _____

- 4 Neem in de ene hand een grote prop watten en in de andere een klein plukje watten. Laat ze beide tegelijkertijd los en noteer welke het eerst de grond raakt.

Zoals je bij proef 3 hebt kunnen zien, bereikt de knikker het eerst de grond. Het lijkt er dus op dat voor-

werpen met een grotere massa sneller vallen dan voorwerpen met een kleinere massa.

- 5 Neem twee even grote vellen papier. Maak van één vel een zo klein mogelijke prop en maak van het andere vel een zo groot mogelijke prop. Laat beide proppen tegelijk vallen.

- a Welke prop raakt het eerst de grond?

De proppen hebben dezelfde massa, maar komen niet tegelijk op de grond.

- b Geef hiervoor een verklaring.

- 6 Laat nog eens een klein plukje watten vallen en let goed op de snelheid waarmee dat gebeurt.
- a Neemt de snelheid voortdurend toe of blijft de snelheid vrijwel constant?

Als de snelheid constant blijft, is de resulterende kracht nul. De zwaartekracht moet dan door een andere kracht zijn tegengewerkt.

- b Beschrijf in je eigen woorden welke kracht dat is.

- 7 In het volgende experiment kunnen we het probleem van de luchtwrijving duidelijk aantonen.

Een lange buis is aan de ene kant afgesloten met een stop en aan de andere kant met een kraantje. In de buis zitten drie voorwerpen: een zwaar stukje metaal (bijvoorbeeld lood), een stukje kurk en een klein plukje watten (figuur 6).

- a Wat zie je als je de buis snel verticaal draait?

- b Nu wordt de lucht uit de buis gezogen met behulp van een vacuümpomp. De buis wordt weer snel verticaal gedraaid. Noteer je waarnemingen.

- c Verklaar het verschil tussen beide proeven.

In proef 2 heb je al een strook met de tijdtikker gemaakt van een vallend voorwerp. De luchtweerstand kan verwaarloosd worden als het voorwerp zwaar genoeg is. We gaan nu de *versnelling* bepalen met behulp van de stippen op de papierstrook.

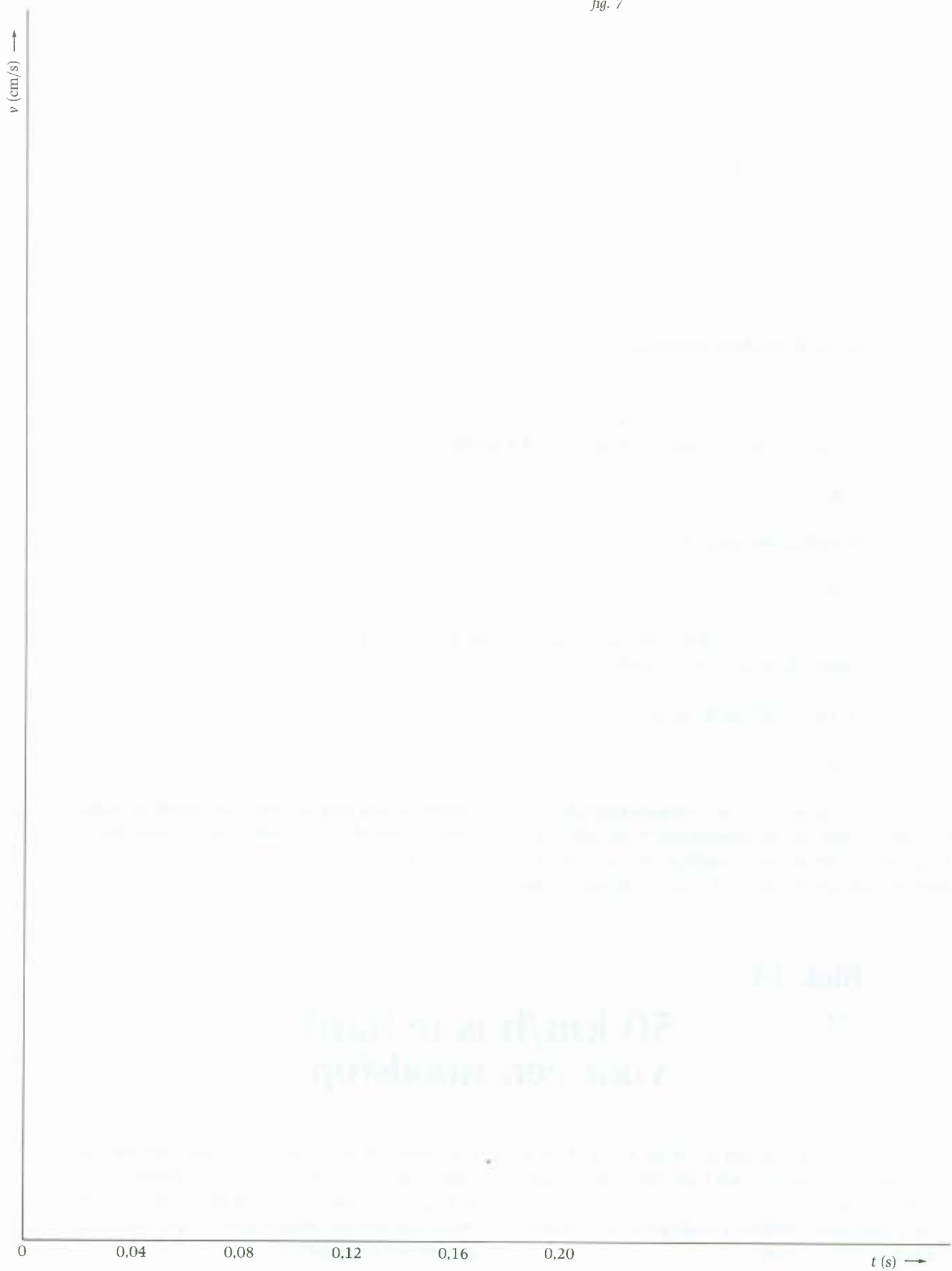
De versnelling is de snelheidsverandering per seconde.

fig. 6
Een valbuis.



- 8 Knip de strook in stukjes van twee intervallen (bij 0,02 s per interval), of in stukjes van vier intervallen (bij 0,01 s per interval).
- a Plak ze in de goede volgorde op in figuur 7.
- b Teken een vloeiende verbindingslijn tussen middens van de bovenkanten van de strookjes.

fig. 7



- c Bepaal bij elk strookje uit de grafiek de gemiddelde snelheid. Bereken de toename van de snelheid van het eerste naar het tweede, van het tweede naar het derde strookje, enz. Noteer de resultaten in de tabel.

strookje nr.	tijdsduur (s)	afstand (m)	gemiddelde snelheid (m/s)	snelheidstoename (m/s)
1	0,04	_____	_____	_____
2	0,04	_____	_____	_____
3	0,04	_____	_____	_____
4	0,04	_____	_____	_____
5	0,04	_____	_____	_____
6	0,04	_____	_____	_____
7	0,04	_____	_____	_____

- d Neemt de snelheid regelmatig toe?

- e Hoe groot is de snelheidstoename per 0,04 s gemiddeld?

_____ m/s

- f De snelheidstoename in 1 s is dus

_____ m/s.

We noemen de snelheidsverandering per seconde de *versnelling*.
Uitgedrukt in m/s per s of korter: m/s².

- g De valversnelling die jij hier hebt bepaald is dus

_____ m/s².

In deze meting zitten nogal wat onnauwkeurigheden, zoals de wrijving van de papierstrook in de tijdtikker. Als je heel precies de valversnelling van een vallend voorwerp zou meten, zou er 9,8 m/s² uitkomen. Soms

ronden we dat af op 10 m/s². Het meest gebruikte symbool voor de valversnelling is de kleine letter *g*.
 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Blok 14

P3

50 km/h is te hard voor een noodstop

50 km/h is te hard voor een noodstop. Houd afstand. Denk aan onze kinderen. Hoe hard rijdt U nu? Glaasje op, laat je rijden. Al deze uitspraken hebben te maken met de verkeersveiligheid en de remweg.

Wij kunnen moeilijk metingen gaan doen met auto's; jullie hebben immers geen rijbewijs. Bovendien kun je zulke proeven slechts doen op afgesloten terreinen, omdat die proeven anders extra gevaar opleveren voor de verkeersveiligheid.

Wij gaan onze remproeven dan ook doen met behulp van een fiets met trommelremmen (met velgremmen is de remkracht niet constant).

We nemen een fiets met trommelremmen en monteren houten blokjes van verschillende dikte zodanig aan het handvat dat we de rem steeds even ver in kunnen knijpen. De remkracht is dan steeds even groot (figuur 8).



1 We meten eerst de remkracht bij de blokjes 1 en 2. Dit doen we door de fiets een klein eindje met constante snelheid aan een sterke krachtmeter voort te slepen terwijl de fietser zijn remmen inknijpt.

a De remkracht is _____ N bij blokje 1.

b De remkracht is _____ N bij blokje 2.

2 Bij de volgende proef komt de fietser een aantal keren met verschillende snelheden aanrijden. We bepalen de snelheid van de fietser door de tijdsduur te meten over de laatste 10 meter voordat het remmen begint. Het remmen begint steeds vanaf dezelfde streep op de weg. We gaan ervan uit dat er met constante kracht geremd wordt, waardoor er een constante versnelling (vertraging) is. In de natuurkunde spreekt men dan van een eenparig versnelde (vertraagde) beweging.

We meten vervolgens de lengte van de remweg en de remtijd (de remtijd kun je ook berekenen). Noteer de remweg en de remtijd in de tabel.

Als we dit een aantal keren gedaan hebben, gaat iemand achter op de fiets zitten. We herhalen de proef nog met drie verschillende snelheden.

We herhalen de remproef een aantal keren met blokjes van andere dikten bij de remmen. De remkracht wordt hierbij dus anders.

We meten de massa van de fiets, de berijder en de passagier en noteren ook deze waarden in de tabel.

blokje 1

afstand (m)	tijd (s)	snelheid (m/s)	remafstand (m)	massa (kg)	gem. snelheid (m/s)	remtijd (s)
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____

blokje 2

afstand (m)	tijd (s)	snelheid (m/s)	remafstand (m)	massa (kg)	gem. snelheid (m/s)	remtijd (s)
10						
10						
10						
10						
10						
10						

3 Uit deze metingen kunnen we een aantal conclusies trekken.

a Wat kun je zeggen over de remtijd als de remweg langer wordt?

b Hoe hangt de remweg af van de snelheid?

c Hoe hangt de remweg af van de totale massa van de fiets en de berijders?

d Wat is de invloed van een grotere remkracht?

4 Je ziet dat een aantal zaken invloed hebben op de lengte van de remweg. Welke zijn dat?

a _____

b _____

c _____

De conclusies die we hier voor een fietser hebben gevonden, gelden natuurlijk ook voor andere voertuigen zoals auto's, motoren en bromfietsen.

5 Controleer of voor je metingen geldt dat:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$