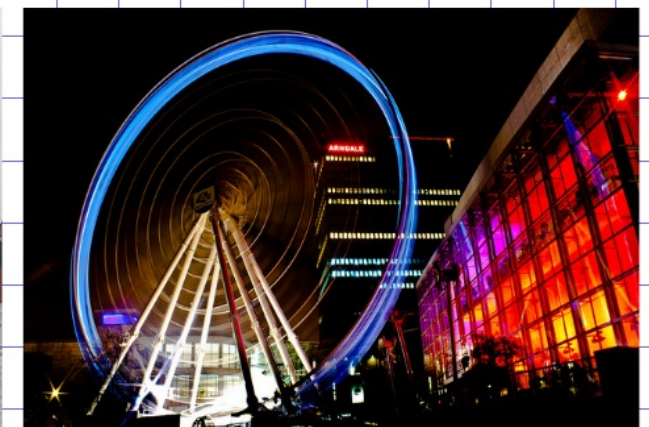
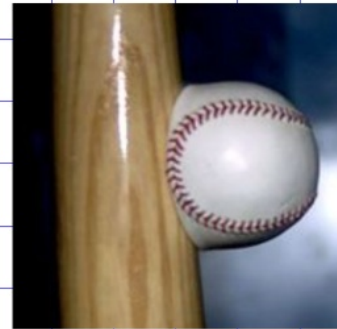
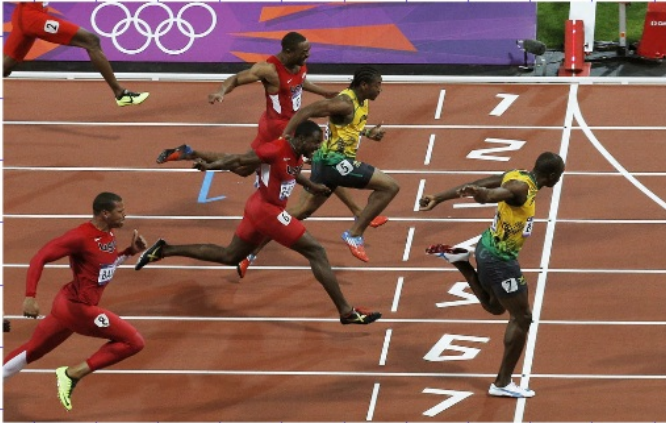


Hoofdstuk 4 Kracht en beweging

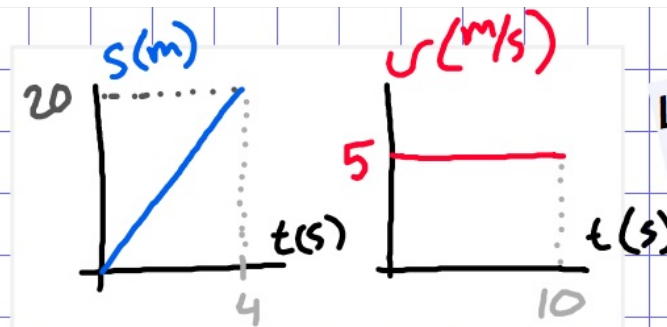


Overall
Natuurkunde
§4.1

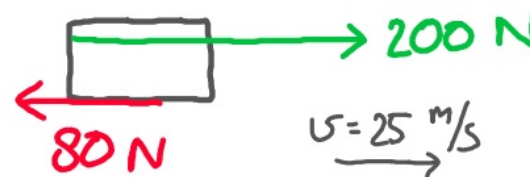
Extra
oefen-
blad 4

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

- A. Je kunt rekenen met de snelheidsformule.
- B. Je afstand/tijd- en snelheid/tijdgrafieken kunt interpreteren.
- C. Je gegevens voor het berekenen van een gemiddelde snelheid uit een s/t-grafiek kunt halen.
- D. Je de afgelegde afstand uit een v/t-grafiek kunt berekenen.
- E. Je de netto kracht op een voorwerp kunt bepalen.
- F. Je m.b.v. de netto kracht kunt beredeneren hoe een voorwerp zal bewegen: versneld, vertraagd of met constante snelheid.



Leerdoelen van
hoofdstuk 4:



- Extra-
stof 1
- G. Je kunt versnelling uitrekenen uit snelheidsverandering en tijdsduur met:

Extra
oefen-
blad 1

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \quad \text{en} \quad a = \frac{\Delta v}{t}$$

- Extra-
stof 2
- H. Je kunt versnelling uitrekenen uit nettokracht en massa met:

Extra
oefen-
blad 2

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

- Extra-
stof 3
- I. Je kunt uitgebreide rekenopgaven maken waarbij je alle formules van dit hoofdstuk nodig hebt:

Extra
oefen-
blad 3

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Welke grootheden en eenheden komen voor in dit hoofdstuk?

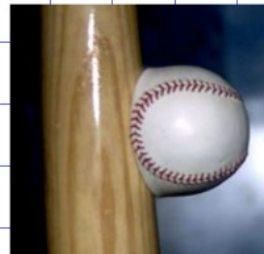
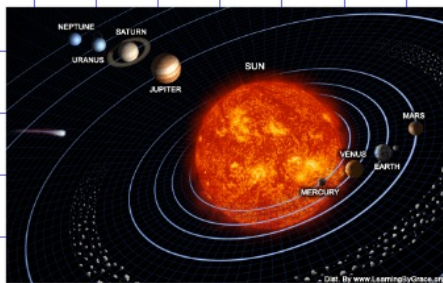
Grootheid	symbol in formule	Eenheid	symbol in eindantwoord
afstand	s	meter	m
tijdsduur	t	seconde	s
snelheid	v	meter per seconde	m/s
beginsnelheid	v_0	meter per seconde	m/s
eindsnelheid	v_e	meter per seconde	m/s
snelheidsverandering	Δv	meter per seconde	m/s
versnelling	a	m. p. seconde kwad.	m/s ²
kracht	F	newton	N
massa	m	kilogram	kg

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

- CONTEXT -

De volgende pagina's geven interessante achtergrondinformatie bij de stof van dit hoofdstuk zoals voorbeelden uit de natuur van de verschijnselen of technische toepassingen van de natuurkundige inzichten bij deze verschijnselen. Zulke achtergrond informatie heet ook wel context. Het is niet noodzakelijk om deze pagina's te bestuderen voor het proefwerk maar het is wel interessante kennis!

"Welke soorten krachten zijn er en waar komen ze voor?"



"Hoeveel kracht ontstaat er bij... ?"



rustig fietsen: **10 N**



fiets optillen: **150 N**



blikje limonade (0,33 L)
opgetild houden: **4 N**



elastiekje uitrekken
tot het knapt: **30 N**



gele krachtmeter helemaal uitrekken: **50 N**

"Wat is de grootst mogelijke kracht die ... kan leveren?"



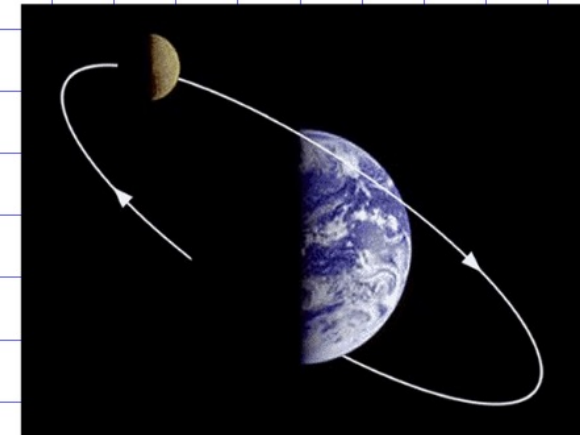
deadlift, Eddie Hall, 500 kg, 5000 N



stuwkracht Boeing 747, 300.000 N (x4)



Saturn V, eerste trap, 35.000.000 N



zwaartekracht aarde-maan: $2,0 \times 10^{20}$ N

"In welke vakgebieden krijg je met krachten te maken?"



civiele techniek



voertuigtechniek



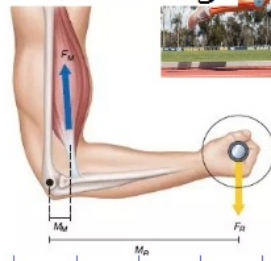
Technische opleidingen HvA



architectuur en
bouwkunde



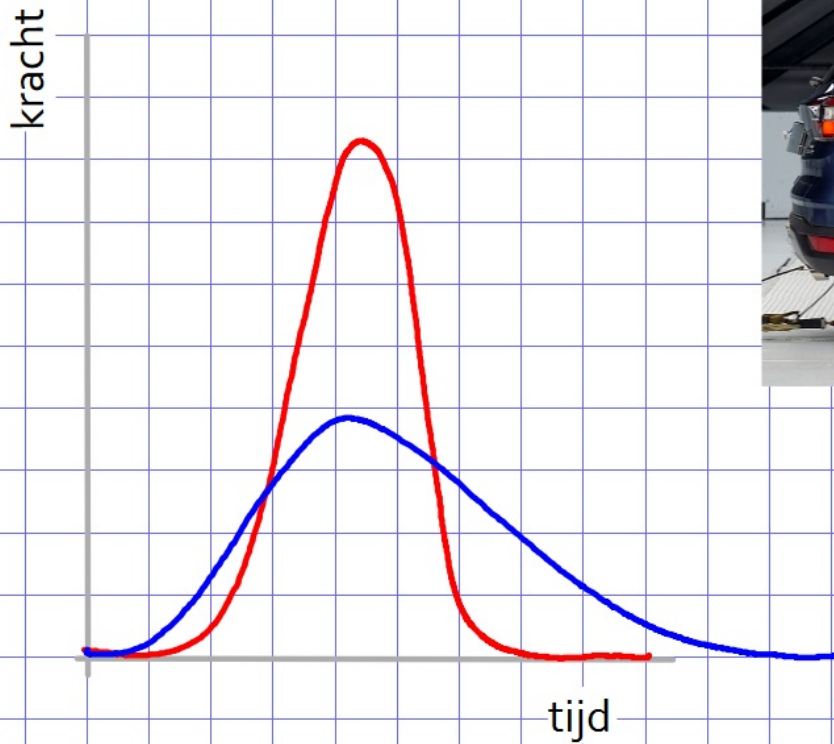
sport en gezondheidszorg



werktuigbouwkunde

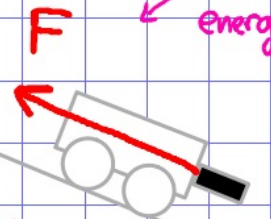


"Hoe beschermen deze maatregelen bij botsingen?"



$$W = F \cdot s$$

kracht v.d. sensor op karretje

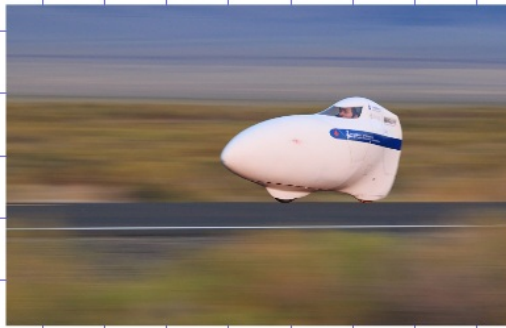


karretje met kinetische energie: $K = \frac{1}{2}mv^2$

kracht-sensor

afrem-afstand

"Hoe ga je met zo min mogelijk moeite zo hard mogelijk?"



"Hoe bewegen voorwerpen als er geen kracht (meer) op werkt?"



"Is er altijd een kracht nodig voor beweging?"



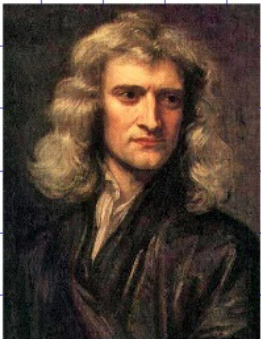
"Aan welke wetten houdt de natuur zich wat betreft krachten en beweging?"



Aristoteles:

"Alle voorwerpen **streven naar rust**. Alleen als er een kracht op een voorwerp werkt zal het voorwerp bewegen."

"Als je stop met duwen komt de auto immers tot stilstand!"



Isaac Newton:

1e wet: "Een voorwerp is in rust of beweegt eenparig, **tenzij er een nettokracht op werkt**."

"Een perfect gladde ijshockeypuck op een perfect gladde ijsvloer in een oneindig lange vacuüm hal zou eeuwig blijven doorglijden!"



"Is er altijd een kracht nodig voor beweging?"



in de ruimte



air hockey



ijshockey



"Welke tegenwerkende krachten zijn er?"



wrijving



luchtweerstand



rolweerstand



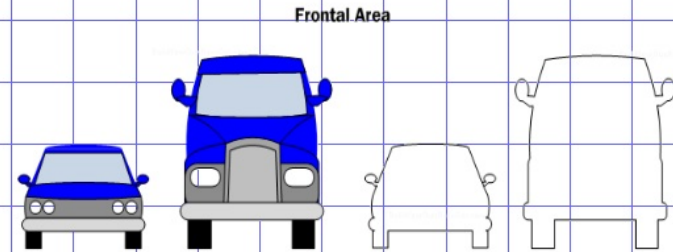
"Welke factoren bepalen de luchtweerstand?"



vorm van het voertuig



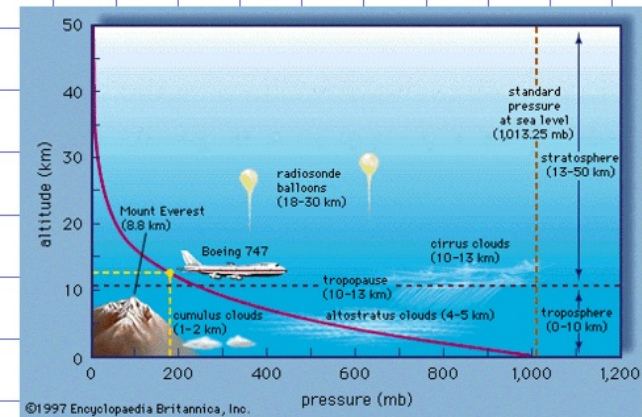
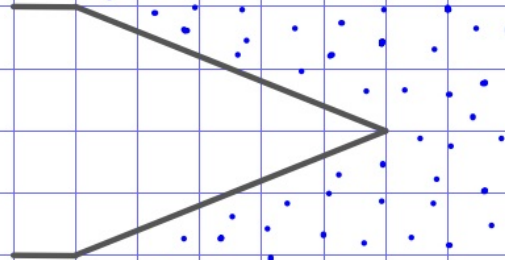
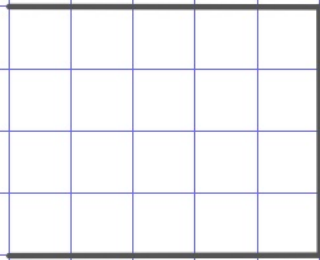
snelheid



frontaal oppervlak

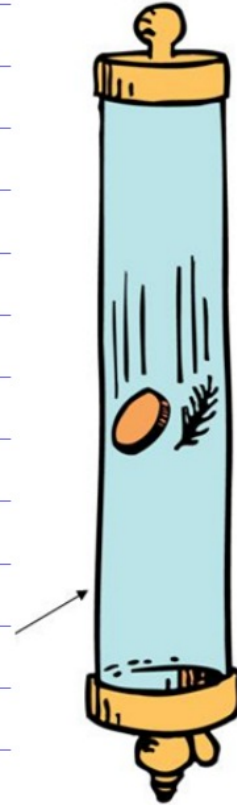
luchtweerstand:

$$F_{\text{luchtw}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2$$

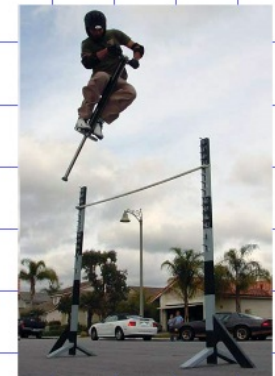
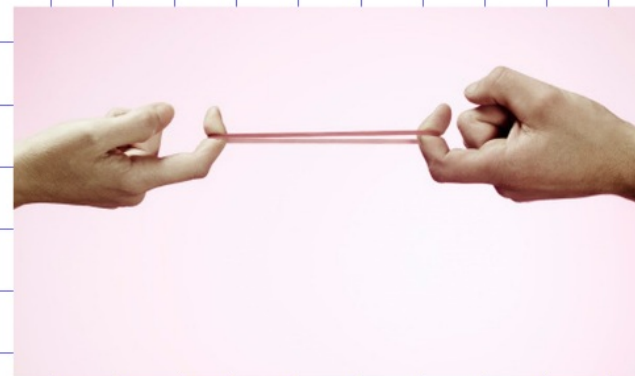
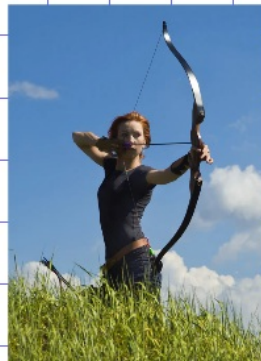


dichtheid vd lucht

"Wat valt sneller in vacuüm: een donzen veertje of een stalen kogeltje?"



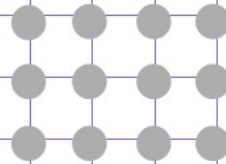
"Hoe ontstaan veerkracht en spankracht?"



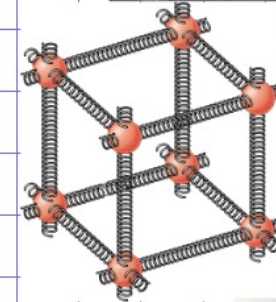
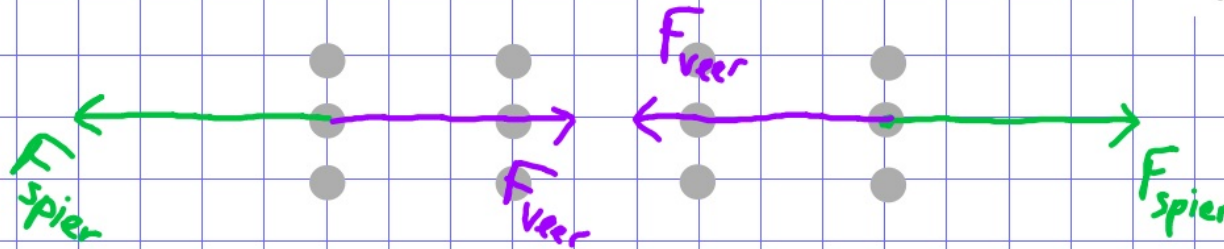
"Hoe ontstaan veerkracht en spankracht?"



atomen in het elastiekje zonder dat er krachten op werken:



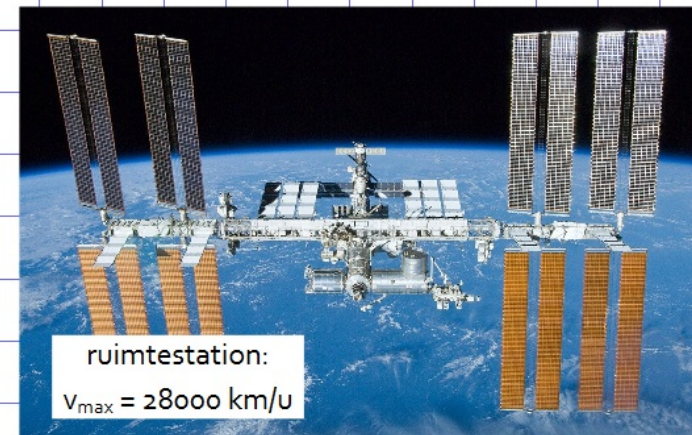
atomen in het elastiekje als het uitgerekt wordt:



"Welke soorten bewegingen zijn er?"



"Welke extreme snelheden komen voor?"



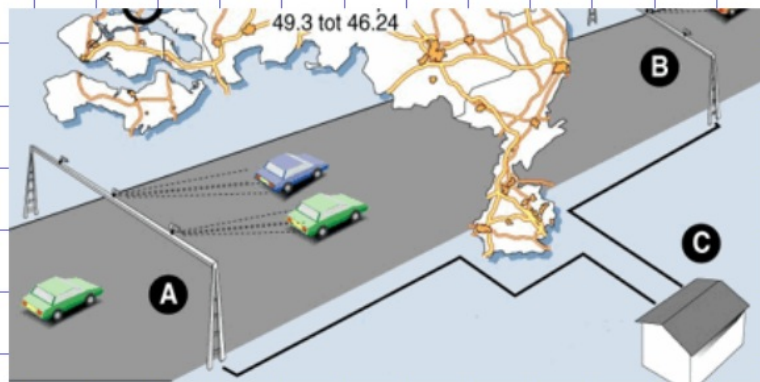
"Waarom is het interessant om beweging te bestuderen?"



"Wat valt sneller in vacuüm, een bowlingbal of een veer?"



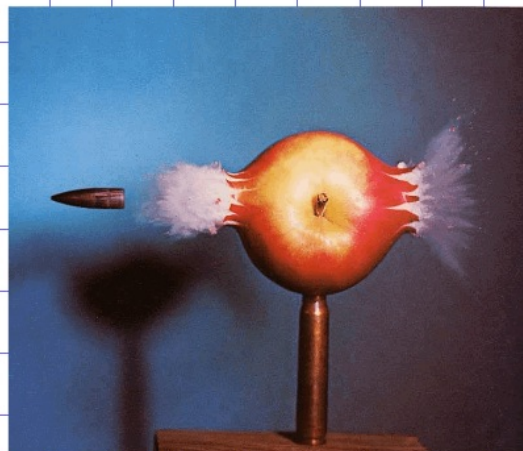
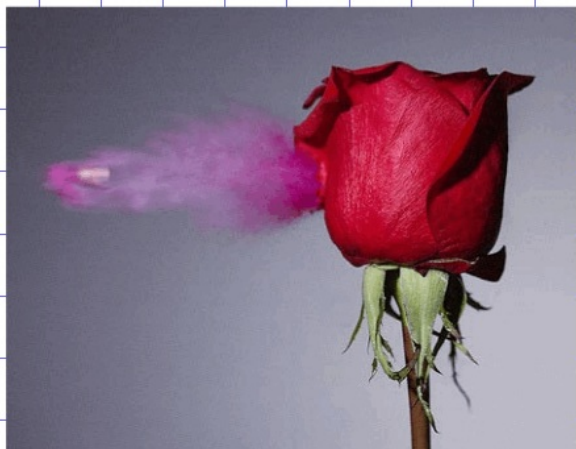
"Hoe meet de politie je snelheid?"



"Hoe snel schiet een aardappelkanon?"



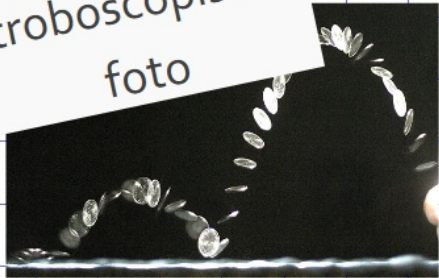
"Hoe kun je grote snelheden meten?"



"Hoe kun je beweging vastleggen?"



stroboscopische
foto



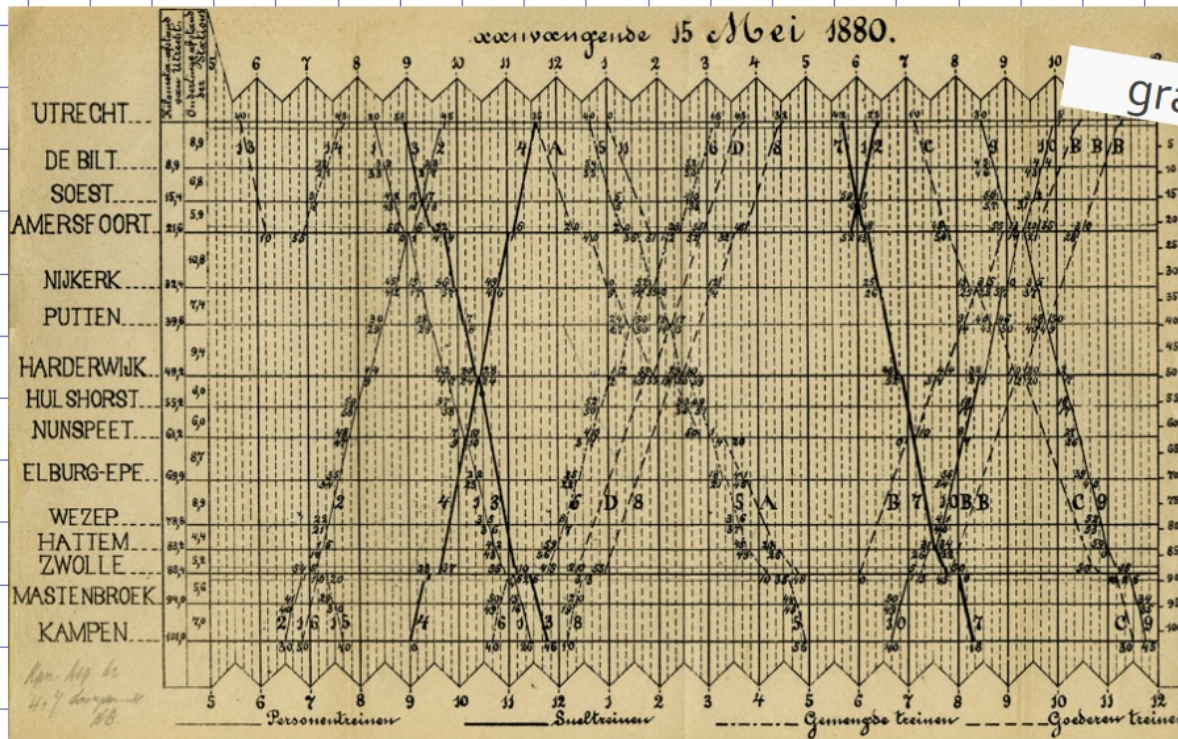
samengestelde
foto



"Hoe kun je beweging vastleggen?"



"Hoe kun je beweging vastleggen?"



grafieken



"Waar kom je s/t- en v/t-grafieken tegen?"

Snelheidsrecord op de fiets

In 2018 verbrak Denise Mueller-Korenek het wereldsnelheidsrecord op de fiets, op een hooggelegen zoutvlakte in de Verenigde Staten. Tijdens de recordpoging legde ze een afstand van vijf mijl af en werd haar snelheid tijdens de laatste mijl nauwkeurig bepaald. Deze laatste mijl is heel nauwkeurig gemeten, zodat de meetwaarde te schrijven is als 1.000.000 mijl. Denise haalde hier een gemiddelde snelheid van 183.932 mijl per uur.

- 3p 1 Bereken in hoeveel seconden Denise de laatste mijl afgelegd heeft. Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

Om haar recordsnelheid te kunnen halen, fietste Denise vlak achter een raceauto. Zie figuur 1. In drie significante cijfers kunnen we haar snelheid tijdens de laatste mijl als constant beschouwen. Deze was, omgerekend naar SI-eenheden, $82,2 \text{ m s}^{-1}$.

figuur 1



figuur 2



De luchtweerstandskracht die Denise zou hebben ondervonden wanneer er geen auto voor haar had gereden, kan theoretisch bepaald worden. In figuur 2 zie je een vooraanzicht van Denise op haar fiets. De wielen van de fiets hebben een diameter van 0,46 m. Neem aan dat de c_w -waarde van Denise met fiets gelijk is aan 0,70. De dichtheid van de lucht op deze zoutvlakte is gelijk aan $1,1 \text{ kg m}^{-3}$. Het vooraanzicht staat ook weergegeven op de uitwerkbijlage.

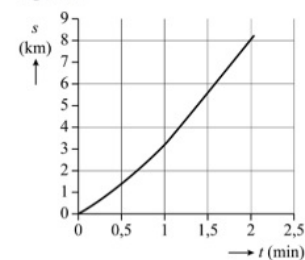
- 4p 2 Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het frontaal oppervlak van Denise met haar fiets. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.
 - Bereken hiermee de luchtweerstandskracht die bij de recordsnelheid op Denise zou hebben gewerkt zonder auto.

Denise reed tijdens haar recordpoging vlak achter een auto. Hierdoor was de totale weerstandskracht die ze ondervond veel kleiner. Tijdens de laatste mijl leverde Denise een vermogen van 700 W.

- 2p 3 Bereken de totale weerstandskracht die Denise tijdens de laatste mijl ondervond.

Om bij het begin van de recordpoging snelheid te krijgen, was de fiets van Denise met een kabel vastgemaakt aan de auto. Na één mijl (1609 m) werd deze kabel automatisch losgekoppeld.

figuur 3



In figuur 3 staat het (s,t) -diagram van de recordpoging. Deze figuur staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

- 3p 4 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de snelheid van Denise in km h^{-1} op het moment van loskoppelen. Noteer je antwoord in twee significante cijfers. Laat in de figuur zien hoe je aan je antwoord komt.

Na de recordpoging remde de bestuurster van de raceauto voorzichtig af, totdat de fiets van Denise contact maakte met de auto. De auto remde vervolgens over een afstand van 1,5 km af van $82,2 \text{ m s}^{-1}$ tot 50 m s^{-1} . De massa van Denise en de fiets samen was 71 kg.

- 3p 5 Bereken de gemiddelde resulterende remkracht op Denise en haar fiets tijdens het afremmen.

"Waar
kom je s/t-
en v/t-
grafieken
tegen?"

Falcon heavy

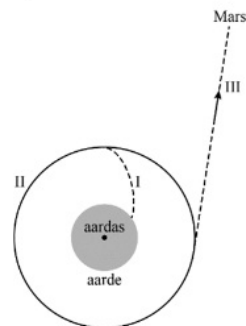
In februari 2018 is de Falcon 9 heavy (kortweg F9h) getest. Dit is een raket die naar Mars moet reizen. Zie figuur 1.

Het bovenaanzicht van het testtraject is schematisch en niet op schaal weergegeven in figuur 2. F9h werd gelanceerd (I) richting een baan om de aarde. Daar aangekomen werd de raket tijdelijk 'geparkeerd' in deze baan om de aarde, de zogenaamde parkeerbaan (II). Daarna vervolgde hij zijn weg verder richting Mars (III).

figuur 1



figuur 2



I Lancering

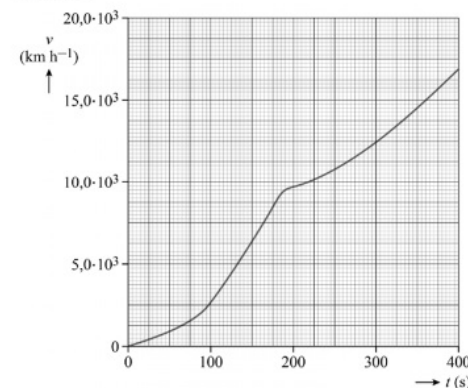
Om in de parkeerbaan te komen, moest de raket brandstof verbranden om voldoende kinetische energie en zwaarte-energie te krijgen. De benodigde zwaarte-energie is niet afhankelijk van de plek waar de raket vanaf aarde gelanceerd werd. De benodigde kinetische energie is wel afhankelijk van de plek van lancering. Omdat de aarde om de aardas draait, heeft het lanceerplatform zelf een snelheid v_L . Hierdoor had de raket al voor de lancering kinetische energie.

4p 11 Voer de volgende opdrachten uit:

- Leg met behulp van een formule uit het informatieboek uit dat de snelheid v_L bij de evenaar het grootst is.
- Leg met behulp van een formule uit het informatieboek uit dat er minder brandstof nodig is als de lanceerplek dicht bij de evenaar ligt.

Van de eerste minuten van de beweging van F9h is een (v,t) -diagram gemaakt. Zie figuur 3.

figuur 3



De raket gebruikte een hoofdmotor en extra hulpmotoren. Na ruim 3 minuten werden de hulpmotoren uitgeschakeld en bleef alleen de hoofdmotor van de raket werken. Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage. Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de versnelling op $t = 180$ s. Laat in de figuur zien hoe je aan je antwoord komt. Noteer je antwoord in drie significante cijfers.

4p 12

"Waar
kom je s/t -
en v/t -
grafieken
tegen?"

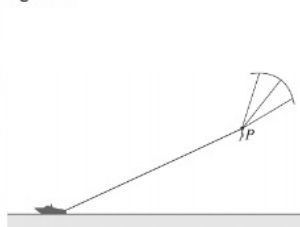
Parasailing

Bij 'parasailing' wordt iemand voortgetrokken door een motorboot terwijl hij of zij aan een parachute hangt. Zie figuur 1. In figuur 2 is de situatie schematisch weergegeven. Deze figuur is op schaal.

figuur 1

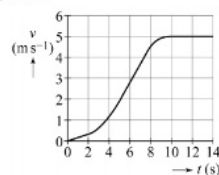


figuur 2



Als de motorboot vertrekt, staat de parachutist op het strand. Als de kabel strak komt te staan, gaat de parachutist omhoog. In figuur 3 staat het (v, t) -diagram van de beweging van de boot.

figuur 3



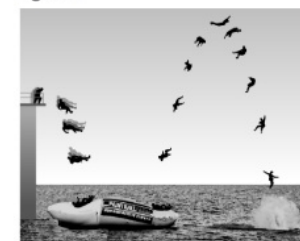
Figuur 3 is vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

- 3p 15 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand die de boot heeft afgelegd op $t = 8,0$ s. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.
- 3p 16 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de versnelling van de boot op tijdstip $t = 6,0$ s. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Wereldrecord blobspringen

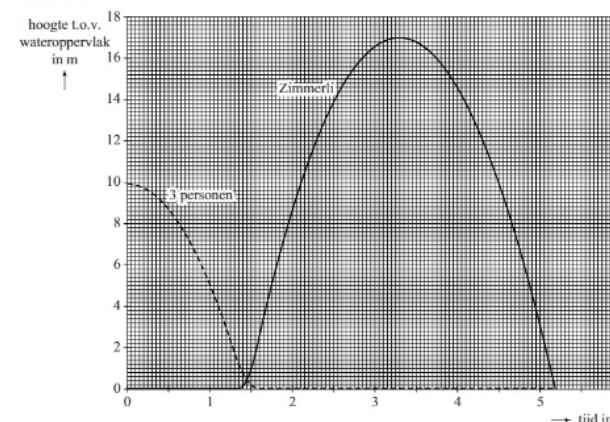
In juni 2011 werd het wereldrecord blobspringen verbeterd door Reto Zimmerli. Zie de fotomontage in figuur 1. Voor deze afbeelding zijn diverse na elkaar gemaakte foto's van de recordpoging samengevoegd tot één beeld. Zes van deze foto's zijn ook apart weergegeven op de uitwerkbijlage. Links sprong een groep van drie personen tegelijk van een hoge toren. Ze landden op het uiteinde van een met lucht gevulde zak op het water, de blob. Hierdoor werd Zimmerli, die diep weggezakt in het andere uiteinde van de blob lag te wachten, de lucht in geschoten.

figuur 1



Van de beweging van de deelnemers aan deze recordpoging is met behulp van een videometing een (h, t) -diagram gemaakt. Zie figuur 2. De hoogte is gemeten ten opzichte van het wateroppervlak.

figuur 2



"Waar
kom je s/t-
en v/t-
grafieken
tegen?"

Boombrommer

Betelnoten groeien in de toppen van palmbomen. De stammen van die bomen zijn hoog en kaarsrecht. Zie figuur 1. Boeren beklimmen deze bomen om de noten te plukken. Een uitvinder heeft een boombrommer gemaakt om langs een stam omhoog naar de top te kunnen 'rijden'. Zie figuur 2.

figuur 1



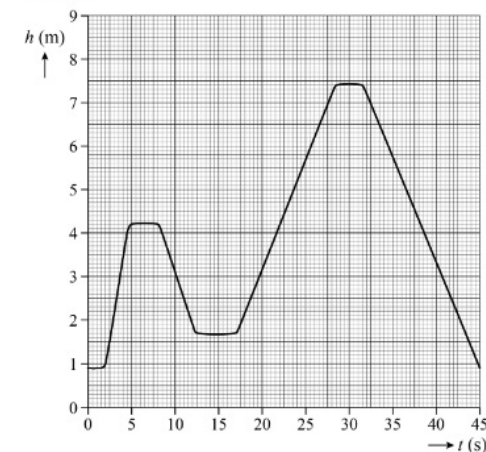
figuur 2



De brommer klemt met wielen om de stam.
Een benzinemotor kan de brommer met constante snelheid langs de stam naar boven laten rijden.
De boombrommer is uitgerust met een rem. Deze rem zorgt voor een grote remkracht op de brommer, waardoor die stil kan hangen aan de stam. De boombrommer kan vanuit stilstand weer afdalen langs de stam door de remkracht te verkleinen.

De uitvinder heeft een testrit gemaakt om de boombrommer te demonstreren. Van deze rit is een (h, t) -diagram gemaakt. Zie figuur 3.

figuur 3



- Op de uitwerkbijlage staat een tabel.
- 2p 12 Geef in de tabel met een kruisje per tijdstip aan welke bewering juist is.
- Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.
- 4p 13 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale snelheid waarmee de brommer langs de stam naar boven rijdt. Geef in de figuur aan hoe je aan je antwoord komt. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

"Waar kom je s/t - en v/t -grafieken tegen?"

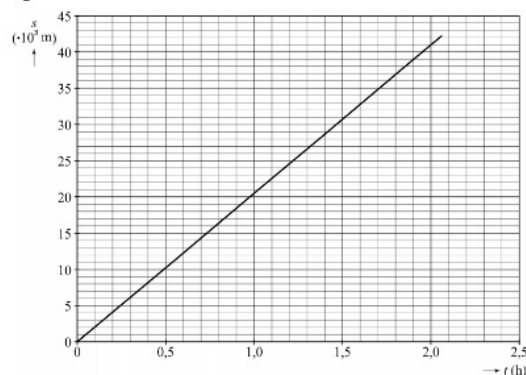
HAVO Natuurkunde 2022 3e tijdvak opgave 4

uitwerkbijlage

Marathon onder de twee uur

Tijdens een marathon wordt een afstand van 42 km en 195 m in een zo kort mogelijke tijd gerend. In 2014 werd het wereldrecord gelopen in 2 uur, 2 minuten en 57 seconden. In figuur 1 staat het (vereenvoudigde) (s,t) -diagram dat hoort bij dit wereldrecord.

figuur 1



- 20 Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het (v,t) -diagram van het wereldrecord uit 2014. Licht je antwoord toe met een berekening.

Een looptijd van minder dan twee uur werd lang onmogelijk geacht. Atleten hebben in 2017 geprobeerd dat toch te halen door onder perfecte omstandigheden te lopen. In de voorbereiding werd het (s,t) -diagram van het wereldrecord uit 2014 als richtpunt gebruikt voor een nieuw loopschema voor deze recordpoging. Vóór de atleten zou een auto rijden om het tempo aan te geven volgens dat nieuwe schema. Zie figuur 2.

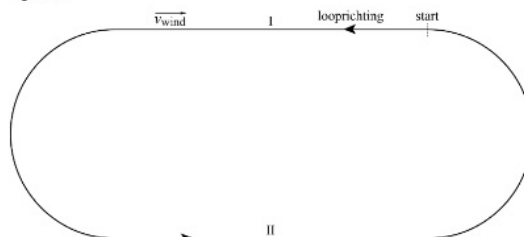
figuur 2



- 21 Omcirkel in elke zin het juiste alternatief.
Op de uitwerkbijlage staan drie zinnen over het (v,t) -diagram voor de recordpoging onder de twee uur.

In het nieuwe schema kon nog geen rekening gehouden worden met de wind. Met tegenwind loopt een atleet langzamer, met wind mee loopt hij harder. De race werd gelopen op een deel van het autoracecircuit van Monza. Dit deel van het circuit heeft twee lange rechte stukken I en II. Tijdens de recordpoging was er wind. Zie figuur 3.

figuur 3



Met deze wind loopt een atleet $0,3 \text{ m s}^{-1}$ langzamer dan hij zou lopen zonder wind op het rechte stuk I en $0,3 \text{ m s}^{-1}$ sneller dan hij zou lopen zonder wind op het rechte stuk II.

- Anke beweert: "Een constante wind heeft geen invloed op de looptijd van een hele ronde."
Bert beweert: "Door de wind wordt de looptijd voor een hele ronde langer."
Beredeneer wie er gelijk heeft: Anke of Bert.

HAVO Natuurkunde 2022 3e tijdvak opgave 4

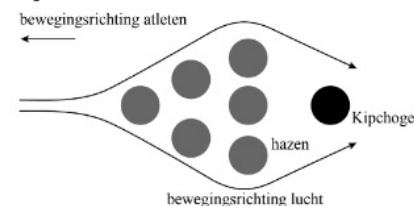
Een van de atleten was Eliud Kipchoge. Om het lopen voor Kipchoge makkelijker te maken, renden er extra lopers (de zogenaamde hazen) vlak voor hem. Zie figuur 4.

figuur 4



Er kan worden aangenomen dat dankzij de hazen een deel van de lucht om Kipchoge heen beweegt. Zie het bovenaanzicht in figuur 5.

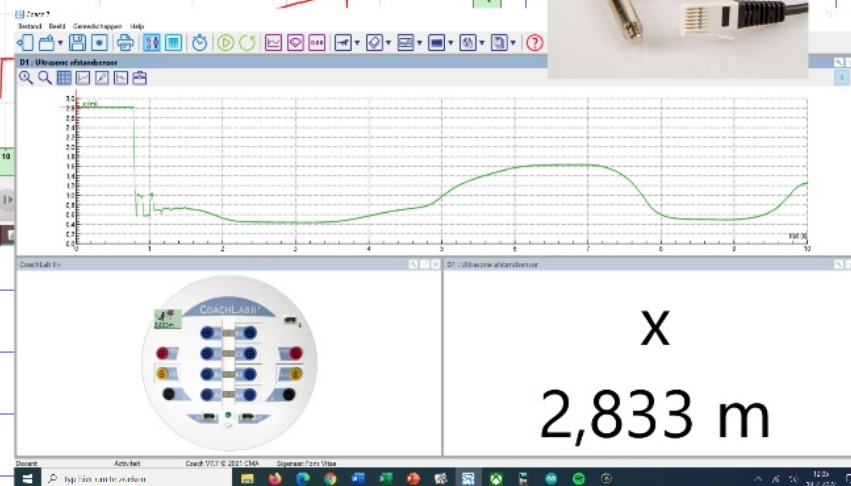
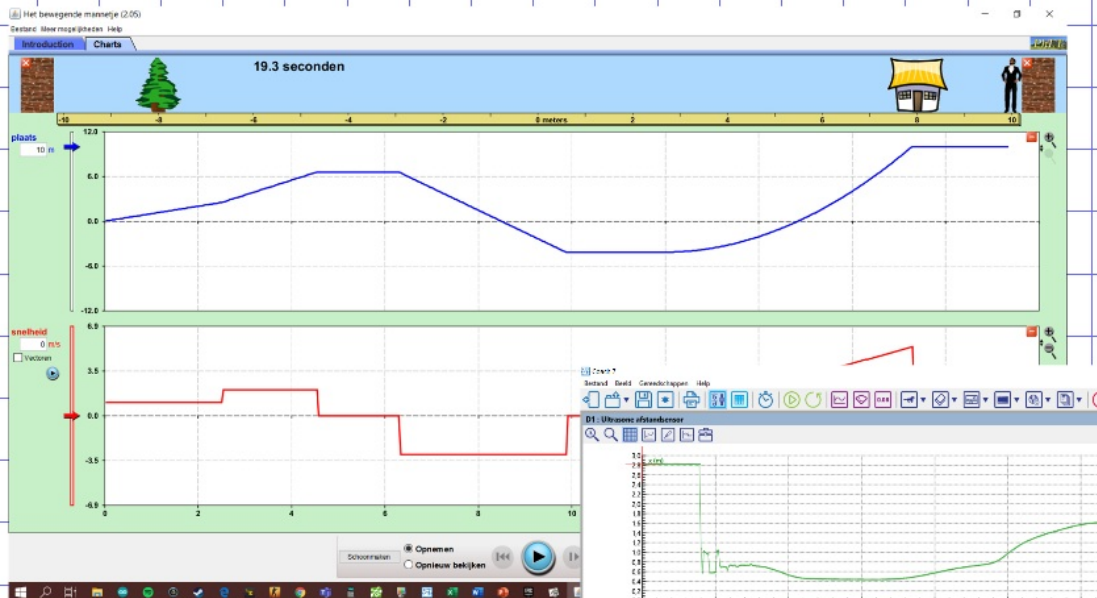
figuur 5



In de groep loopt de voorste haas met een groter vermogen P dan Kipchoge.

- 23 Leg dat uit aan de hand van een formule voor het vermogen.

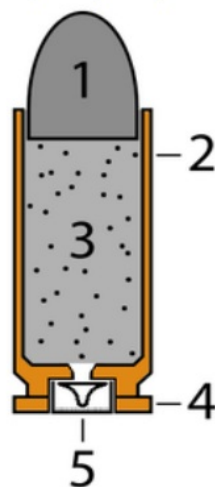
"Hoe kun je beweging vastleggen?"



"Hoe hard worden deze projectielen afgeschoten?"



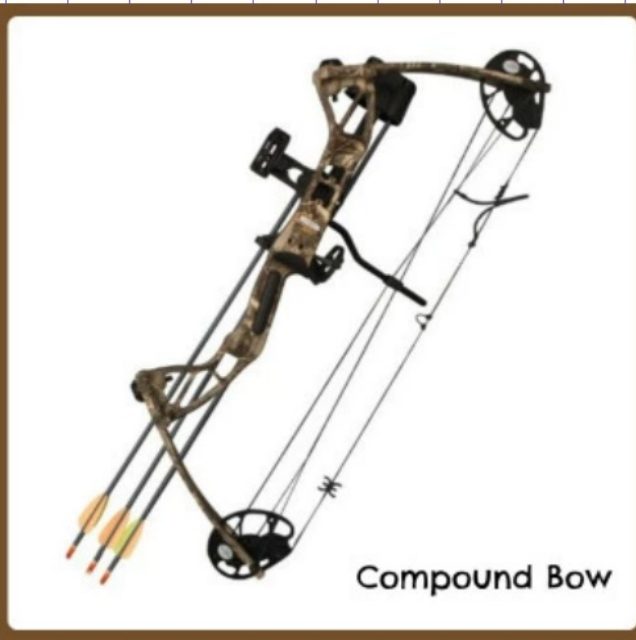
"Met welke snelheid verlaat de kogel de loop?"



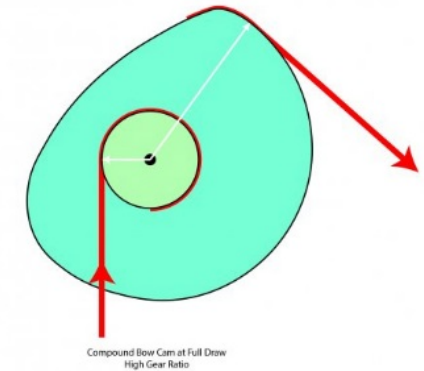
"Wat is het voordeel van een compoundboog t.o.v. een gewone boog?"



Recurve Bow



Compound Bow



"Welke factoren bepalen je **stopafstand** als je plotseling moet remmen?"



F1 GP van Azerbeidzjan, 2018

"Welke factoren bepalen je **remweg** en welke bepalen je **reactieafstand**?"



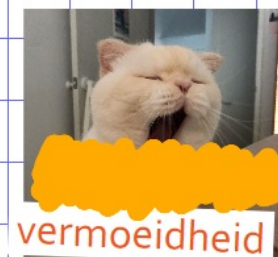
volle kofferbak



blaadjes op de weg



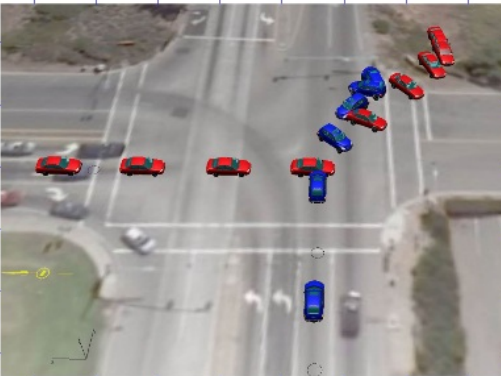
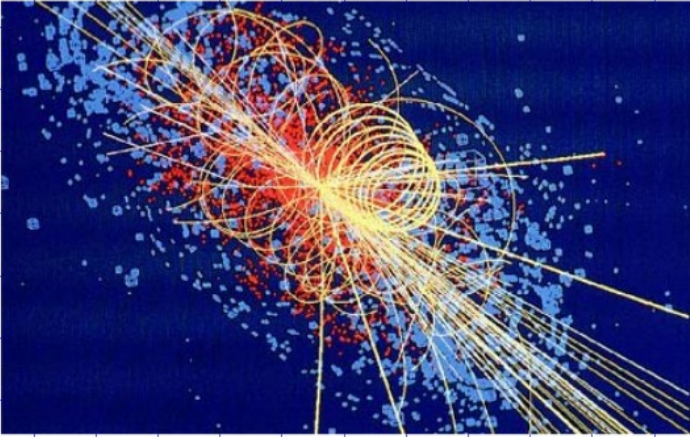
"Welke factoren bepalen je **remweg** en welke bepalen je **reactieafstand**?"



"Hoe groot zijn de krachten bij balsporten?"



"Waar komen botsingen voor?"



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

- *BONUSVRAGEN* -

Hier staan de bonusvragen bij dit hoofdstuk. Deze vragen zijn bedoeld om je te laten nadenken over wat je geleerd hebt. Soms moet je kennis reproduceren of een geoefende techniek laten zien. Ook zitten hier inzichtvragen tussen waarvoor je geleerde kennis op een nieuwe en creatieve manier moet toepassen. Deze vragen zijn zeer nuttig om voor een proefwerk nog een keer langs te lopen!

"Welke omrekeningen zijn fout?"

- BONUSVRAAG

1a

- a) $3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$
- b) $10 \text{ km/u} = 36 \text{ m/s}$
- c) $6 \text{ min} = 60 \text{ s}$
- d) $1,5 \text{ u} = 5400 \text{ s}$
- e) $20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/u}$
- f) $432 \text{ m} = 4,32 \text{ km}$

"Welke omrekeningen zijn fout?"

- BONUSVRAAG

1a

a) $280 \text{ m} = 2,80 \text{ km}$

b) $50 \text{ m/s} = 180 \text{ km/u}$

c) $150 \text{ min} = 2,5 \text{ u}$

d) $7,5 \text{ u} = 7 \text{ uur en } 50 \text{ minuten}$

e) $54 \text{ km/u} = 15 \text{ m/s}$

f) $10.000 \text{ m} = 1 \text{ km}$

X

"Welke vormen van de snelheidsformule zijn goed?"

- BONUSVRAAG! -

a.

$$s = t \times v_{\text{gem}}$$

b.

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

c.

$$v_{\text{gem}} = \frac{t}{s}$$

d.

$$t = \frac{s}{v_{\text{gem}}}$$

e.

$$v_{\text{gem}} = s \times t$$

f.

$$t = v_{\text{gem}} \times s$$

g.

$$s = v_{\text{gem}} \times t$$

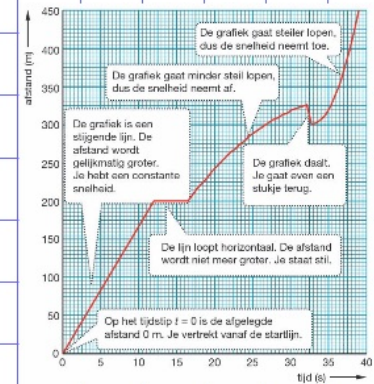
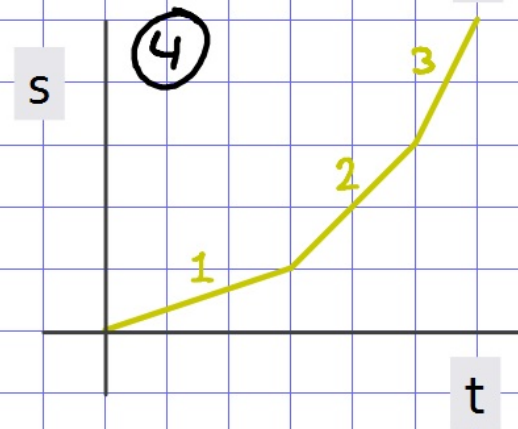
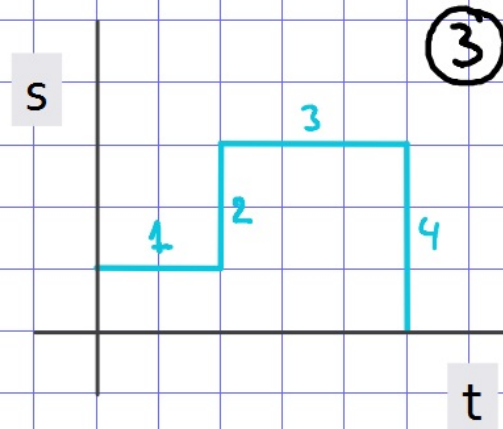
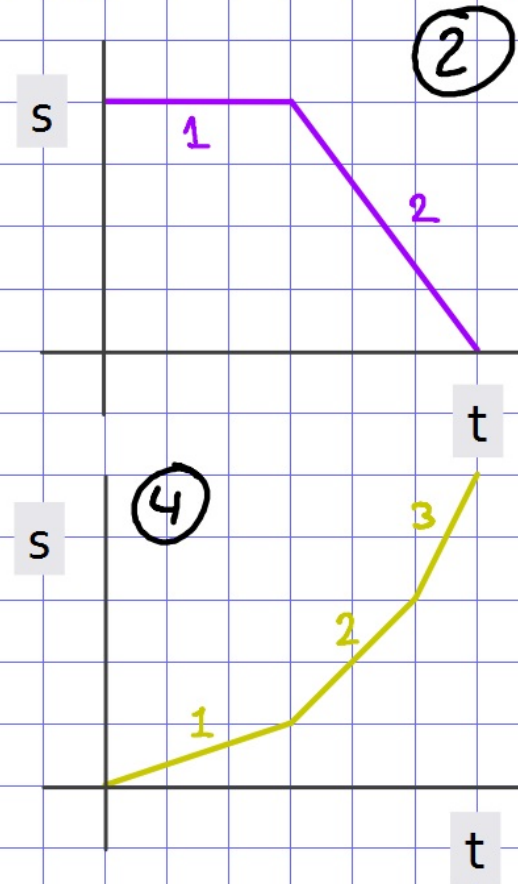
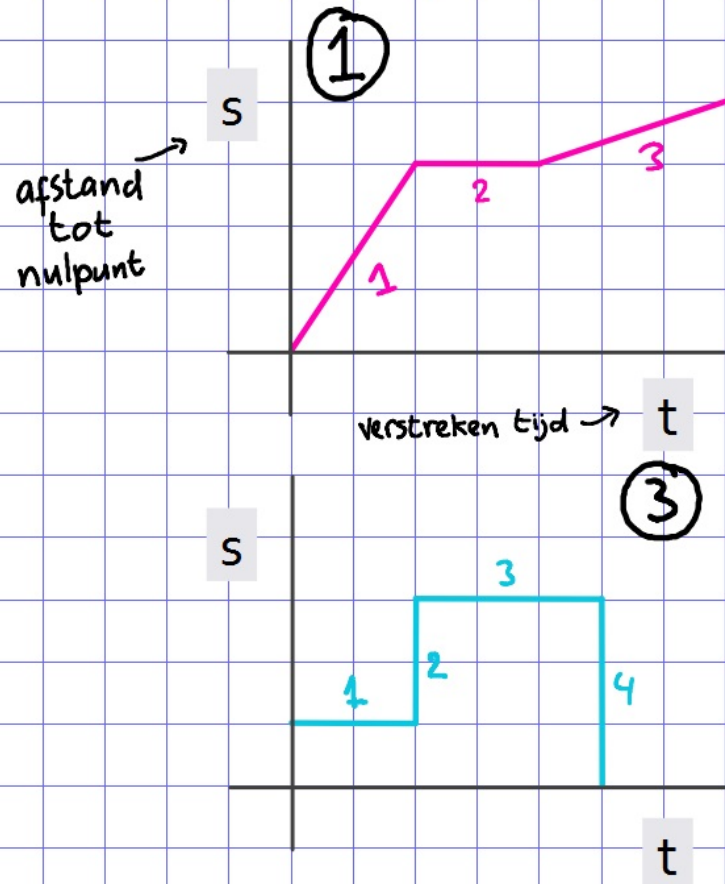
h.

$$v_{\text{gem}} = \frac{t}{s}$$

"Hoe zijn deze bewegingen te beschrijven?"

- BONUSVRAAG! -

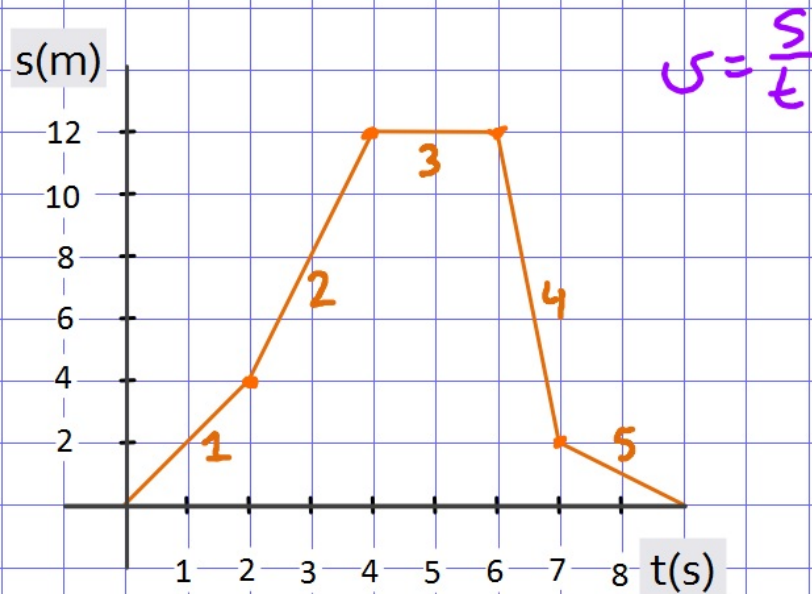
1a



"Hoe is deze beweging te beschrijven..."

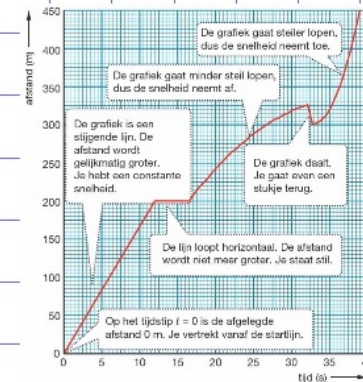
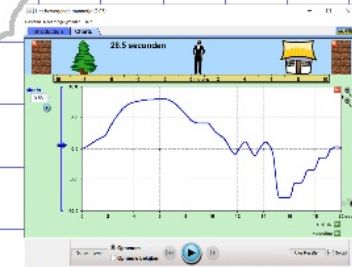
- BONUSVRAAG! -

1a



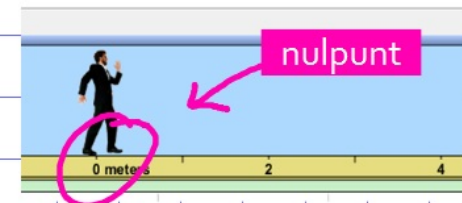
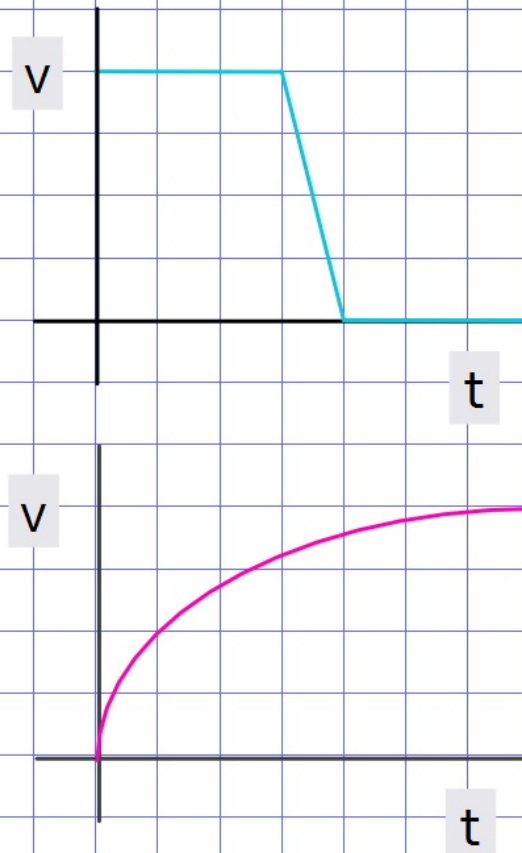
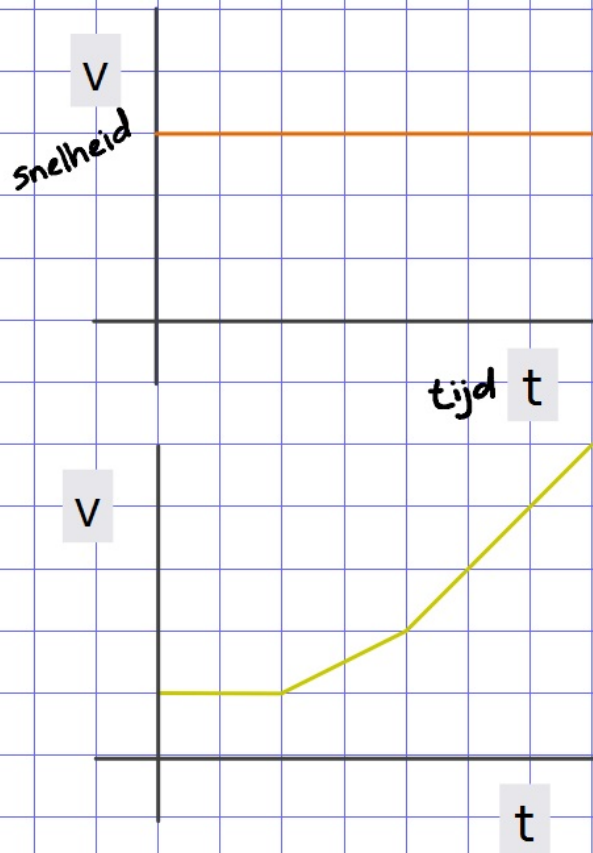
"... en wat was de snelheid tijdens elk deel?"

$v_1 = 2 \text{ m/s}$ $v_2 = 4 \text{ m/s}$ $v_3 = 0$ $v_4 = 10 \text{ m/s}$ $v_5 = 1 \text{ m/s}$

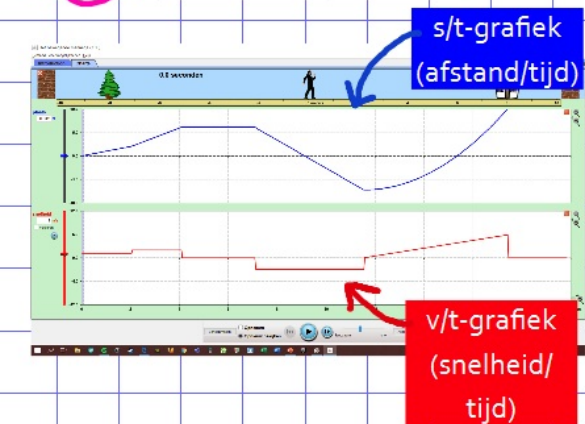


"Hoe zijn deze bewegingen te beschrijven?"

- BONUSVRAAG! -



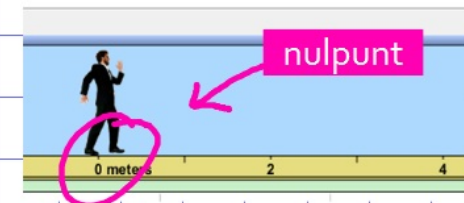
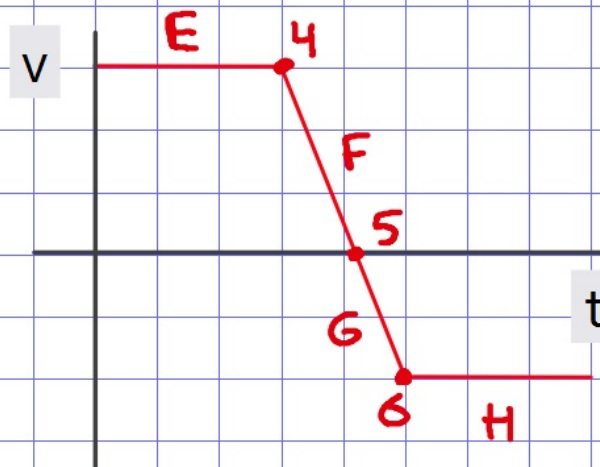
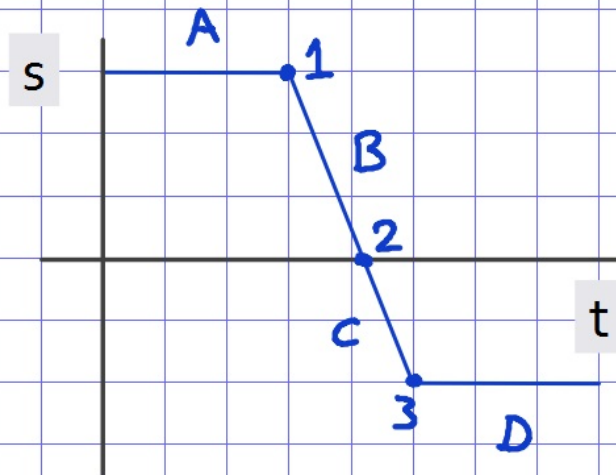
1a



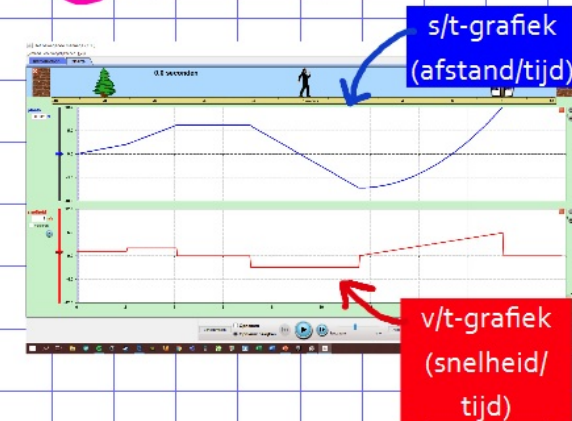
Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

"Hoe zijn deze bewegingen te beschrijven?"

- BONUSVRAAG! -



1a



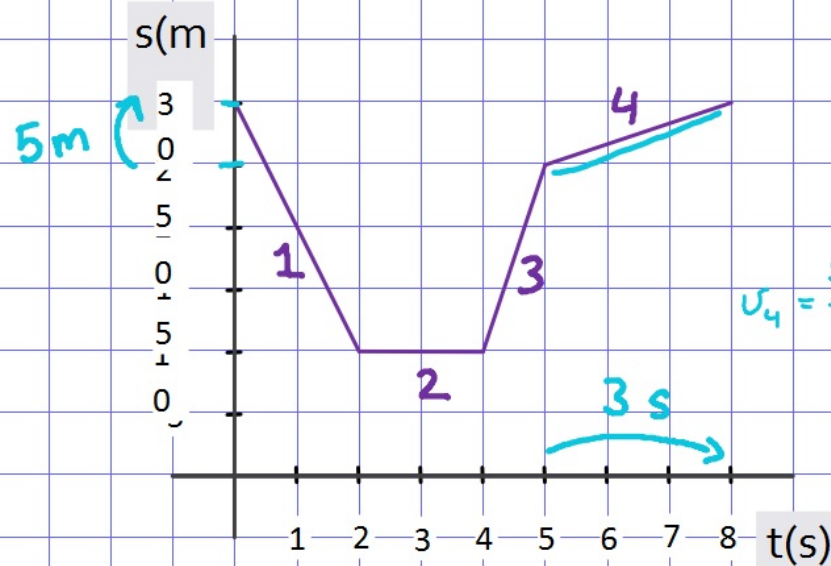
"Probeer bij elke letter en cijfer een toelichting te bedenken."

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

"Hoe zijn deze bewegingen te beschrijven..."

- BONUSVRAAG! -

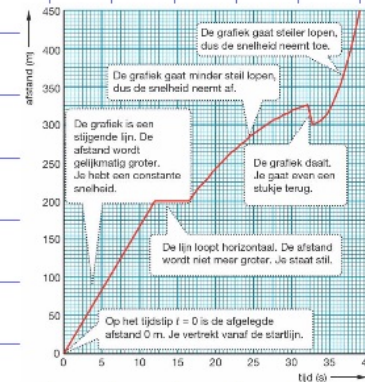
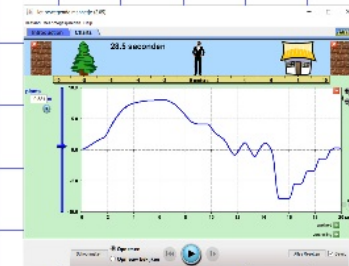
1a



"... en wat was de snelheid tijdens elk deel?"

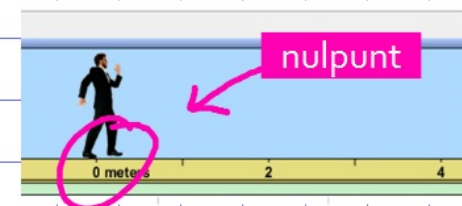
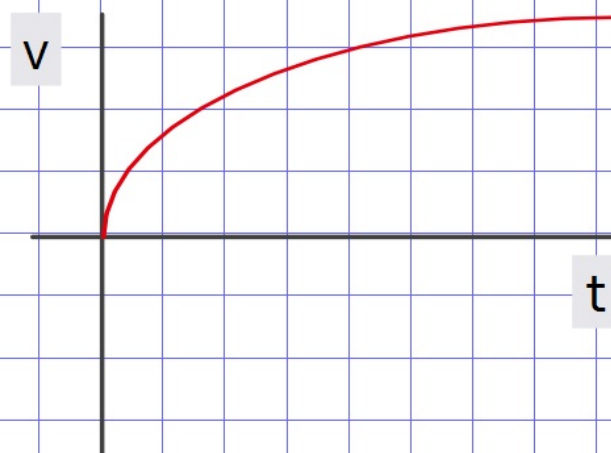
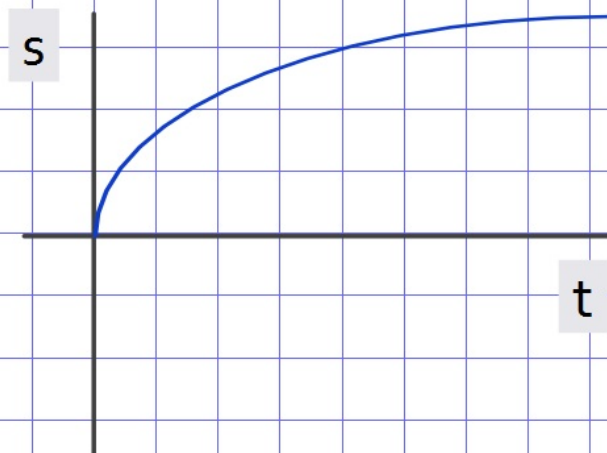
$$v_4 = \frac{s_4}{t_4} = \frac{5 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 1,67 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 10 \text{ m/s} \quad v_2 = 0 \quad v_3 = 15 \text{ m/s} \quad v_4 = 1,67 \text{ m/s}$$

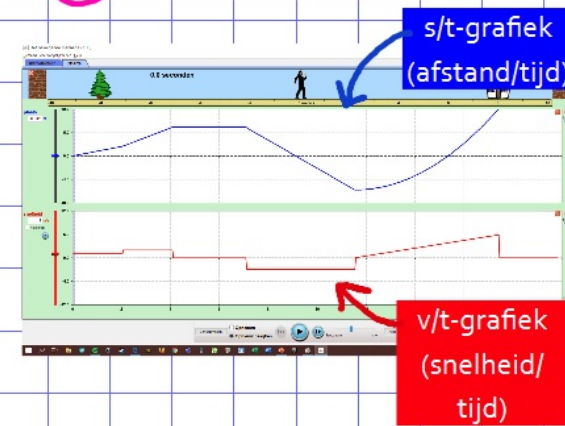


"Hoe zijn deze bewegingen te beschrijven?"

- BONUSVRAAG! -



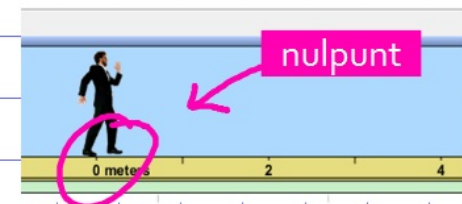
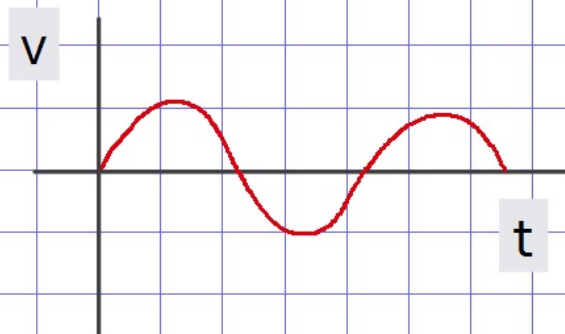
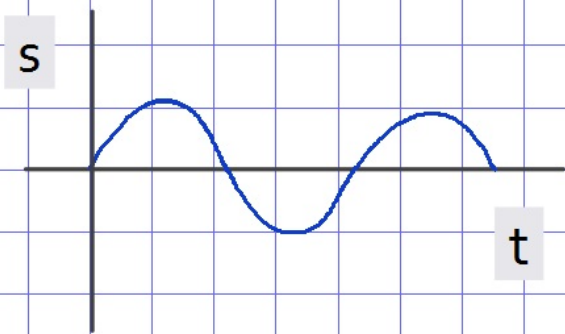
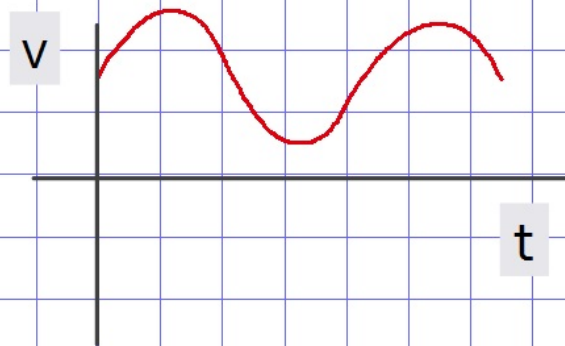
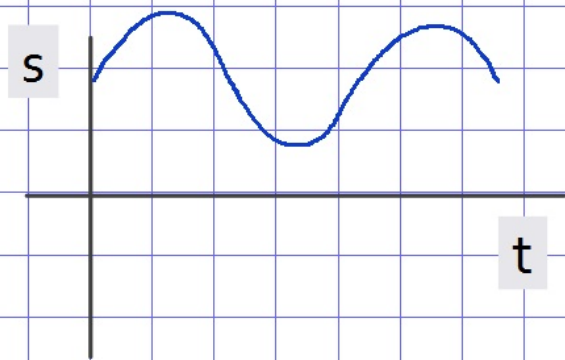
1a



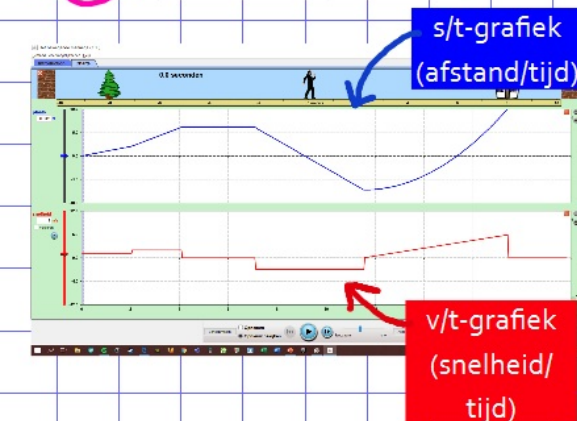
Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

"Hoe zijn deze bewegingen te beschrijven?"

- BONUSVRAAG! -



1a



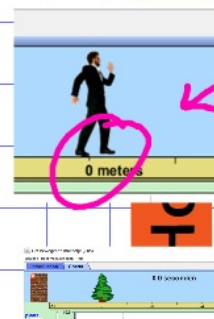
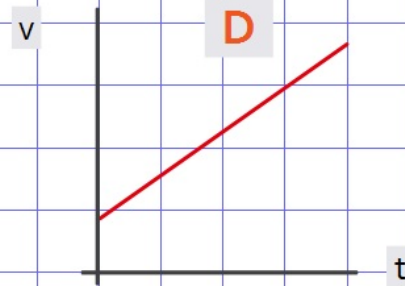
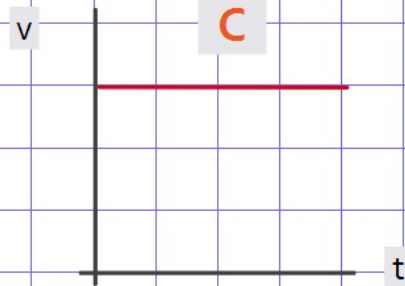
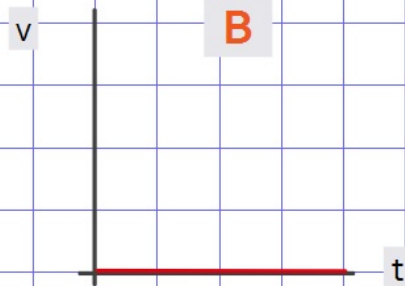
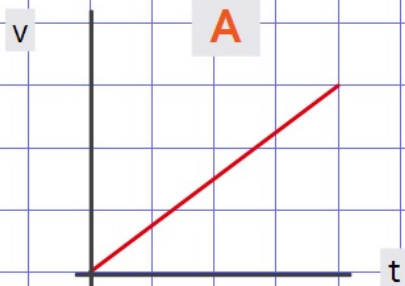
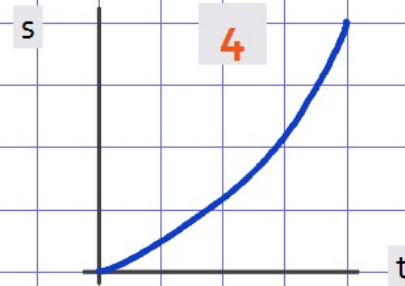
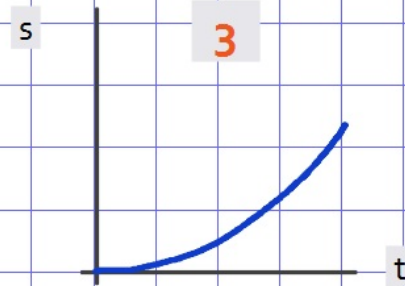
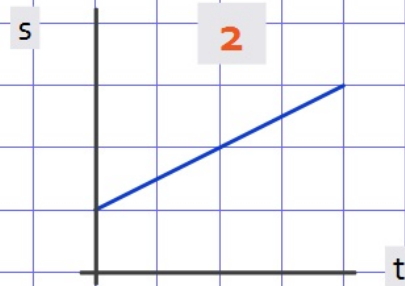
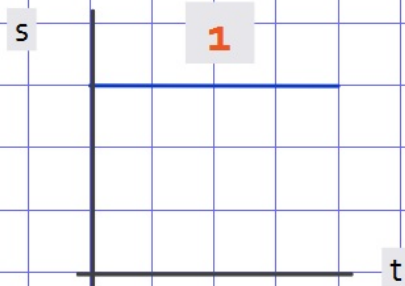
Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

"Welke s/t-grafiek hoort bij welke v/t-grafiek?"

- BONUSVRAAG! -

1a

k 4: Kracht en beweging



"Hoe is deze beweging te beschrijven?"

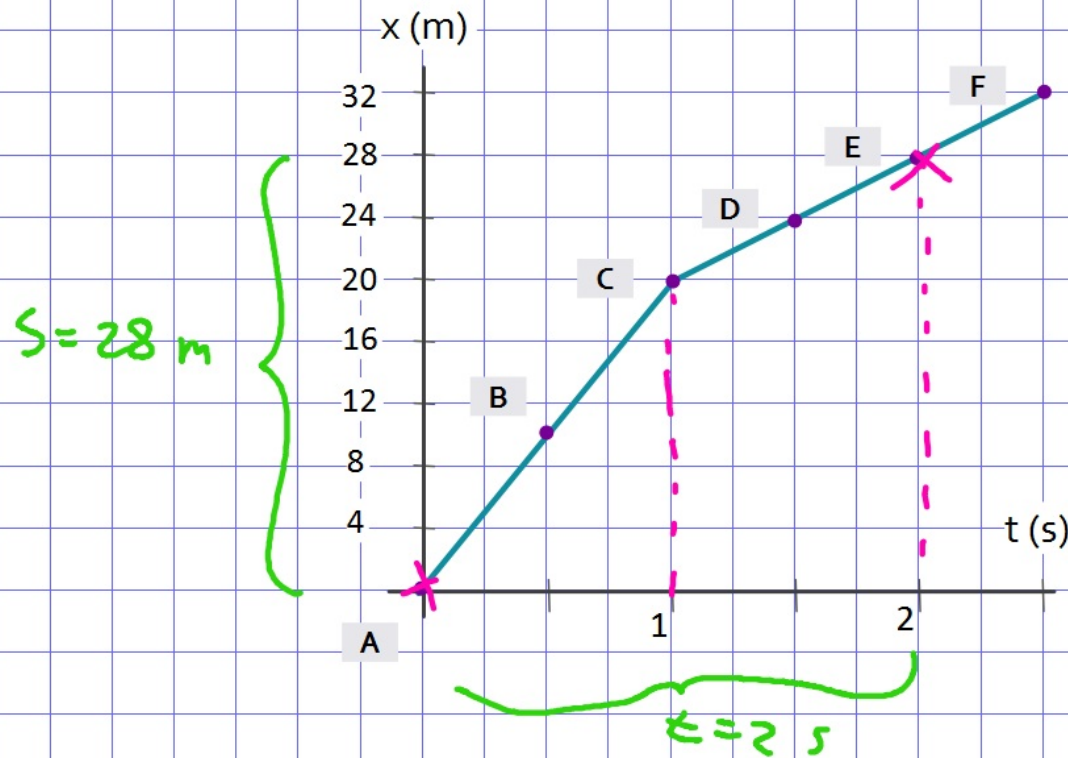
- BONUSVRAAG! -

1a



"Op welk tijdstip zou je deze beweging kunnen stoppen zodat de gemiddelde snelheid tot op dat moment 14 m/s is?"

- BONUSVRAAG! -

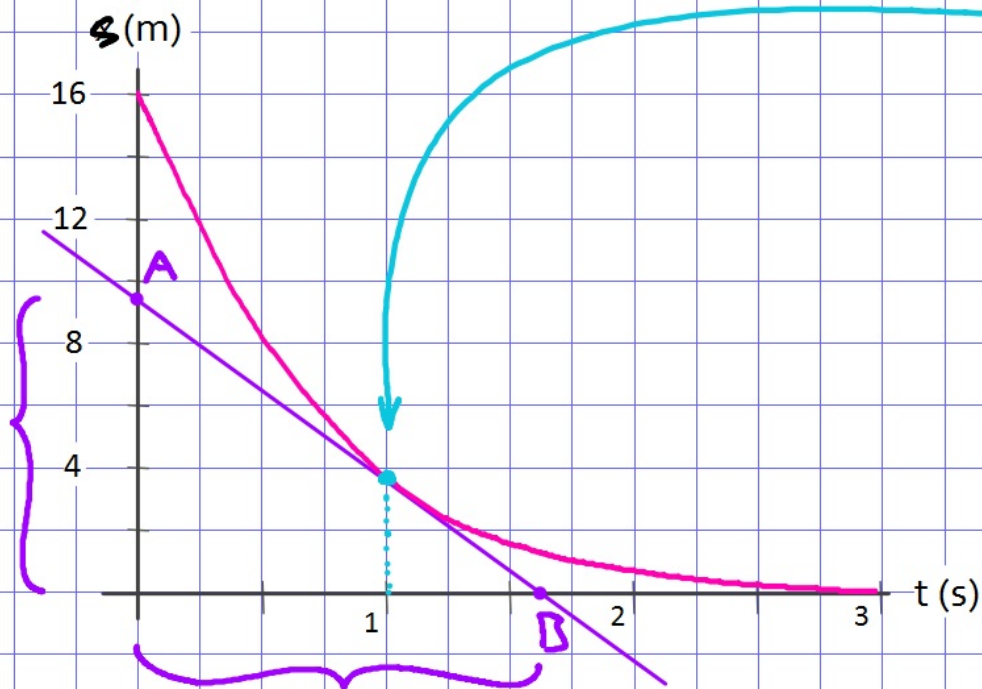


$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

"Wat was de snelheid van dit voorwerp op $t = 1,0 \text{ s}$?"

- BONUSVRAAG! -

1a



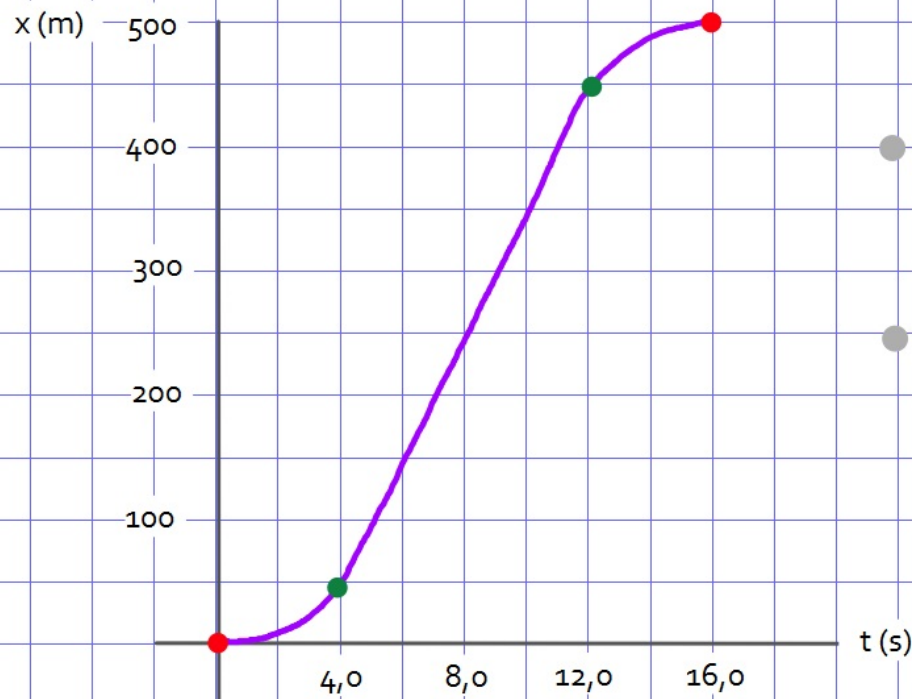
Hoofdstuk 4: Beweging

$$v = \frac{ds}{dt}$$

"Wat is de gemiddelde snelheid en wat is de topsnelheid van deze beweging?"

- BONUSVRAAG! -

1a



•

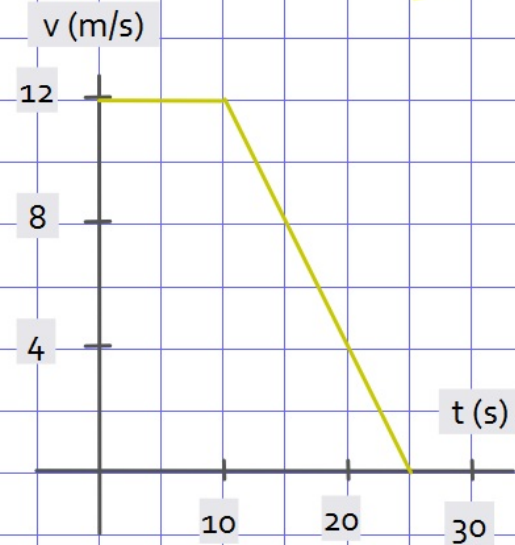
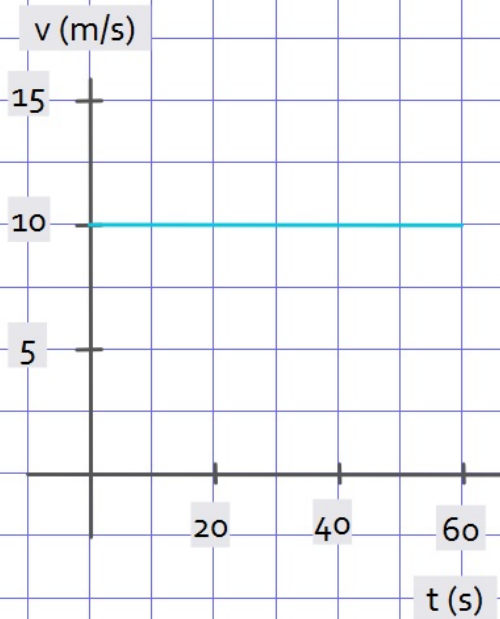
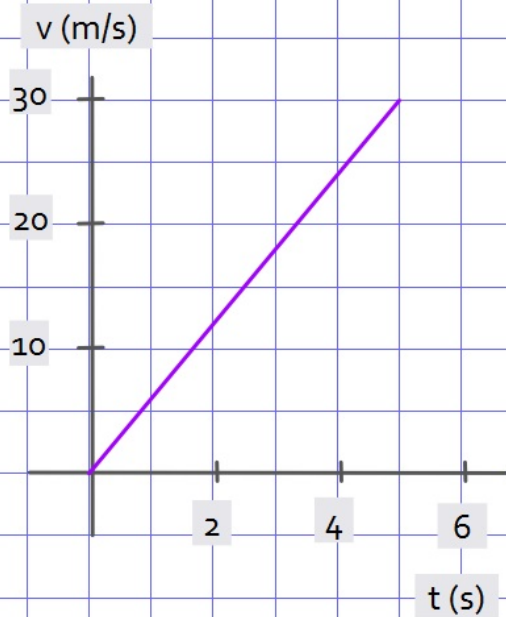
$$v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{400 \text{ m}}{8,0 \text{ s}} = 50 \text{ m/s}$$

•

$$v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{500 \text{ m}}{16,0 \text{ s}} = 31,3 \text{ m/s}$$

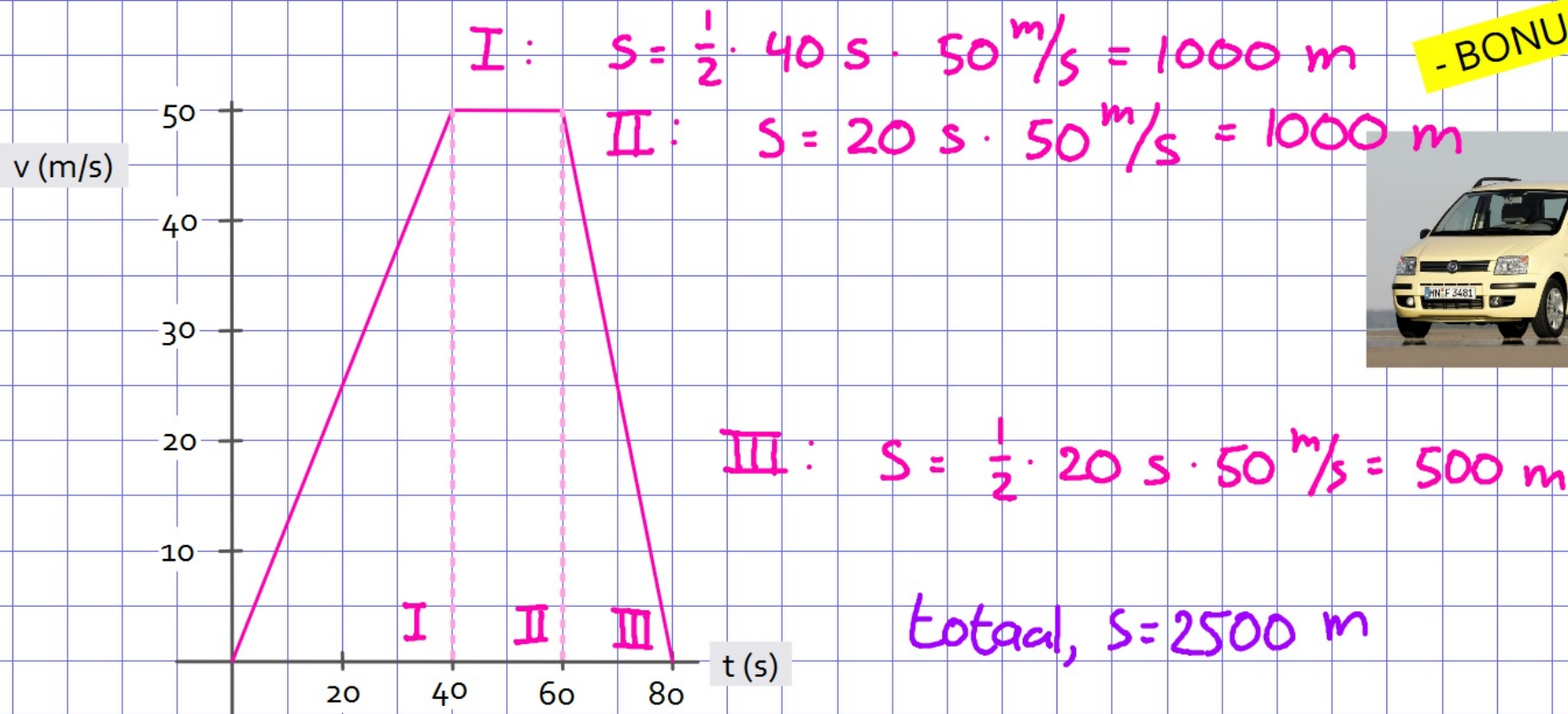
"Wat is de afgelegde afstand in deze bewegingen?"

- BONUSVRAAG! -



"Wat is de totale verplaatsing van deze gecombineerde beweging?"

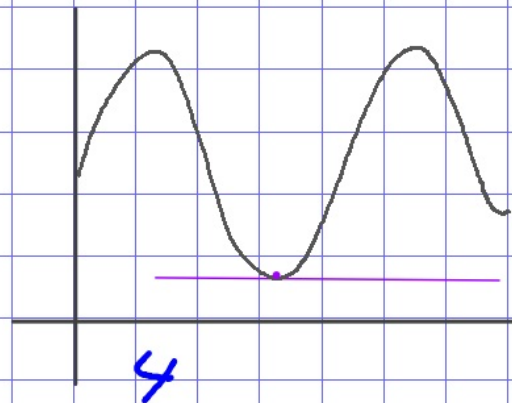
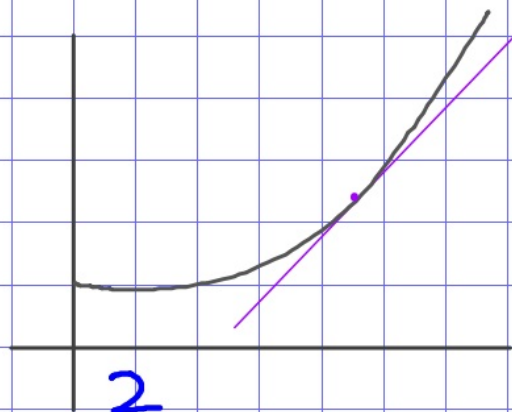
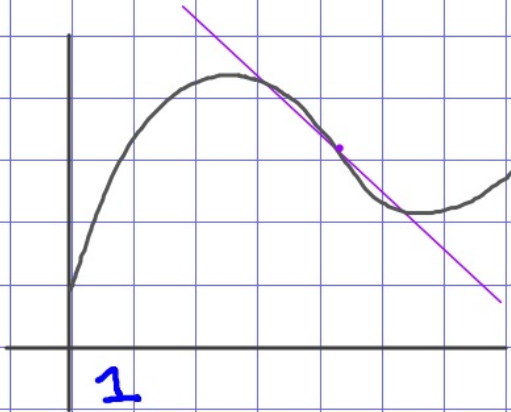
- BONUSVRAAG! -



"Welke van deze raaklijnen zijn goed getekend?"

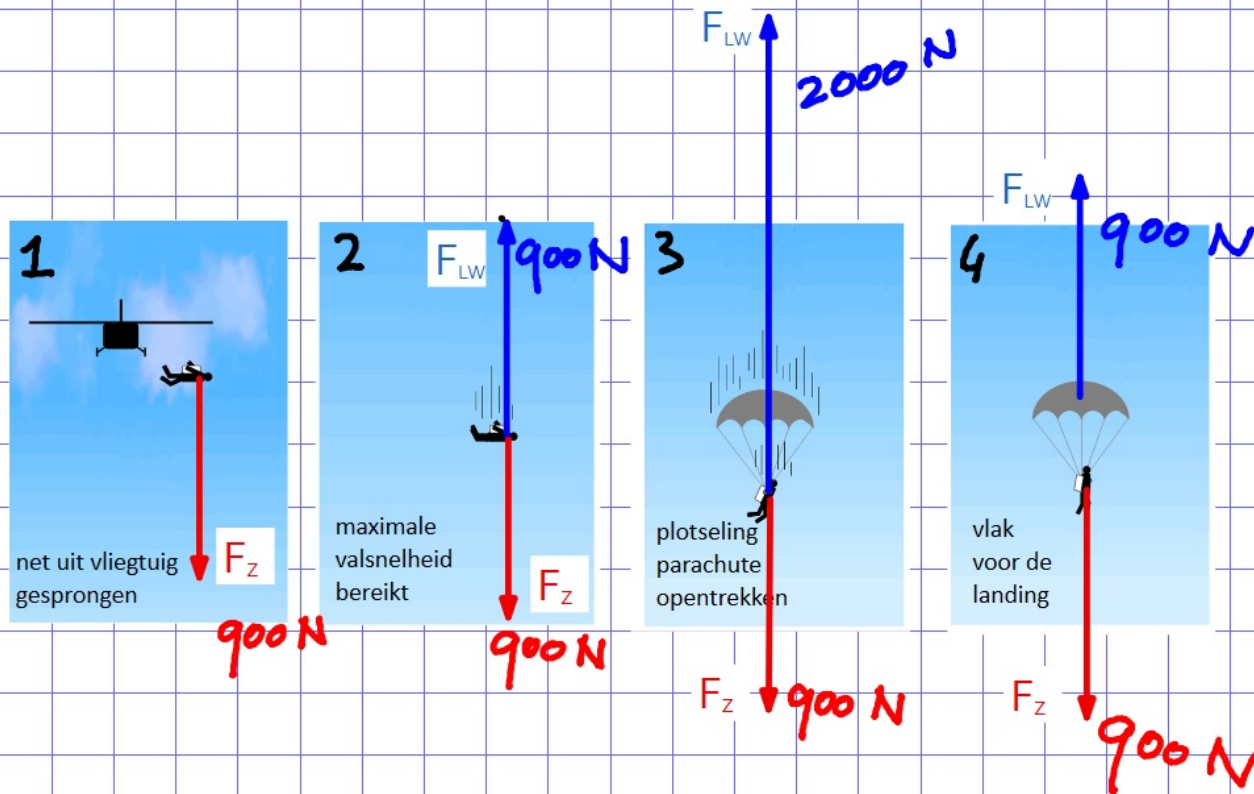
- BONUSVRAAG! -

1a



"Wat is de nettokracht op de springer in elke fase van de sprong en hoe beweegt de springer hierdoor?"

- BONUSVRAAG! -

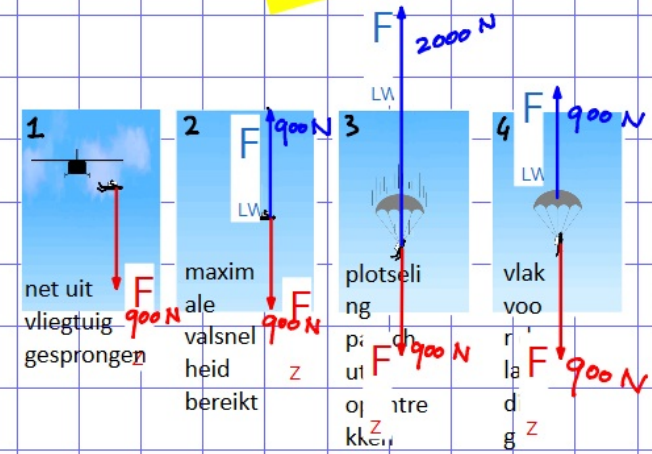


"Hoe ziet een snelheid-tijdgrafiek van de sprong er uit?"

- BONUSVRAAG! -

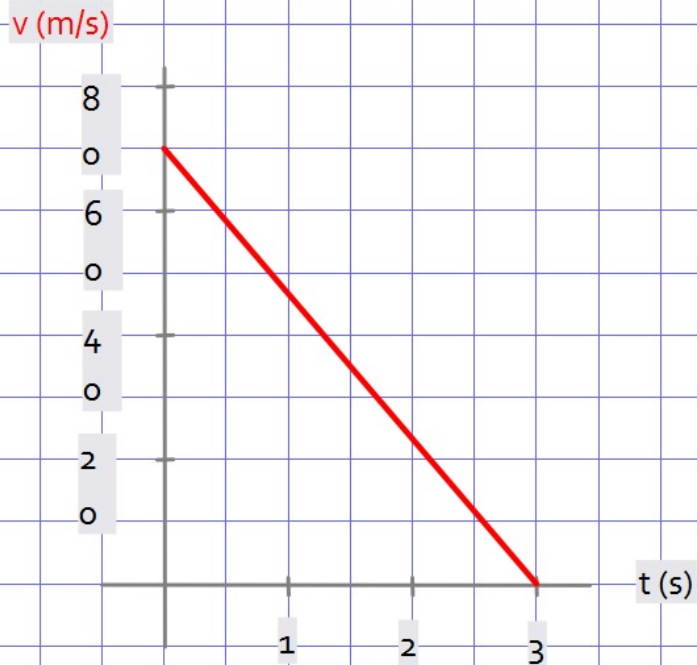
snelheid $\rightarrow$

tijd $\rightarrow$



"Wat is hier de remkracht?"

- BONUSVRAAG! -



kinetische energie van een F1-auto
($m = 600 \text{ kg}$) bij 50 m/s : **750.000 J**

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

- UITLEG & AANTEKENINGEN -

De volgende dia's zijn de aantekeningen die je in de les overgenomen hebt. Alles wat hier tussen de rode lijnen staat zou ook in je schrift moeten staan. Dit is de essentiële stof voor het proefwerk en deze moet je proberen volledig te begrijpen. Je vindt hier ook de tekst bij de bordoefeningen waarvan je als het goed is alleen de uitwerkingen hebt opgeschreven.

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

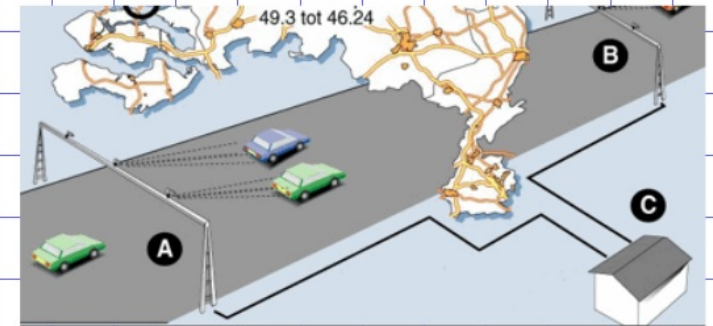
§ 4.1 Kracht en soorten beweging (verzamelparagraaf)

Je kunt de gemiddelde snelheid van een verplaatsing berekenen met:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afgelegde afstand}}{\text{tijdsduur}} \quad v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

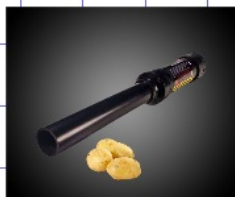
Bord oefening 1:

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{1500 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 37,5 \text{ m/s}$$



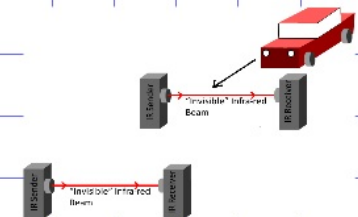
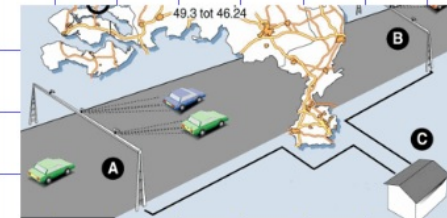
Bord oefening 1: Een auto rijdt door een trajectcontrole van 1500 m en doet daar 40 seconden over. Wat is de snelheid van de auto?

DEMO, Kanonmeting:



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging



Let op: er zijn twee sets van eenheden bij de snelheidsformule.

Je moet kiezen in welke set je werkt:

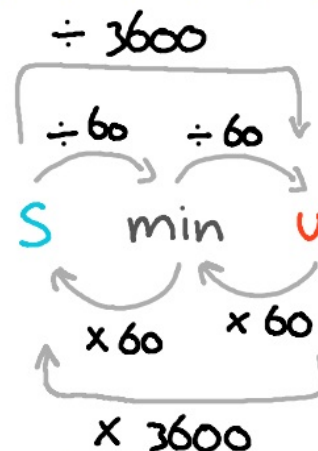
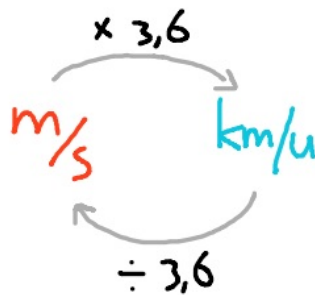
$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

Handwritten unit conversion arrows for the SI system: m/s (blue) points to v_{gem} , m (blue) points to s , and s (blue) points to t .

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

Handwritten unit conversion arrows for the km/u system: km/u (red) points to v_{gem} , km (red) points to s , and u (red) points to t .

Omrekenen van tijds- en snelheidseenheden:



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoefening 1: Een auto rijdt door een trajectcontrole van 1500 m en doet daar 40 seconden over. Wat is de snelheid van de auto?

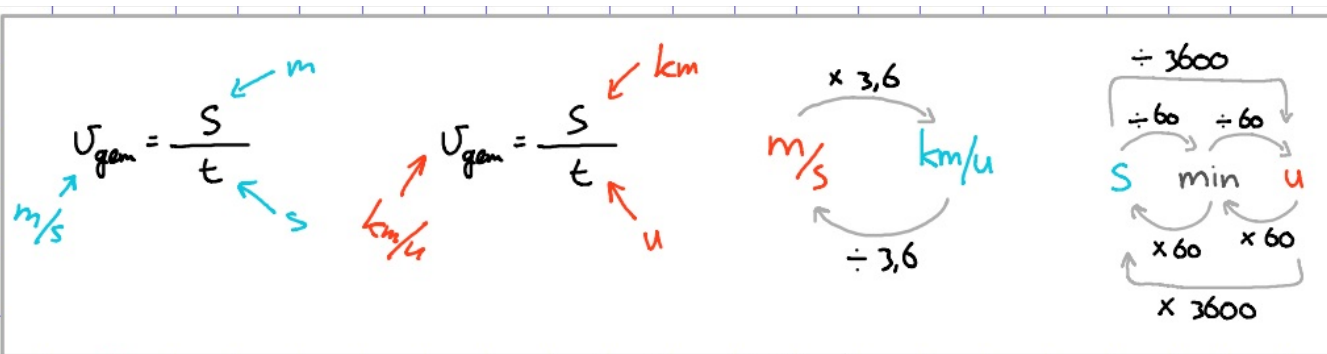
Bordoefening 2: Reken de snelheid van bordoefening 1 om naar km/u .

Bordoefening 3: Je woont 5,3 km van school en je fietst deze afstand in 18 minuten. Reken uit met welke snelheid je dan fietst.

Bordoefening 4: Een mier loopt een afstand van 60 cm in 5,0 seconden. Reken de snelheid van de mier uit.

Bordoefening 2:

- $37,5 \text{ m/s} = 135 \text{ km/u}$



Bordoefening 2: • $37,5 \text{ m/s} = 135 \text{ km/u}$

Bordoefening 3:

$t = 18 \text{ min} = 0,3 \text{ u}$

$v = \frac{s}{t} = \frac{5,3 \text{ km}}{0,3 \text{ u}} = 17,7 \text{ km/u}$

$s = 5,3 \text{ km} = 5300 \text{ m}$

$t = 18 \text{ min} = 1080 \text{ s}$

$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{5300}{1080} = 4,9 \text{ m/s}$

Bordoefening 4:

$s = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$

$v = \frac{s}{t} = \frac{0,60 \text{ m}}{5,0 \text{ s}} = 0,12 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

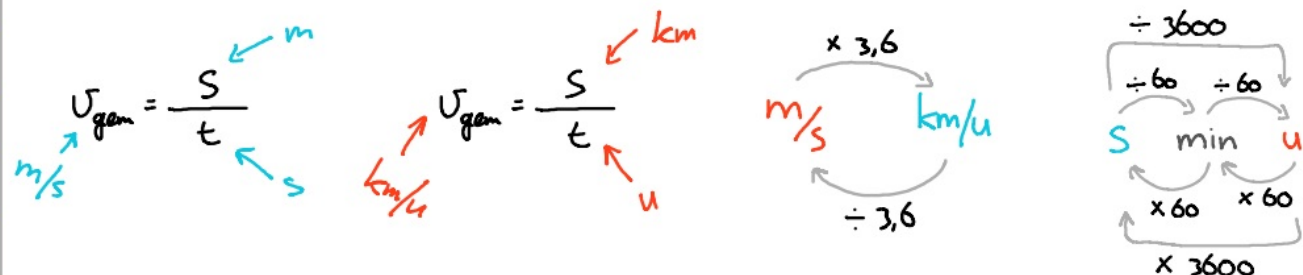
§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoefening 1: Een auto rijdt door een trajectcontrole van 1500 m en doet daar 40 seconden over. Wat is de snelheid van de auto?

Bordoefening 2: Reken de snelheid van bordoefening 1 om naar km/u.

Bordoefening 3: Je woont 5,3 km van school en je fietst deze afstand in 18 minuten. Reken uit met welke snelheid je dan fietst.

Bordoefening 4: Een mier loopt een afstand van 60 cm in 5,0 seconden. Reken de snelheid van de mier uit.



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoefening 5: Welke afstand leg je af als je 2,5 uur rijdt met een snelheid van 89 km/u?

Bordoefening 6: Hoe lang doe je over een sprint van 100 m als je gemiddelde snelheid 9,2 m/s is?

Bordoefening 7: Welke afstand leg je af als je 12 minuten fietst met een snelheid van 23 km/u?

Bordoefening 8: Hoe lang doe je over een traject van 8,3 km als je een snelheid hebt van 5,0 m/s?

Bordoefening 5:

$$S = v_{gem} \cdot t = 89 \frac{km}{u} \cdot 2,5 u = 223 km$$

Bordoefening 6:

$$t = \frac{S}{v} = \frac{100 m}{9,2 \frac{m}{s}} = 10,9 s$$

Bordoefening 7:

$$S = ?$$

$$t = 12 min = 0,2 u$$

$$v = 23 \frac{km}{u}$$

$$v = \frac{S}{t} \rightarrow S = v \cdot t$$

$$S = 23 \frac{km}{u} \cdot 0,2 u = 4,6 km$$

Bordoefening 8:

$$t = ?$$

$$S = 8,3 km = 8300 m$$

$$v = 5,0 \frac{m}{s}$$

$$v = \frac{S}{t} \rightarrow t = \frac{S}{v}$$

$$t = \frac{S}{v} = \frac{8300 m}{5,0 \frac{m}{s}} = 1660 s = 0,46 u$$

$$v_{gem} = \frac{S}{t}$$

$$S = v \cdot t$$

$$t = \frac{S}{v}$$

Bordoefening 9:

$$v = ?$$

$$t = 7 \text{ s}$$

$$s = 450 \text{ m}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

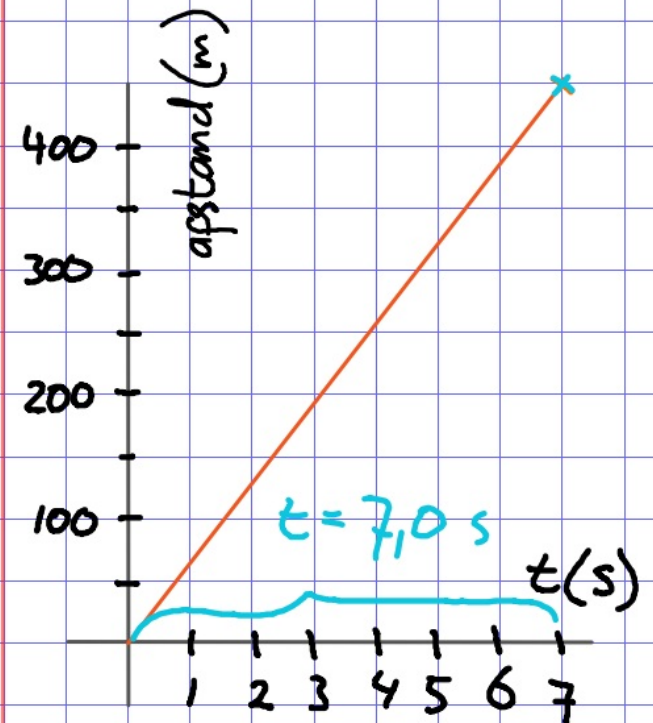
$$v = \frac{s}{t} = \frac{450 \text{ m}}{7 \text{ s}} = 64,3 \text{ m/s} = 231 \text{ km/h}$$

$$s = 450 \text{ m}$$

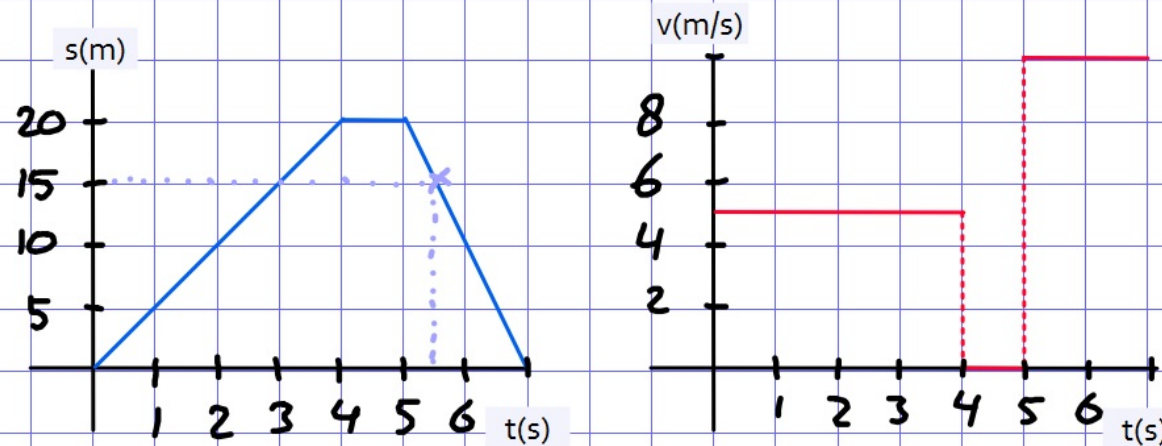
Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoefening 9: Bekijk de grafiek hieronder.
Met welke snelheid beweegt deze trein?



Naast afstand/tijd-diagrammen bestaan er ook **snelheid/tijddiagrammen**:



Bordoefening 16a:

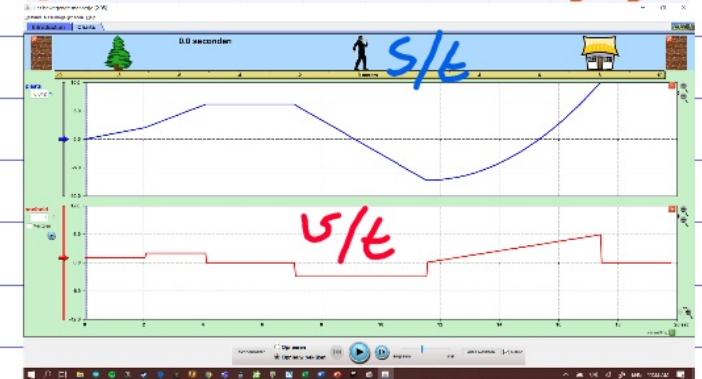
- a. $s = 10 \text{ m}$ b. $s = 20 \text{ m}$ c. $s = 15 \text{ m}$

Bordoefening 16b:

- a. $v = 5 \text{ m/s}$ b. $v = 0 \text{ m/s}$ c. $v = 10 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging



Bordoefening 16a:

Geef de afstand tot het nulpunt vd fietser op:

- a. $t = 2,0 \text{ s}$ b. $t = 4,5 \text{ s}$ c. $t = 5,5 \text{ s}$

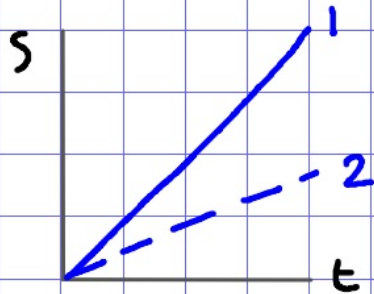
Bordoefening 16b:

Geef de snelheid vd fietser op:

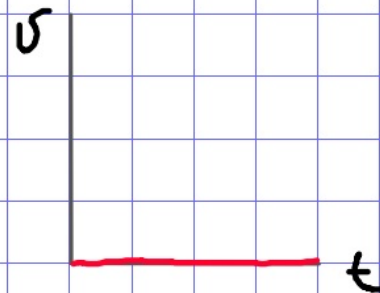
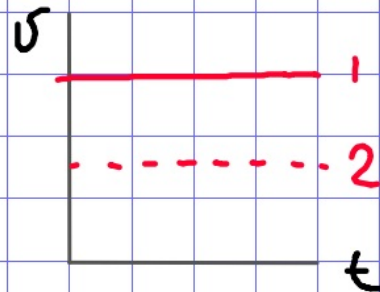
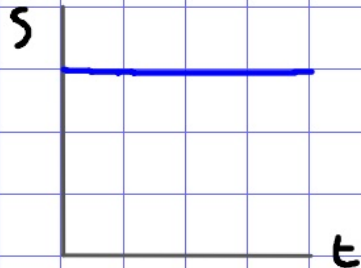
- a. $t = 2,0 \text{ s}$ b. $t = 4,5 \text{ s}$ c. $t = 5,5 \text{ s}$

Naast **afstand/tijd**-diagrammen bestaan er ook **snelheid/tijd**diagrammen:

1.



2.



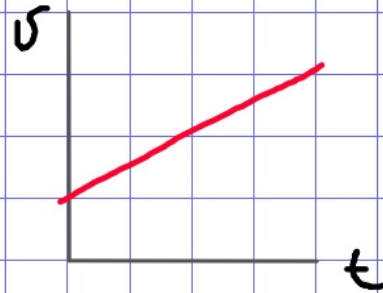
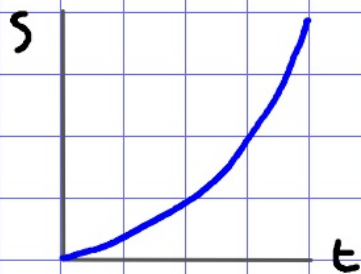
Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

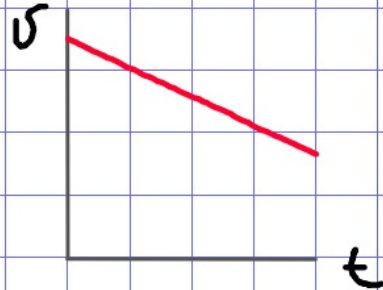
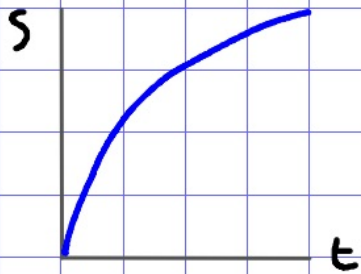
Bord oefening 10: Schets in je schrift hoe de v/t-diagrammen van deze drie bewegingen er uit zouden moeten zien.



3.



4.

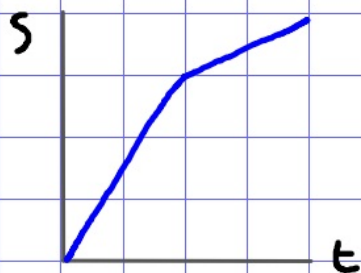


Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

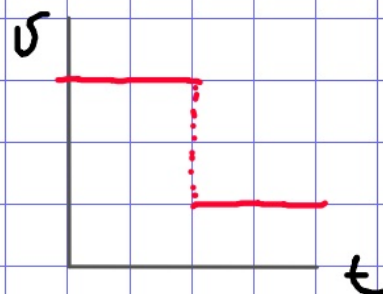
§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bord oefening 10: Schets in je schrift hoe de v/t-diagrammen van deze drie bewegingen er uit zouden moeten zien.

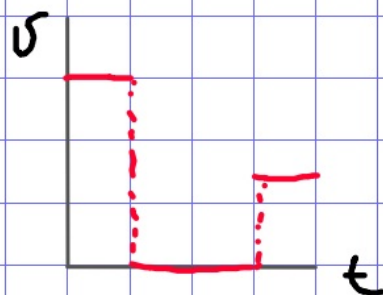




5.



6.



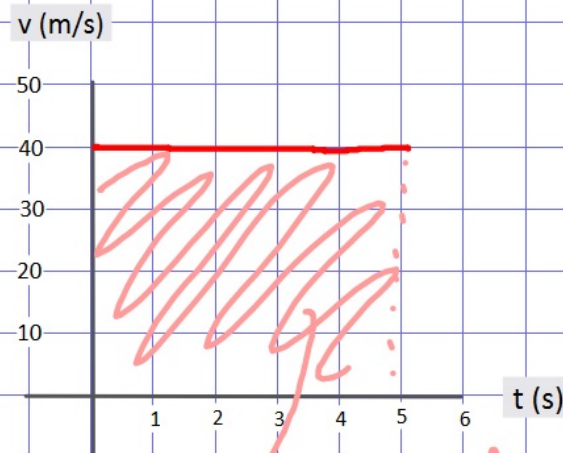
Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bord oefening 10: Schets in je schrift hoe de v/t-diagrammen van deze drie bewegingen er uit zouden moeten zien.



De oppervlakte onder een snelheid-tijdgrafiek tussen twee tijdstippen is gelijk aan de verplaatsing tussen die twee tijdstippen.



$$A = l \cdot b = 5 \text{ s} \cdot 40 \text{ m/s} \\ = 200 \text{ m}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

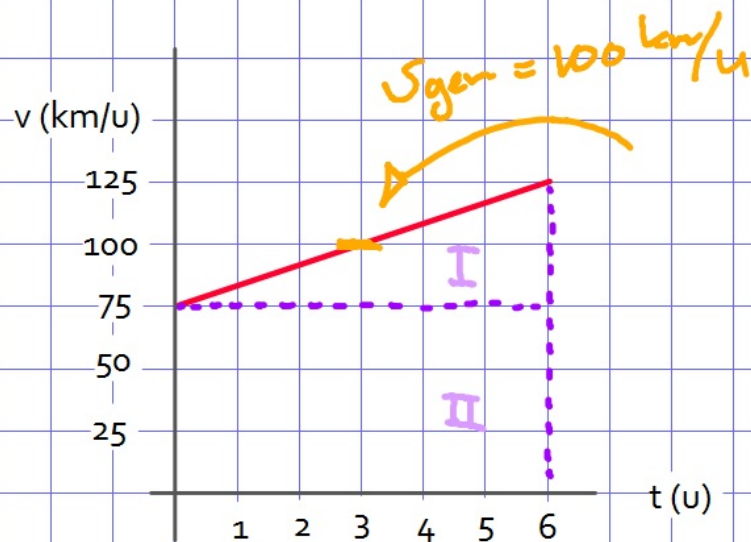
Bordoeffening 11: Een auto reed 5,0 seconden lang met een snelheid van 40 m/s over een bepaald traject. Reken uit hoe lang dat traject was.

- $s = v \cdot t$
 $= 40 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s}$
 $= 200 \text{ m}$

De oppervlakte onder een v/t-grafiek is de verplaatsing, ongeacht de vorm van de grafiek.

Soms kun je de grafiek in stukken delen en deze bij elkaar optellen.

Soms kun je een gemiddelde snelheid gebruiken.



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoeffening 12: Bepaal de verplaatsing tussen $t = 0$ en $t = 6,0 \text{ u}$.

$$\begin{aligned} A_I &= \frac{1}{2} \cdot \text{basis} \cdot \text{hoogte} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 50 = 150 \text{ km} \end{aligned}$$

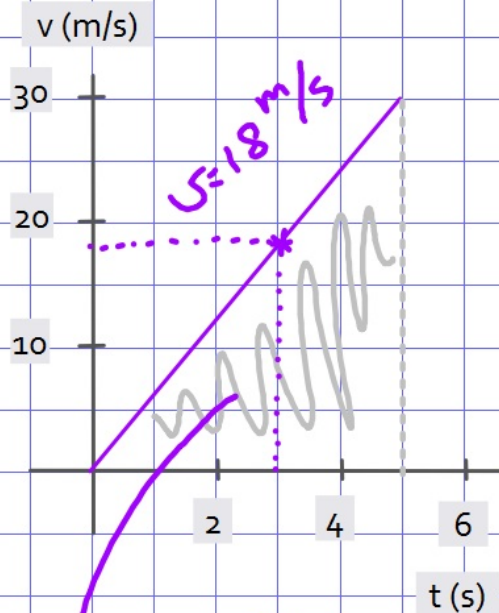
$$A_{II} = 6 \cdot 75 = 450 \text{ km}$$

$$A_{\text{TOTAAAL}} = 600 \text{ km}$$

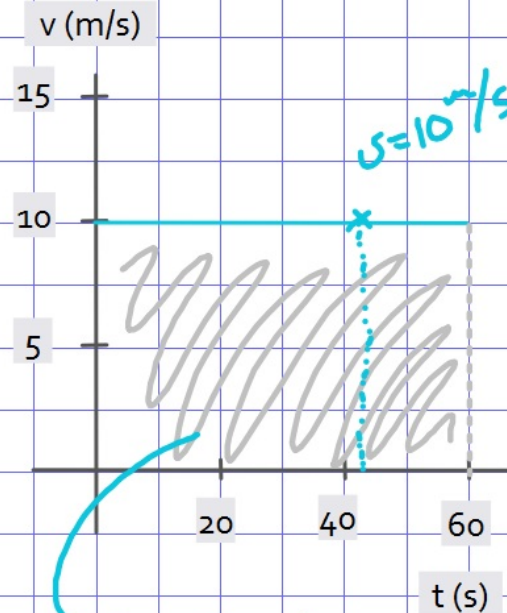
$$\begin{aligned} S &= v_{\text{gem}} \cdot t \\ &= 100 \text{ km/u} \cdot 6 \text{ u} \\ &= 600 \text{ km} \end{aligned}$$

Hoofdstuk 4: Beweging

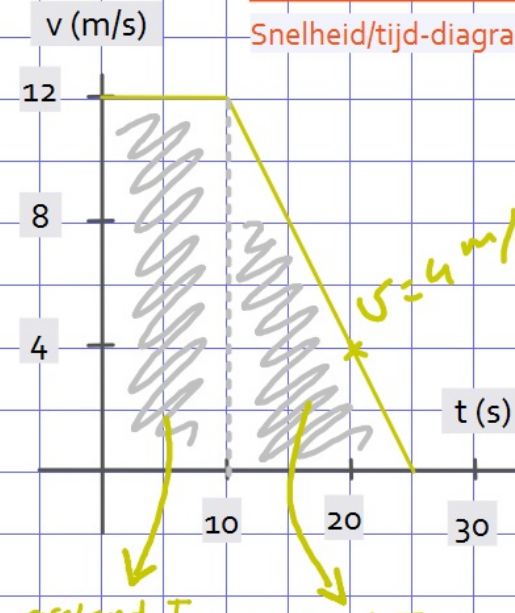
Snelheid/tijd-diagrammen (havo § 4.3 / vwo § 4.2)



oppervlakte =
afstand =
 $\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 30 = 75 \text{ m}$



afstand
 $= 10 \cdot 60 = 600 \text{ m}$



afstand I
 $= 10 \cdot 12$
 $= 120 \text{ m}$

afstand II
 $= \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 12$
 $= 90 \text{ m}$

totale afstand is 210 m

Bordoefening 20a:

Lees af wat de snelheid was op deze tijdstippen:

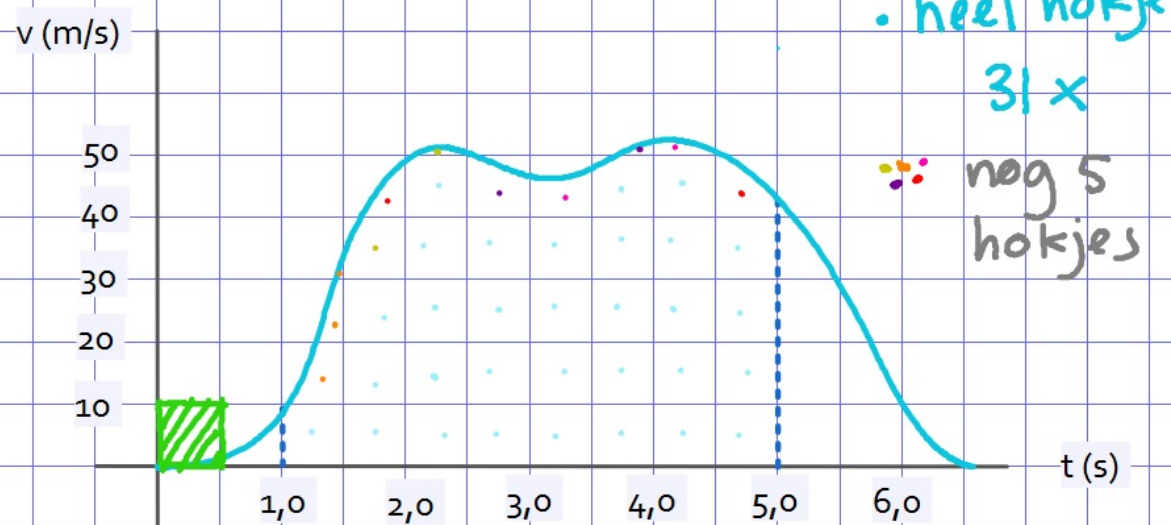
- a. Linker figuur, $t = 3,0 \text{ s}$
- b. Middelste figuur, $t = 42 \text{ s}$
- c. Rechter figuur, $t = 20 \text{ s}$

Bordoefening 20b:

Bepaal van deze drie diagrammen de totale afgelegde afstand

Verplaatsing uit een snelheid-tijddiagram (3/3):

De oppervlakte onder een v/t-grafiek is de verplaatsing, ongeacht de vorm van de grafiek. Als de grafiek een onregelmatige vorm heeft kun je tellen en schatten hoeveel hokjes er onder de grafiek zitten. Je moet dan eerst uitrekenen hoeveel verplaatsing een hokje voorstelt.



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

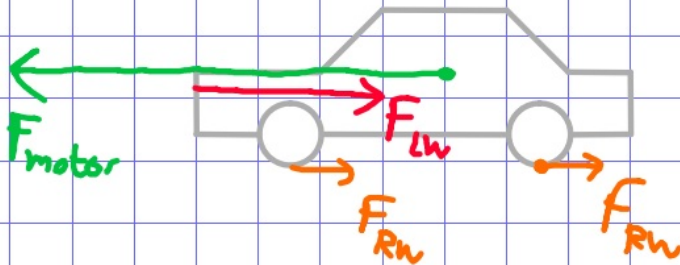
§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bord oefening 13: Bepaal de verplaatsing tussen $t = 1,0 \text{ s}$ en $t = 5,0 \text{ s}$.

Als meerdere krachten op een voorwerp werken kun je deze met elkaar verrekenen om de **nettokracht** te vinden. Afhankelijk van of de nettokracht **nul** is **of niet** zijn twee mogelijkheden:

1. De krachten de ene kant op zijn **sterker dan** de krachten de andere kant op. Het voorwerp **versnelt of vertraagt** dan.

Voorbeeld 1:
motorkracht, $F_{\text{MOTOR}} = 700 \text{ N}$
luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 300 \text{ N}$
rolweerstand, $F_{\text{RW}} = 100 \text{ N}$ per wiel-as



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

nettokracht =

$$700 \text{ N} - 300 \text{ N} - 200 \text{ N}$$

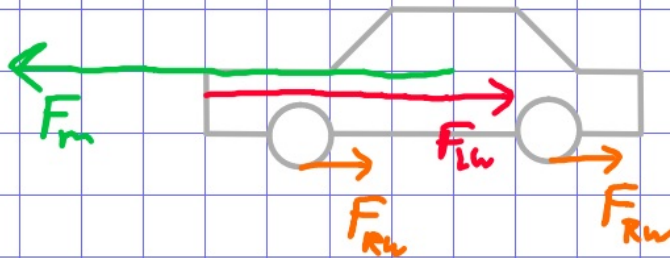
$$= 200 \text{ N}$$

(naar voren)

auto versnelt ↗

2. De krachten de ene kant op zijn even sterk als de krachten de andere kant op. Het voorwerp staat dan stil of beweegt met constante snelheid.

Voorbeeld 2: motorkracht, $F_{\text{MOTOR}} = 700 \text{ N}$
luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 500 \text{ N}$
rolweerstand, $F_{\text{RW}} = 100 \text{ N}$ per wiel



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

nettokracht =

$$700 \text{ N} - 500 \text{ N} - 200 \text{ N} = 0$$

↙
dus const. snelheid



Bordoefening 9a: Een motorrijder A geeft gas vanuit stilstand. De motorkracht is 800 N . De luchtweerstand is verwaarloosbaar klein. Het wiel dat de grond raakt heeft een rolweerstand van 50 N . Wat is de nettokracht op de gehele motorfiets en hoe beweegt de motorfiets (versnellen/constante snelheid/vertragen) door deze motorkracht?



Bordoefening 9b: Een motorrijder B geeft lekker veel gas waardoor de motorkracht 620 N is. Beide wielen hebben een rolweerstand van 40 N . Bij de snelheid die de motor op dit moment heeft ondervindt deze een luchtweerstand van 540 N . Reken de nettokracht op de motorrijder uit en beredeneer hoe de motorrijder hierdoor beweegt: versneld, met constante snelheid of vertraagd.

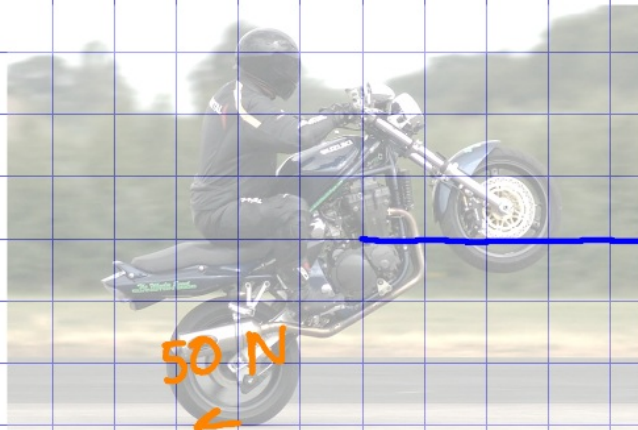


Bordoefening 9c: Een motorrijder C knijpt in haar remmen waardoor een remkracht van 375 N ontstaat. Door haar snelheid en lichaamshouding is de luchtweerstand op dat moment 600 N . De rolwielstand op het voorste wiel is 62 N en die op het achterste wiel is 22 N . Reken uit wat de nettokracht op de motor is en hoe de motor hierdoor beweegt: versneld/vertraagd of met constante snelheid.

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

schaal: $1 \text{ cm} \hat{=} 100 \text{ N}$



$$\text{nettokracht} = 800 \text{ N} - 50 \text{ N} = 750 \text{ N}$$

naar voren

↙

duus motorfiets versnelt

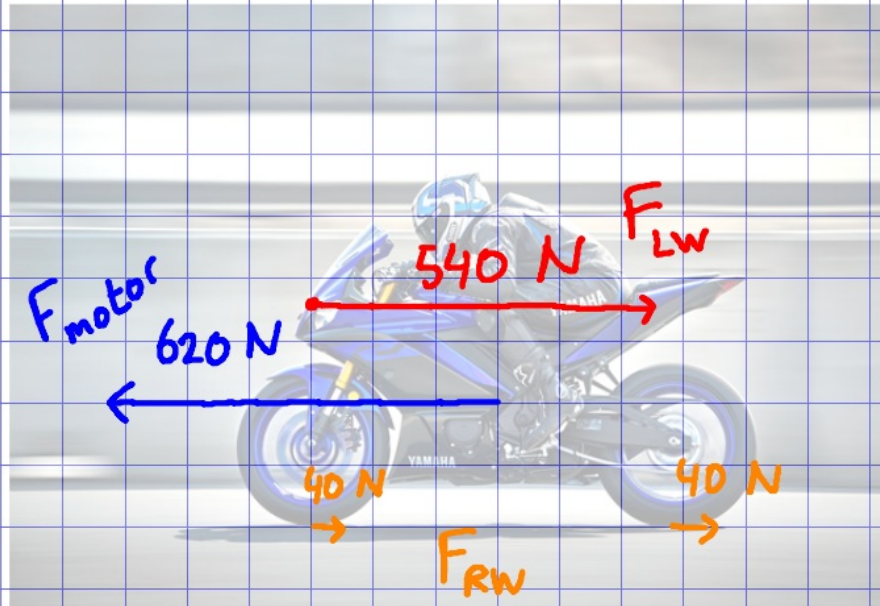
Hoofdstuk 7: Krachten

§ 7.5 Kracht en beweging



Bordoeffening 9a: Een motorrijder A geeft gas vanuit stilstand. De motorkracht is 800 N. De luchtweerstand is verwaarloosbaar klein. Het wiel dat de grond raakt heeft een rolweerstand van 50 N. Wat is de nettokracht op de gehele motorfiets en hoe beweegt de motorfiets (versnellen/constante snelheid/vertragen) door deze motorkracht?

schaal: $1 \text{ cm} \hat{=} 100 \text{ N}$



$$\begin{aligned} \text{nettokracht} &= 620 \text{ N} - 540 \text{ N} - 40 \text{ N} - 40 \text{ N} \\ &= 0 \text{ N} \end{aligned}$$

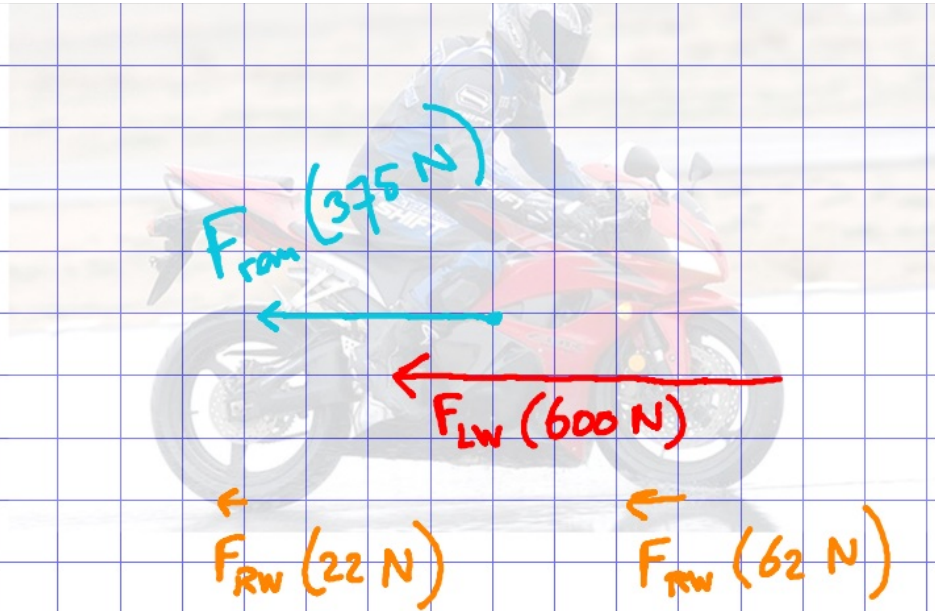
dus constante
snelheid

Hoofdstuk 7: Krachten

§ 7.5 Kracht en beweging



Bordoeffening 9b: Een motorrijder B geeft lekker veel gas waardoor de motorkracht 620 N is. Beide wielen hebben een rolweerstand van 40 N . Bij de snelheid die de motor op dit moment heeft ondervindt deze een luchtweerstand van 540 N . Reken de nettokracht op de motorrijder uit en bereken hoe de motorrijder hierdoor beweegt: versneld, met constante snelheid of vertraagd.



$$\text{nettokracht} = 375 \text{ N} + 600 \text{ N} + 22 \text{ N} + 62 \text{ N}$$

fiets vertraagt ← $= 1059 \text{ N}$ naar achteren

Hoofdstuk 7: Krachten

§ 7.5 Kracht en beweging



Bordoeffening 9c: Een motorrijder C knijpt in haar remmen waardoor een remkracht van 375 N ontstaat. Door haar snelheid en lichaamshouding is de luchtweerstand op dat moment 600 N. De rolwielstand op het voorste wiel is 62 N en die op het achterste wiel is 22 N. Reken uit wat de nettokracht op de motor is en hoe de motor hierdoor beweegt: versneld/vertraagd of met constante snelheid.



De 1^e wet
van Newton:

START: Werken er krachten op het voorwerp?

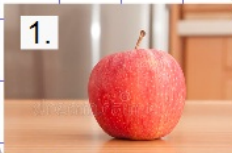
Nee.

De
nettokracht
op het
voorwerp is
nul.

Heeft het
voorwerp al
snelheid?

Nee.

1. Het
voorwerp
blijft stil
liggen.



2. Het voorwerp blijft
met deze snelheid en
in dezelfde richting
voortbewegen.



Ja, één kracht.

Deze ene kracht is
meteen ook de
nettokracht op het
voorwerp.

3. Het voorwerp
wordt door deze
kracht versneld
(A) of vertraagd
(B).



Ja, meerdere krachten.

Verreken deze krachten met
elkaar. Het resultaat is de
nettokracht op het voorwerp.

Is het resultaat van de verrekening
nul? Dus de krachten "heffen elkaar
precies op"?

Ja. De nettokracht op het
voorwerp is dan dus nul.

Heeft het voorwerp al
snelheid?

Nee.

4. Het
voorwerp
blijft stil
"liggen".



Ja.

5. Het voorwerp blijft met
deze snelheid en in
dezelfde richting
voortbewegen.



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Nee, de krachten de ene kant op zijn
sterker dan de krachten de andere kant op.
Er is dus wel nettokracht op het voorwerp.

6. Het voorwerp wordt door deze
nettokracht versneld (A) of vertraagd (B).



LET OP: In de onderbouw kijken
we alleen naar de nettokracht in
één oriëntatie, dus horizontaal of
verticaal. De voorbeelden op deze
pagina kijken alleen in horizontale
oriëntatie.

Spankracht vd pees op de pijl: $F_{\text{span}} = 460 \text{ N}$

Hoe beweegt de pijl?

horizontale richting!



Iedereen trekt met een kracht van 200 N.

Hoe beweegt het touw?



horizontale richting!

horizontale richting!



geen luchtweerstand, geen aandrijving

Hoe beweegt het station?

Zwaartekracht, $F_z = 12 \text{ N}$

Normaalkracht, $F_{\text{norm}} = 12 \text{ N}$

Hoe beweegt de appel?



verticale richting!

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bord oefening 15a. Bekijk de situaties hiernaast.

- Bereken in elke situatie de nettokracht in de aangegeven richting (horizontaal of vertikaal).
- Beredeneer hoe het voorwerp beweegt. Kies uit:

- blijft stil liggen
- heeft constante snelheid
- versnelt
- vertraagt

Spankracht vd pees op de pijl: $F_{\text{span}} = 460 \text{ N}$

Hoe beweegt de pijl?

horizontale richting!



Iedereen trekt met een kracht van 200 N.

Hoe beweegt het touw?



horizontale richting!

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bord oefening 15a. Bekijk de situaties hiernaast.

- Bereken in elke situatie de nettokracht in de aangegeven richting (horizontaal of vertikaal).
- Beredeneer hoe het voorwerp beweegt. Kies uit:
 - blijft stil liggen
 - heeft constante snelheid
 - versnelt
 - vertraagt

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoefening 15a. Bekijk de situaties hiernaast.

- Bereken in elke situatie de nettokracht in de aangegeven richting (horizontaal of vertikaal).
- Beredeneer hoe het voorwerp beweegt. Kies uit:

- blijft stil liggen
- heeft constante snelheid
- versnelt
- vertraagt



horizontale richting!

geen luchtweerstand, geen aandrijving
Hoe beweegt het station?

Zwaartekracht, $F_z = 12 \text{ N}$
Normaalkracht, $F_{\text{norm}} = 12 \text{ N}$
Hoe beweegt de appel?



verticale richting!

A



horizontale richting!

Motorkracht, $F_{\text{MOTOR}} = 1600 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 200 \text{ N}$
Rolweerstand, $F_{\text{ROL}} = 100 \text{ N}$
Snelheid, $v = 44 \text{ m/s}$

B



horizontale richting!

Spierkracht, $F_{\text{SPIER}} = 500 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 0 \text{ N}$
Rolweerstand, $F_{\text{ROL}} = 500 \text{ N}$
Snelheid, $v = 5,0 \text{ m/s}$

C



horizontale richting!

Spierkracht, $F_{\text{SPIER}} = 300 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 0 \text{ N}$
Wrijving, $F_{\text{W}} = 300 \text{ N}$
Snelheid, $v = 0 \text{ m/s}$

D



verticale richting!

Zwaartekracht, $F_{\text{Z}} = 700 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 1200 \text{ N}$
Snelheid, $v = 30 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoeffening 15b. Bekijk de situaties hiernaast.

- Bereken in elke situatie de nettokracht
- Beredeneer hoe het voorwerp beweegt. Kies uit:

- blijft stil liggen
- heeft constante snelheid
- versnelt
- vertraagt

A



horizontale richting!

Motorkracht, $F_{\text{MOTOR}} = 1600 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 200 \text{ N}$
Rolweerstand, $F_{\text{ROL}} = 100 \text{ N}$
Snelheid, $v = 44 \text{ m/s}$

B



horizontale richting!

Spierkracht, $F_{\text{SPIER}} = 500 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 0 \text{ N}$
Rolweerstand, $F_{\text{ROL}} = 500 \text{ N}$
Snelheid, $v = 5,0 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoeffening 15b. Bekijk de situaties hiernaast.

- Bereken in elke situatie de nettokracht
- Beredeneer hoe het voorwerp beweegt. Kies uit:
 - blijft stil liggen
 - heeft constante snelheid
 - versnelt
 - vertraagt

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

Bordoefening 15b. Bekijk de situaties hiernaast.

- Bereken in elke situatie de nettokracht
- Beredeneer hoe het voorwerp beweegt. Kies uit:

- blijft stil liggen
- heeft constante snelheid
- versnelt
- vertraagt

C



horizontale richting!

Spierkracht, $F_{\text{SPIER}} = 300 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 0 \text{ N}$
Wrijving, $F_{\text{W}} = 300 \text{ N}$
Snelheid, $v = 0 \text{ m/s}$



verticale richting!

Zwaartekracht, $F_{\text{Z}} = 700 \text{ N}$
Luchtweerstand, $F_{\text{LW}} = 1200 \text{ N}$
Snelheid, $v = 30 \text{ m/s}$

D

Extra oefenopgaven (4) bij natuurkunde, Hoofdstuk 4
Kracht en Beweging: snelheidsformule

BASISOEFENINGEN

1. Een tennisser slaat een bal van de ene kant naar de andere kant van de baan (lengte = 15m) in 0,7 seconde.
 - a. Bereken de snelheid van de bal in m/s
 - b. Reken deze snelheid om naar km/u.
 - c. De tegenstander slaat terug met een snelheid van 19 m/s. Bereken hoe lang de bal erover doet om de baan over te vliegen.
2. Een voetballer neemt een penalty. Hij schopt de bal met een snelheid van 18 m/s van de stip in het doel (afstand = 11m).
 - a. Bereken de tijdsduur dat de bal onderweg is.
 - b. Bereken welke afstand de bal met deze snelheid zou afleggen als deze gedurende 3,2 s vliegt.
3. Gijsbrecht doet er 17 minuten over om de 8,3 km van zijn huis naar school af te leggen op de fiets.
 - a. Reken uit hoeveel 17 minuten in seconden is.
 - b. Bereken hoeveel 17 minuten in uren is.
 - c. Bereken Gijsbrecht's snelheid in km/u en m/s.
 - d. Zijn jongere broertje Wilfred doet over dezelfde afstand 23 minuten. Bereken zijn snelheid in km/u en m/s.



EXTRA OEFENINGEN

4. Bereken voor elk van de volgende voertuigen de afstand die ze in 8,5 minuten kunnen afleggen. Let op: Je moet eerst het nodige omrekenen voordat je de formule kunt invullen!
 TIP: Reken eerst uit hoeveel uur 8,5 minuten is.
 - a. Een fiets (snelheid = 12 km/u).
 - b. Een Nederlandse Intercity (snelheid = 130 km/u).
 - c. Een Franse TGV-trein (snelheid = 300 km/u).
 - d. Een Japanse magneet zweeftrein (snelheid 430 km/u).
 - e. Een F-16 straaljager (snelheid = 1650 km/u).
5. Bekijk de samengestelde afbeelding van twee hardlopers hiernaast. Het wereldrecord op de 100 m sprint is 9,6 s. Het wereldrecord op de 42 km marathon is 2 uur en 8 minuten. Bereken van beide de gemiddelde snelheid en geef deze in m/s en in km/u. Let op: Je moet eerst wat gegevens omrekenen!
6. Naast flitspalen gebruik de politie ook de trajectcontrole om snelheden te meten. Op een bepaalde weg mag je maximaal 130 km/u rijden.
 - a. Een auto legt de 1500 meter tussen twee posten af in 62 seconden. Bepaal de snelheid en bedenk je of deze auto een bekeuring krijgt of niet.
 - b. Reken uit hoe lang je minimaal over het stuk moet doen om niet te hard te rijden.
 - c. Henk heeft tijdens de eerste 700 m per ongeluk 140 km/u gereden. Bereken hoe hard hij de resterende 800 m moet uitrijden om geen bekeuring te krijgen.
7. De afsluitdijk is 32 km lang. Bereken hoe lang je er over doet om hem helemaal af te rijden:
 - a. in een gewone auto op de toegestane maximumsnelheid van 130 km/u en
 - b. bereken hoe coureur Robert Doornbos er over deed als stunt voor een goed doel in 2011 in zijn F1-auto (topsnelheid 360 km/u).



2b

$$s = ?$$

$$t = 3,2 \text{ s}$$

$$v = 18 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v \cdot t$$

$$s = 18 \cdot 3,2 = 57,6 \text{ m}$$

6. Naast flitspalen gebruik de politie ook de trajectcontrole om snelheden te meten. Op een bepaalde weg mag je maximaal 130 km/u rijden.

a. Een auto legt de 1500 meter tussen twee posten af in 62 seconden. Bepaal de snelheid en bedenk je of deze auto een bekeuring krijgt of niet.

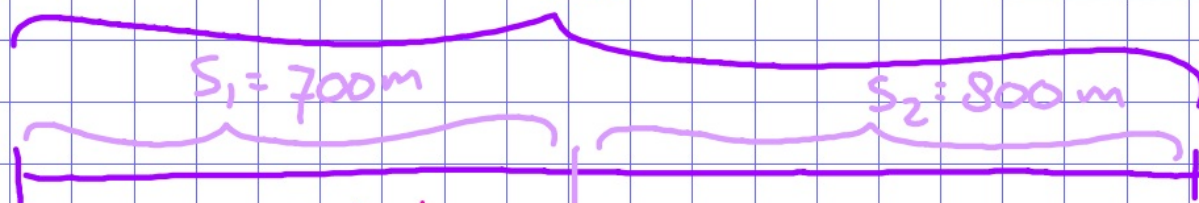
b. Reken uit hoe lang je minimaal over het stuk moet doen om niet te hard te rijden.

$$\rightarrow t_{\text{tot}} = 41,538 \text{ s}$$

c. Henk heeft tijdens de eerste 700 m per ongeluk 140 km/u gereden. Bereken hoe hard hij de resterende 800 m moet uitrijden om geen bekeuring te krijgen.



$$S_{\text{tot}} = 1500 \text{ m}$$



$$v_1 = 140 \text{ km/u} \\ = 38,889 \text{ m/s}$$

$$t_2 = t_{\text{tot}} - t_1 = 41,538 - 18,0 = 23,538 \text{ s}$$

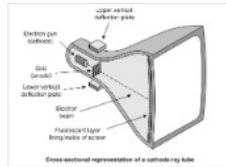
$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{700 \text{ m}}{38,889 \text{ m/s}} = 18,0 \text{ s}$$

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{800 \text{ m}}{23,538 \text{ s}} = 33,988 \text{ m/s} = 122,4 \text{ km/u}$$

SUPERKNALLERS

8. In ouderwetse TV's met een beeldbuis (dus geen LCD of plasma) zit een kanon dat elektronen schiet op het scherm (plaatje rechts). Daar waar de elektronen het scherm raken licht dit op. Magnetische velden (uit de deflection plates) sturen de elektronen naar de juiste plaats op het scherm. Een elektron legt de 25 cm van het kanon tot het scherm af in 0,2 ms (milliseconde).

- Bereken de snelheid van de elektronen
- Bereken hoe lang een elektron erover zou doen om van Amsterdam naar New York te vliegen (afstand = 3000 km).



9. Satellieten, zoals voor GPS, communicatie en TV, draaien rondjes (cirkels) om de aarde heen. Een willekeurige satelliet, Koenraad genaamd, doet dit op een hoogte van 500 km boven het aardoppervlak. De aarde zelf heeft een straal van 6400 km. De satelliet doet 2,5 uur over een rondgang.

- Bereken de omtrek (Omtrek = $2\pi r$) van de aarde in km.
- Bereken de straal van de baan die de satelliet maakt.
- Bereken de omtrek van de satellietbaan.
- Bereken de snelheid van de satelliet.



De omlooptijd (tijd voor één rondje om de aarde) van een satelliet hangt af van de hoogte van de baan. Een geostationaire satelliet draait in precies 24u een keer om de aarde heen en lijkt voor iemand op de aarde dus altijd op dezelfde plaats in de ruimte te blijven staan. De straal van zo'n baan is altijd rond de 36.000 km.

- Reken uit met welke snelheid de satelliet dan in zijn baan beweegt.
- Radiosignalen reizen met de lichtsnelheid. Reken uit hoeveel seconden vertraging je in een conversatie hebt als je met iemand communiceert via een geostationaire satelliet.

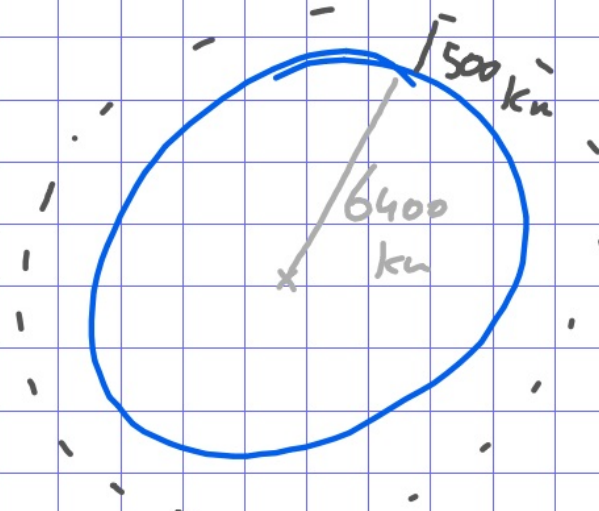
10. Het licht van verre sterren is lang onderweg voordat het ons bereikt. Het licht reist in de ruimte (in vacuüm) altijd met een snelheid van 300.000 km/s.

- Reken uit wat de lichtsnelheid is in m/s en km/u
- De zon staat op 150 miljoen km van de aarde. Bereken hoe lang het licht erover doet om de aarde te bereiken.
- Een lichtjaar is de afstand die het licht in een jaar tijd aflegt. Reken uit wat deze afstand moet zijn.
- De dichtstbijzijnde ster, Alpha Centauri, staat op een afstand van 4,6 lichtjaar van de aarde. Bereken hoe veel dat is in km



Antwoorden:

- 1a. $v = 21,4 \text{ m/s}$ | 1b. $v = 77,1 \text{ km/u}$ | 1c. $t = 0,79 \text{ s}$ | 2a. $t = 0,61 \text{ s}$ | 2b. $s = 57,6 \text{ m}$
3a. $17 \text{ min} = 1020 \text{ s}$ | 3b. $17 \text{ min} = 0,28 \text{ u}$ | 3c. $v = 8,14 \text{ m/s} = 29,3 \text{ km/u}$ | 3d. $v = 6,0 \text{ m/s}$ en $v = 21,7 \text{ km/u}$
4a. $s = 1,7 \text{ km}$ | 4b. $s = 18,4 \text{ km}$ | 4c. $s = 42,5 \text{ km}$ | 4d. $s = 60,9 \text{ km}$ | 4e. $s = 233,8 \text{ km}$
5. $v_{\text{VERKEER}} = 10,4 \text{ m/s} = 37,5 \text{ km/u}$ | $v_{\text{VLUCHT-OLIE}} = 19,7 \text{ km/u} = 5,5 \text{ m/s}$
6a. $v = 87,1 \text{ km/u}$, geen bek. | 6b. $t = 41,5 \text{ s}$ | 6c. $v = 34 \text{ m/s}$ of $122,6 \text{ km/u}$
7a. $t = 0,25 \text{ u} = 14,8 \text{ min}$ | 7b. $t = 0,09 \text{ u} = 5,3 \text{ min}$
8a. $v = 1290 \text{ m/s}$ | 8b. $t = 2400 \text{ s} = 40 \text{ min}$
9a. Omtrek = 40192 km | 9b. $r = 6900 \text{ km}$ | 9c. Omtrek = 43332 km | 9d. $v = 17332 \text{ km/u}$
9e. $v = 9420 \text{ km/u}$ | 9f. $t = 0,24$
10a. $v_{\text{LICHT}} = 300.000.000 \text{ m/s}$ en $v_{\text{LICHT}} = 1.080.000.000 \text{ km/u}$ | 10b. $t = 500 \text{ s} = 8,33 \text{ min}$
10c. $s_{\text{LICHTJAAR}} = 9460800000000 \text{ km} = 9,4608 \times 10^{12}$ | 10d. $s_{\text{AFST. ALPHA CENTAURI}} = 4,35 \times 10^{13} \text{ km}$



4.1 Opdrachten

A 1 M

Omcirkel de juiste antwoorden.

- De afgelegde afstand in een v, t -diagram is gelijk aan de helling van / de oppervlakte onder de grafiek.
- De snelheid in een s, t -diagram is gelijk aan de helling van / de oppervlakte onder de grafiek.
- Een schuine rechte lijn in een s, t -diagram geeft een constante snelheid / versnelling weer.
- Een schuine lijn omhoog / omlaag in een v, t -diagram hoort bij een vertraagde beweging.

A 2

In welk van de volgende situaties is de resulterende kracht niet gelijk aan nul?

- Een parachutist springt uit een vliegtuig.
- Een regendruppel valt met constante snelheid naar beneden.
- Een boek ligt op tafel.
- Een auto botst.

B 3 M

Leg uit wat sneller is: 10 km/h of 10 m/s?

B 4

Reken de volgende snelheden om:

- 20 m/s = _____ km/h
- 33,3 m/s = _____ km/h
- 54 km/h = _____ m/s
- 18 km/h = _____ m/s

B 5

Een regendruppel valt uit een wolk naar beneden. De snelheid van de druppel wordt steeds groter tot hij met een bepaalde constante snelheid beweegt. Dan gaat de druppel niet harder meer en blijft met een constante snelheid vallen. Leg uit hoe dit kan met behulp van de krachten die op de druppel werken.

B 6 M

- Bepaal de gemiddelde snelheid van het bewegende voorwerp van figuur 4.1.
- Lig de uitkomst van vraag a tussen 1,25 en 5 m/s?
- Leg uit dat je dit op grond van de twee constante snelheden tijdens de beweging al had kunnen weten.

B 7

Bereken in de volgende gevallen de gemiddelde snelheid in km/h.

- Jan Willem loopt in 20 minuten 2 kilometer.
- Ivo vliegt van Amsterdam naar Madrid en legt 1460 kilometer in twee en half uur af.

Bereken in onderstaande gevallen de snelheid in m/s.

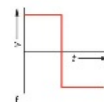
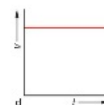
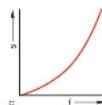
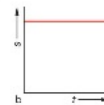
- Warloes loopt de 100 meter sprint in 15 seconden.
- Jill rijdt in 10 minuten naar de supermarkt die 6 kilometer van haar huis is.

B 8 M

Bepaal de afgelegde afstand van de drie bewegingen in figuur 4.2 in de aangegeven tijden.

B 9

Beschrijf van onderstaande diagrammen om wat voor soort beweging het steeds gaat.



B 10 M

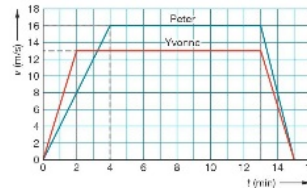
Patricia rijdt met constante snelheid op haar fiets naar school. Zij moet hiervoor een kracht leveren van 120 N.

- Wat weet je van de weerstandskracht op dat moment?

De volgende dag heeft ze tegenwind. Toch rijdt ze met dezelfde snelheid.

- Wat weet je nu van de kracht die ze moet leveren?

C 11 N



Peter en Yvonne zijn op de fiets naar school gegaan. In bovenstaande figuur zie je het verloop van hun snelheid.

- Kijk naar de figuur en schat in, zonder berekening, wie er het verst van school woont.
- Bepaal de afstand die Peter heeft afgelegd.
- Bepaal de afstand die Yvonne heeft afgelegd.
- Controleer je antwoord op vraag a.

C 12

Chris gooit een tennisbal omhoog. Geef van de volgende tijdstippen aan welke krachten er werken, of er een resulterende kracht is en welke kant deze op gericht is.

- Tijdens de worp, vlak voor hij de bal loslaat.
- Niet nadat hij de bal loslaat.
- Als de bal valt.

C 13

Toine wil met zijn hoverboard gaan rijden. Zie de figuur in de kolom hiernaast. Hij leunt helemaal naar voren. De motor oefent dan zijn maximale kracht uit en Toine versnelt.

De motor blijft de maximale kracht uitoefenen, maar toch heeft Toine na een tijdje een constante snelheid.

- Geef hiervoor een verklaring.
- Toine hurkt vervolgens; de motorkracht blijft gelijk. Omcirkel het juiste antwoord; de weerstandskracht wordt kleiner / blijft gelijk / wordt groter.
- Omcirkel het juiste antwoord; het hoverboard vertraagt nu / gaat nu met constante snelheid / versnelt nu.



+ 14 N

Een golfbal met een massa van 0,050 kg valt en ondervindt hierbij een luchtweerstandskracht van 0,050 N. Wordt de snelheid groter, kleiner of blijft de snelheid gelijk? Geef uitleg bij je antwoord.

+ 15 N

Jan rijdt op zijn fiets van huis naar de supermarkt. Hij versnelt in 10 s vanuit stilstand tot een snelheid van 3,0 m/s. Hij rijdt vervolgens 2 minuten door. Dan ziet hij in de verte het stoplicht op groen staan en wil dit ook nog halen. Hij versnelt in 10 s tot een snelheid van 5,0 m/s. Hij passeert het stoplicht en rijdt een minuut door. Dan ziet hij het volgende stoplicht op rood springen, en remt in 10 s af tot hij stilstaat.

- Teken het v, t -diagram van Jans fietstocht.
- Bepaal met het diagram de afstand die Jan aflegt.
- Geef aan waar F_{an} meewerkt, nul is en waar hij tegenwerkt.
- Geef aan waar Jan het sterkste versnelt.
- Geef aan waar F_{an} het grootste is.

Maak opg. 4, 5, 6, 7, 8 en 11.

Je kunt nu

- afstanden en snelheden uit v, t - en s, t -diagrammen halen;
- rekenen met de formule voor gemiddelde snelheid;
- een resulterende kracht berekenen bij meerdere krachten langs een lijn;
- aan de hand van de resulterende kracht of een v, t -diagram nagaan of er een versnelling of vertraging is.

- HAVO -

4.1 Opdrachten

A 1 M

Kies het juiste antwoord.

- De afgelegde afstand in een v,t -diagram is gelijk aan de snelheid van / de oppervlakte onder de grafiek.
- De snelheid in een s,t -diagram is gelijk aan de snelheid van / de oppervlakte onder de grafiek.
- Een schuine rechte lijn in een s,t -diagram geeft een constante snelheid / versnelling weer.
- Een schuine lijn omhoog / ontlag in een v,t -diagram hoort bij een vertraagde beweging.

A 2 M

In welk van de volgende situaties is de resulterende kracht niet gelijk aan nul?

- Een parachutist springt uit een vliegtuig.
- Een regendruppel valt met constante snelheid naar beneden.
- Een boek ligt op tafel.
- Een auto bots.

B 3 M

- Bepaal de gemiddelde snelheid van het bewegende voorwerp van figuur 4.1.
- Ligt de uitkomst van vraag a tussen 1,25 en 5 m/s?
- Leg uit dat je dit op grond van de twee constante snelheden tijdens de beweging al had kunnen weten.

B 4 M

Bereken in de volgende gevallen de gemiddelde snelheid in km/h.

- Jan Willem loopt in 20 minuten 2 kilometer.
- Ivo vliegt van Amsterdam naar Madrid en legt 1460 kilometer in twee en half uur af.

Bereken in onderstaande gevallen de snelheid in m/s.

- Marloes loopt de 100 meter sprint in 15 seconden.
- Jill rijdt in 10 minuten naar de supermarkt die 6 kilometer van haar huis is.

D 5 M

- Bepaal de afgelegde afstand van de drie bewegingen in figuur 4.2 in de aangegeven tijden.
- Teken de bijbehorende s,t -diagrammen.

B 6

Patricia rijdt met constante snelheid op haar fiets naar school. Zij moet hiervoor een kracht leveren van 120 N.

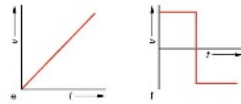
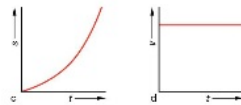
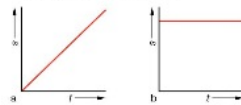
- Wat weet je van de weerstandskracht op dat moment?

De volgende dag heeft ze tegenwind. Toch rijdt ze met dezelfde snelheid.

- Leg uit of ze meer, evenveel of minder kracht moet uitoefenen.
- Maakt het voor de kracht die ze moet leveren uit of ze een zware boekentas meeneemt?

B 7

a Beschrijf van onderstaande diagrammen om wat voor soort beweging het hier gaat.



C 8

- Schets van de s,t -diagrammen A, B en C hierboven het bijbehorende v,t -diagram.
- Schets van de v,t -diagrammen D, E en F hierboven het bijbehorende s,t -diagram.

C 9 M

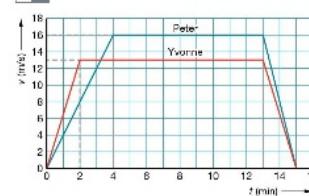
Bekijk nogmaals het v,t -diagram van figuur 4.4. Zie Stefan uit het vliegtuig springt, neemt zijn snelheid toe totdat die constant wordt.

- Geef aan wat er met de luchtweerstand gebeurt als de snelheid toeneemt.

Zodra de parachute is geopend, wordt Stefans frontaal oppervlak groter.

- Bereken of, en zo ja hoe de luchtweerstandskracht afhankelijk is van het frontaal oppervlak.

C 10



Peter en Yvonne zijn op de fiets naar school gegaan. In bovenstaande figuur zie je het verloop van hun snelheid.

- Kijk naar de figuur en schat zonder berekening in wie er het verst van school woont.
- Bepaal de afstand die Peter heeft afgelegd.
- Bepaal de afstand die Yvonne heeft afgelegd.
- Controleer je antwoord op vraag a.

C 11

Chris gooit een tennisbal omhoog. Geef van de volgende tijdstippen aan welke krachten er werken, of er een resulterende kracht is en welke kant deze op is gericht.

- Tijdens de worp, vlak voor hij de bal loslaat.
- Net nadat hij de bal loslaat.
- Als de bal valt.

C 12 M

Toine wil met zijn hoverboard gaan rijden. Zie de figuur in de kolom hiernaast. Hij leunt helemaal naar voren. De motor oefent dan zijn maximale kracht uit en Toine versnelt. De motor blijft de maximale kracht uitoefenen, maar toch heeft Toine na een tijdje een constante snelheid.

- Geef hiervoor een verklaring.

Toine hurkt vervolgens; de motorkracht blijft gelijk.

- Kies het juiste antwoord. De weerstandskracht wordt kleiner / blijft gelijk / wordt groter.
- Kies het juiste antwoord. Het hoverboard vertraagt nu / gaat nu met constante snelheid / versnelt nu.



+ 13 M

Een golfbal met een massa van 0,050 kg valt en ondervindt hierbij een luchtweerstandskracht van 0,050 N. Wordt de snelheid van de golfbal groter, kleiner of blijft de snelheid gelijk? Geef uitleg bij je antwoord.

+ 14 M

Jan rijdt op zijn fiets van huis naar de supermarkt. Hij versnelt in 10 s vanuit stilstand tot een snelheid van 10 km/h. Hij rijdt vervolgens 2 minuten door. Dan ziet hij in de verte het stoplicht op groen staan en wil dit ook nog halen. Hij versnelt in 10 s tot een snelheid van 18 km/h. Hij passeert het stoplicht en rijdt een minuut door. Dan ziet hij het volgende stoplicht op rood springen en rent in 10 s af tot hij stilstaat.

- Teken het v,t -diagram van Jans fietstocht.
- Bepaal met het diagram de afstand die Jan aflegt.
- Geef aan waar F_{mot} meewerkt, nul is en waar hij tegenwerkt.
- Geef aan waar Jan het sterkste voelt.
- Geef aan waar F_{w} het grootste is.

Je kunt nu

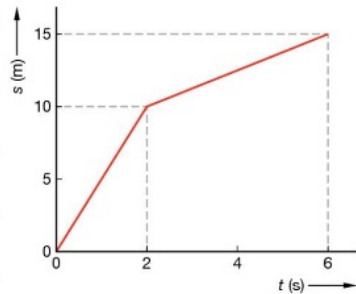
- afstanden en snelheden uit v,t - en s,t -diagrammen halen;
- rekenen met de formule $s = v_{\text{gem}} \cdot t$;
- een resulterende kracht berekenen bij meerdere krachten langs een lijn;
- aan de hand van resulterende kracht of een v,t -diagram nagaan of er een versnelling of vertraging is.

- VWO -

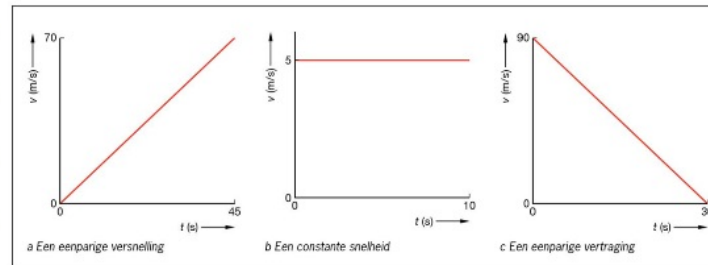
Opgaven bij § 4.1

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

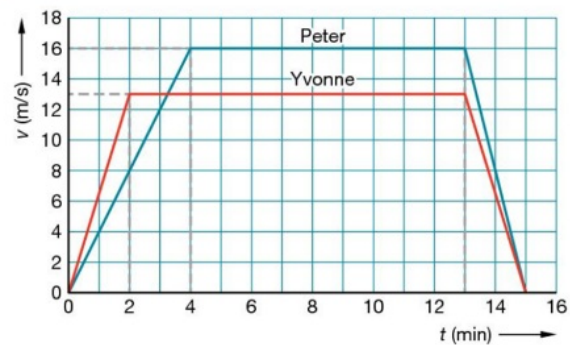


4.1 Een (s,t) -diagram met twee constante snelheden



4.2 De (v,t) -diagrammen van drie verschillende bewegingen

C 10



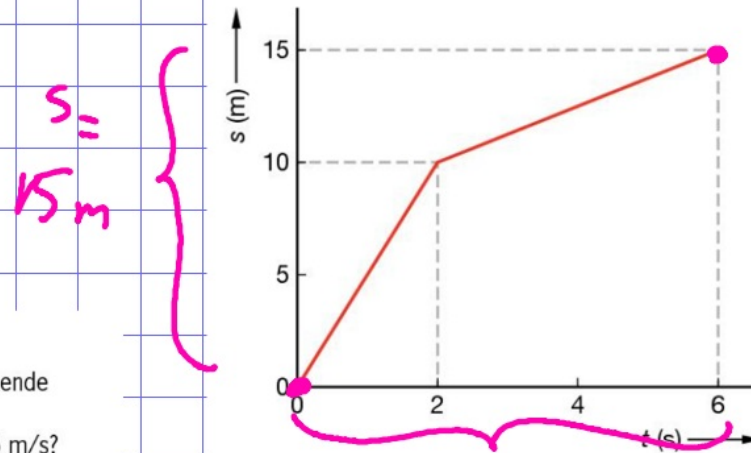
Opgaven bij § 4.1

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

B 3 M

- a** Bepaal de gemiddelde snelheid van het bewegende voorwerp van figuur 4.1.
b Licht de uitkomst van vraag **a** tussen 1,25 en 5 m/s?
c Leg uit dat je dit op grond van de twee constante snelheden tijdens de beweging al had kunnen weten.

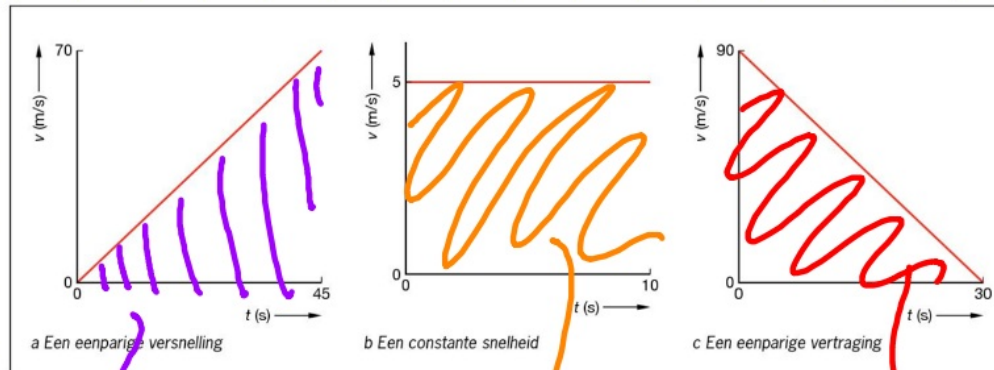


$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{15 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}$$

totale tijdsduur :
 $t = 6 \text{ s}$

Leerdoel C. Je gegevens voor het berekenen van een gemiddelde snelheid uit een s/t-grafiek kunt halen.

Opgaven bij § 4.1



4.2 De (v,t)-diagrammen van drie verschillende bewegingen

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

B 5 M

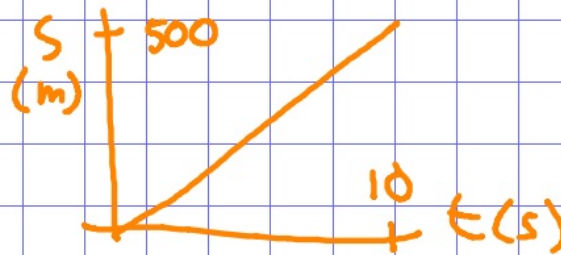
- a Bepaal de afgelegde afstand van de drie bewegingen in figuur 4.2 in de aangegeven tijden.
b Teken de bijbehorende (s,t)-diagrammen.

Leerdoel B. Je afstand/tijd- en snelheid-tijdgrafieken kunt interpreteren.

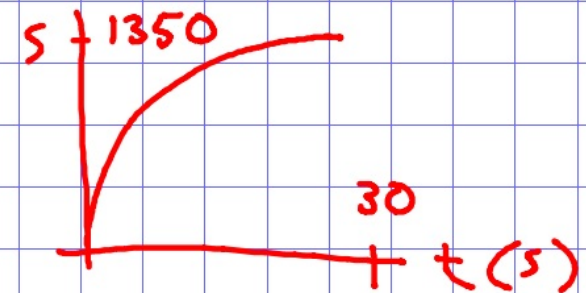
$$s = \frac{1}{2} \cdot 45 \text{ s} \cdot 70 \text{ m/s} = 1575 \text{ m}$$



$$s = 10 \text{ s} \cdot 5 \text{ m/s} = 500 \text{ m}$$



$$s = \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ s} \cdot 90 \text{ m/s} = 1350 \text{ m}$$

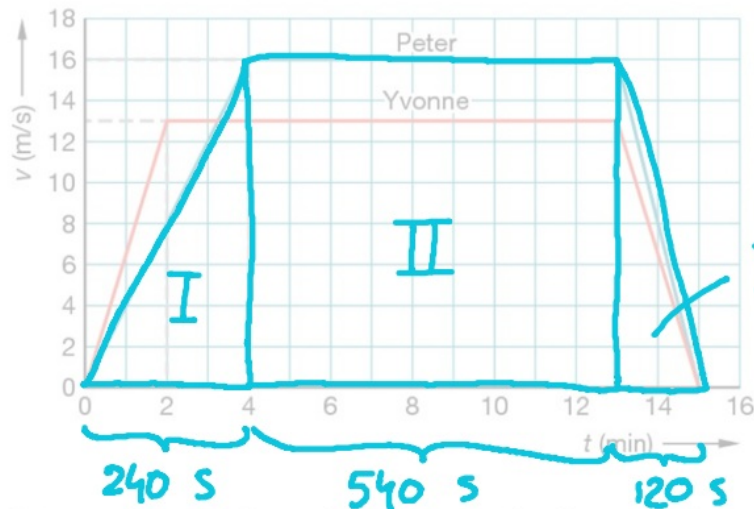


Opgaven bij § 4.1

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

§ 4.1 Kracht en soorten beweging

C 10



Peter en Yvonne zijn op de fiets naar school gegaan. In bovenstaande figuur zie je het verloop van hun snelheid.

- a Kijk naar de figuur en schat zonder berekening in wie er het verst van school woont.
- b** Bepaal de afstand die Peter heeft afgelegd.
- c Bepaal de afstand die Yvonne heeft afgelegd.
- d Controleer je antwoord op vraag a.

$$A_{\text{I}} = \frac{1}{2} \cdot 240 \cdot 16 = 1920 \text{ m}$$

$$A_{\text{II}} = 540 \cdot 16 = 8640 \text{ m}$$

$$A_{\text{III}} = \frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 16 = 960 \text{ m}$$

$$A_{\text{tot}} = S = 11520 \text{ m}$$

Leerdoel D. Je de afgelegde afstand uit een v/t -grafiek kunt berekenen.

Extra stof 1: Snelheidsverandering en versnelling

Van een versnelde of vertraagde beweging kun je de **snelheidsverandering** uitrekenen:

$$\text{snelheids-} = \text{eind-} - \text{begin-} \\ \text{verandering} \quad \text{snelheid} \quad \text{snelheid}$$

$$\Delta v = v_e - v_b$$

Bordtoefening 16

a. $\Delta v = 27,5 - 12 = 15,5 \text{ m/s}$

b. $\Delta v = 30 - 0 = 30 \text{ km/u}$

c. $\Delta v = 10 - 45 = -35 \text{ m/s}$

d. $\Delta v = 0 - 0,8 \text{ m/s} = -0,8 \text{ m/s}$

e. $\Delta v = 33,3 - 6,0 = 27,3 \text{ m/s}$

f. $\Delta v = 2,22 - 92 = -89,78 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Bordtoefening 16:

Reken deze snelheidsveranderingen uit:

a. van 12 m/s naar 27,5 m/s

b. vanuit stilstand naar 30 km/u

c. van 45 m/s naar 10 m/s

d. van 0,8 m/s naar stilstand

e. van 6,0 m/s naar 120 km/u

f. van 92 m/s naar 8,0 km/u

$\rightarrow 33,3 \text{ m/s}$
 $\rightarrow 2,22 \text{ m/s}$

Van een beweging kun je de **versnelling** uitrekenen met:

$$\text{versnelling} = \frac{\text{snelheidsverandering}}{\text{tijdsduur}}$$
$$\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \rightarrow a_3 = \frac{\Delta v_6 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{t_2 \left(\text{s}\right)}$$

Bordoefening 17:

$$\Delta v = a \cdot t = 24,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,0 \text{ s} = 96 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 1: Snelheidsverandering en versnelling

Bordoefening 17: Een straaljager versnelt 4,0 s lang met $a = 24,0 \text{ m/s}^2$. Bereken de snelheidsverandering.

Bordoeffening 18

a. $a = ?$

$$v_b = 4,0 \text{ m/s}$$

$$v_e = 12,0 \text{ m/s}$$

$$t = 1,5 \text{ s}$$

$$\Delta v = v_e - v_b$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$\Delta v = 12 - 4 = 8,0 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{8,0}{1,5} = 5,33 \text{ m/s}^2$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 1: Snelheidsverandering en versnelling

Bordoeffening 18: Bereken telkens de versnelling:

a: Een brommer gaat van 4,0 m/s naar 12 m/s in 1,5 seconde.

b: Een auto versnelt van stilstand naar 60 km/u in 2,8 s.

$$16,7 \text{ m/s} \leftarrow$$

c: Een kanonskogel wordt afgeschoten vanuit stilstand naar 224 m/s in 1,2 ms.

d: Je remt af tijdens het fietsen van 8,6 m/s naar 2,1 m/s in 4,5 seconden.

$$\Delta v = v_e - v_b$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Bordoefening 18

b. $a = ?$

$$v_b = 0$$

$$v_e = 60 \text{ km/u} = 16,7 \text{ m/s}$$

$$t = 2,8 \text{ s}$$

$$\Delta v = 16,7 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{16,7}{2,8} = 6,0 \text{ m/s}^2$$

d. $\Delta v = 2,1 - 8,6 = -6,5 \text{ m/s}$

c. $a = ?$

$$v_b = 0$$

$$v_e = 224 \text{ m/s}$$

$$t = 1,2 \text{ ms} = 0,0012 \text{ s}$$

$$\Delta v = 224 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{224}{0,0012} = 1,87 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{-6,5 \text{ m/s}}{4,5} = -1,44 \text{ m/s}^2$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 1: Snelheidsverandering en versnelling

Bordoefening 18: Bereken telkens de versnelling:

a: Een brommer gaat van 4,0 m/s naar 12 m/s in 1,5 seconde.

b: Een auto versnelt van stilstand naar 60 km/u in 2,8 s.

c: Een kanonskogel wordt afgeschoten vanuit stilstand naar 224 m/s in 1,2 ms.

d: Je remt af tijdens het fietsen van 8,6 m/s naar 2,1 m/s in 4,5 seconden.

$$\Delta v = v_e - v_b$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

Bordoefening 20

$$v_e = ?$$

$$t = 12 \text{ s}$$

$$a = 0,6 \text{ m/s}^2$$

$$v_b = 0$$

$$\Delta v = a \cdot t = 0,6 \cdot 12 = 7,2 \text{ m/s}$$

$$v_e = \Delta v + v_b = 7,2 + 0 = 7,2 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 1: Snelheidsverandering en versnelling

Bordoefening 20: Een vrachtwagen vertrekt vanuit stilstand en houdt 12 s lang een versnelling van $0,6 \text{ m/s}^2$ aan. Bereken de eind-snelheid van de vrachtwagen. TIP: je moet eerst de snelheidsverandering uitrekenen.

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$\Delta v = v_e - v_b$$

$$\hookrightarrow v_e = \Delta v + v_b$$

Extra oefenopgaven deel 1 bij natuurkunde, hoofdstuk 4

Kracht en Beweging: snelheidsverandering en versnelling

1. Een auto trokt bij een groen stoplicht op vanuit stilstand naar 30 m/s in 6 seconden.

- a. Bereken de versnelling die de auto doormaakt.

Even later trekt de auto weer op bij een volgend stoplicht. Weer gaat deze vanuit stilstand naar 30 m/s maar doet dat nu in 8,5 seconden.

- b. Bereken zonder te rekenen of de versnelling nu groter of kleiner is dan bij opgave a.
c. Bereken de versnelling en vergelijk met opgave a.

Tenslotte trekt de auto verderop weer op, dit keer van stilstand naar 25 m/s in 6 seconden.

- d. Zonder rekenen, bereken of de versnelling nu groter of kleiner is dan bij opgave a.
e. Reken de versnelling uit en vergelijk.

2. Bereken telkens de **snelheidsverandering Δv** (geef ook aan of dit + of - is) als je:

- a. Vanuit stilstand versnelt naar 12,8 m/s
b. Van 3 m/s versnelt naar 8 m/s
c. Van 149 m/s versnelt naar 216 m/s
d. Van 32 m/s vertraagt naar 12 m/s
e. Van 23,2 m/s remt tot stilstand
f. Van 19 km/u versnelt naar 36 km/u
g. Van 120 km/u vertraagt naar 67,4 km/u
h. Van 3,2 m/s versnelt naar 7,8 m/s
i. Van 8,8 m/s vertraagt naar 1,9 m/s
j. Van 44,2 km/u versnelt naar 65 m/s
k. Van 23 km/u vertraagt naar 4 m/s



3. Leg uit wat het betekent als de snelheidsverandering een negatief getal is.

4. In onderstaande opgaven is juist de snelheidsverandering gegeven en moet je de **beginsnelheid** of de **eindsnelheid** uitrekenen.

- a. De snelheidsverandering is $\Delta v = +5$ m/s, de eindsnelheid is 17 m/s, wat was de beginsnelheid?
b. De snelheidsverandering is $\Delta v = -5$ m/s, de eindsnelheid is 32 m/s, wat was de beginsnelheid?
c. De snelheidsverandering is $\Delta v = +3,6$ m/s, de beginsnelheid is 25,4 m/s, wat is de eindsnelheid?
d. De snelheidsverandering is $\Delta v = -72$ m/s, de beginsnelheid is 230 m/s, wat is de eindsnelheid?

5. Een auto rijdt met 12,5 m/s en versnelt dan naar 36,5 m/s. De auto deed dit in 16,8 seconden.

- a. Bereken de snelheidsverandering.
b. Met je antwoord van a, bereken de versnelling.

6. Een sprinter versnelt in 13,2 seconden van 2,8 m/s naar 5,9 m/s.

- a. Bereken de snelheidsverandering.
b. Met je antwoord van a, bereken de versnelling.



7. Een hond remt af van 26 m/s naar 8,5 m/s in 5,9 seconden.

- a. Bereken de snelheidsverandering.
b. Met je antwoord van a, bereken de versnelling.



8. Log uit wat het betekent als de versnelling een negatief getal is.

9. Een schoen versnelt van 1,3 m/s naar 7,8 km/u in 2,0 seconden. Bereken de versnelling.

10. Een vloerkleed remt af van 8,9 m/s naar 3,6 km/u in 1,4 seconden. Bereken de versnelling.

11. Een kamerplant versnelt met $a = +5 \text{ m/s}^2$. De versnelling duurt 2,3 seconden. Bereken de snelheidsverandering.

12. Een auto vertraagt met $a = -6 \text{ m/s}^2$. Deze vertraging duurde 4,2 seconden. Bereken de snelheidsverandering.

13. Een braadworst versnelde met een versnelling van $a = 6 \text{ m/s}^2$ en ging zo van stilstand ($v = 0 \text{ m/s}$) naar een eindsnelheid van 18 m/s.

- Raken de snelheidsverandering uit.
- Bereken hieruit hoe lang de versnelling dan geduurd moet hebben.



14. Een toiletpot versnelde met $a = 10,8 \text{ m/s}^2$ en ging zo van een snelheid van 240 m/s naar een snelheid van 422 m/s.

- Bereken de snelheidsverandering.
- Bereken hoe lang de versnelling geduurd moet hebben.



15. Een goede vriend van je versnelde met $a = -4,6 \text{ m/s}^2$ en ging zo van een snelheid van 45 m/s naar een snelheid van 12 m/s.

- Raken de snelheidsverandering uit.
- Bereken hieruit hoe lang de versnelling dan geduurd moet hebben.

16. Een rubber laars had een beginsnelheid van 4 m/s en maakte een versnelling door van $a = 8 \text{ m/s}^2$. Deze versnelling duurde 3 seconden. Bereken de eindsnelheid die de auto had na het versnellen. TIP: Bereken eerst de snelheidsverandering.

17. Een brommer had een beginsnelheid van 7 m/s en maakte een versnelling door van $a = 3 \text{ m/s}^2$. De versnelling duurde 4 seconden. Bereken de eindsnelheid die de brommer had na het versnellen.



18. Een fles rum had een eindsnelheid van 15 m/s nadat deze een vertraagde met $a = -2 \text{ m/s}^2$ en dat 4 seconden volhield. Bereken de beginsnelheid van de fles.

ANTWOORDEN:

1a. $a = 5 \text{ m/s}^2$ | 1c. $a = 3,5 \text{ m/s}^2$ | 1e. $a = 4,2 \text{ m/s}^2$ | 2a. $\Delta v = +12,8 \text{ m/s}$ | 2b. $\Delta v = +5 \text{ m/s}$ | 2c. $\Delta v = +67 \text{ m/s}$
2d. $\Delta v = -20 \text{ m/s}$ | 2e. $\Delta v = -23,2 \text{ m/s}$ | 2f. $\Delta v = +17 \text{ km/u}$ | 2g. $\Delta v = -52,5 \text{ km/u}$ | 2h. $\Delta v = +4,6 \text{ m/s}$
2i. $\Delta v = -6,9 \text{ m/s}$ | 2j. $\Delta v = +52,7 \text{ m/s}$ | 2k. $\Delta v = -2,39 \text{ m/s}$ | 4a. $v_{\text{BEËINDIG}} = 12 \text{ m/s}$ | 4b. $v_{\text{BEËINDIG}} = 37 \text{ m/s}$ | 4c. $v_{\text{BEËINDIG}} = 29 \text{ m/s}$
4d. $v_{\text{BEËINDIG}} = 158 \text{ m/s}$ | 5a. $\Delta v = 24 \text{ m/s}$ | 5b. $a = 1,43 \text{ m/s}^2$ | 6a. $\Delta v = 3,1 \text{ m/s}$ | 6b. $a = 0,23 \text{ m/s}^2$ | 7a. $\Delta v = -17,5 \text{ m/s}$
7b. $a = -2,97 \text{ m/s}^2$ | 8. $a = 0,43 \text{ m/s}^2$ | 10. $a = -5,84 \text{ m/s}^2$ | 11. $\Delta v = +11,5 \text{ m/s}$ | 12. $\Delta v = -25,2 \text{ m/s}$
13a. $\Delta v = +18 \text{ m/s}$ | 13b. $t = 3 \text{ s}$ | 14a. $\Delta v = 182 \text{ m/s}$ | 14b. $t = 17,2 \text{ s}$ | 15a. $\Delta v = -33 \text{ m/s}$ | 15b. $t = 7,2 \text{ s}$
16. $\Delta v = +24 \text{ m/s} > v_{\text{BEËINDIG}} = 28 \text{ m/s}$ | 17. $\Delta v = +12 \text{ m/s} > v_{\text{BEËINDIG}} = 19 \text{ m/s}$ | 18. $\Delta v = -8 \text{ m/s} > v_{\text{BEËINDIG}} = 23 \text{ m/s}$

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

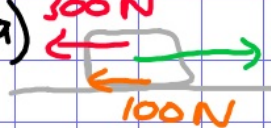
Als je de nettokracht op een voorwerp en de massa van dat voorwerp weet kun je de versnelling uitrekenen met:

$$\text{versnelling (m/s}^2\text{)} \rightarrow a = \frac{F_{\text{netto}} \leftarrow (\text{N})}{m \leftarrow \text{massa (kg)}}$$

Bordoefening 21:

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m} = \frac{120 \text{ N}}{0,4 \text{ kg}} = 300 \text{ m/s}^2$$

Bordoefening 22:

a)  b) $a = \frac{3800 \text{ N}}{1200 \text{ kg}} = 3,2 \text{ m/s}^2$

$$F_{\text{netto}} = 3800 \text{ N (naar voren)}$$

b) versneld

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Bordoefening 21:

Een steen wordt gelanceerd met een katapult. De kracht op de steen is 120 N. De steen heeft een massa van 400 g. Bereken de versnelling die de steen doormaakt.



Bordoefening 22:

Op een auto ($m = 1200 \text{ kg}$) werkt een motorkracht (4200 N) een luchtweerstand (300 N) en een rolweerstand (totaal 100 N).

- Bereken de nettokracht op de auto
- Beredeneer hoe de auto beweegt (versneld, vertraagd of met constante snelheid)
- Bereken de versnelling die de auto doormaakt.

Je kunt nu leuk heen-en-weer rekenen met deze formules:

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Bordoefening 23:

$$a) F_{\text{netto}} = 2300 - 180 - 90 = 2030 \text{ N} \quad (\text{naar voren})$$

$$b) a = \frac{F_{\text{netto}}}{m} = \frac{2030 \text{ N}}{960 \text{ kg}} = 2,11 \text{ m/s}^2$$

$$c) \Delta v = a \cdot t = 2,11 \cdot 1,5 = 3,2 \text{ m/s}$$

$$\text{dus } v_{\text{eind}} = 25 \text{ m/s} + 3,2 = 28,2 \text{ m/s} \leftarrow$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

Bordoefening 23:

Op een auto ($m = 960 \text{ kg}$) werkt een motorkracht (2300 N) een luchtweerstand (180 N) en een rolweerstand (totaal 90 N). De auto heeft hierbij een snelheid van 25 m/s .

- Bereken de nettokracht op de auto.
- Bereken de versnelling die de auto doormaakt.
- Bereken de snelheid die de auto heeft na $1,5$ seconden versnellen.

Bordoefening 24:

Je rijdt op je fiets vanuit stilstand weg. Je trapt met een kracht van 120 N . Jij en je fiets samen hebben een massa van 78 kg . Je hebt na $4,5$ seconden trappen een snelheid bereikt van $6,3 \text{ m/s}$.

- Bereken de versnelling.
- Bereken de nettokracht.

De rolweerstand is 20 N . De luchtweerstand verwaarlozen we.

- Bereken de kracht waarmee je trapt.

Je kunt nu leuk heen-en-weer rekenen met deze formules:

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

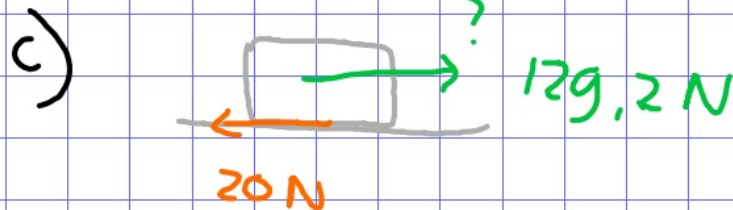
$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Bordoefening 24:

$$a) a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{6,3 \text{ m/s}}{4,5 \text{ s}} = 1,4 \text{ m/s}^2$$

$$b) F_{\text{netto}} = a \cdot m = 1,4 \cdot 78 = 109,2 \text{ N}$$



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

Bordoefening 23a:

Op een auto ($m = 960 \text{ kg}$) werkt een motorkracht (2300 N) een luchtweerstand (180 N) en een rolweerstand (totaal 90 N). De auto heeft hierbij een snelheid van 25 m/s .

- Bereken de nettokracht op de auto.
- Bereken de versnelling die de auto doormaakt.
- Bereken de snelheid die de auto heeft na $1,5$ seconden versnellen.

Bordoefening 24a:

Je rijdt op je fiets vanuit stilstand weg. Jij en je fiets samen hebben een massa van 78 kg . Je hebt na $4,5$ seconden trappen een snelheid bereikt van $6,3 \text{ m/s}$.

- Bereken de versnelling.
- Bereken de nettokracht.

De rolweerstand is 20 N . De luchtweerstand verwaarlozen we.

- Bereken de kracht waarmee je trapt.

Je kunt nu leuk heen-en-weer rekenen met deze formules:

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Bordoefening 23b:

$$F_{\text{netto}} = 2500 - 480 - 120 = 1900 \text{ N}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m} = \frac{1900 \text{ N}}{1460 \text{ kg}} = 1,3 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta v = a \cdot t = 1,3 \cdot 1,6 = 2,1 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{eind}} = 19 \text{ m/s} + 2,1 \text{ m/s} = 21,1 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

Bordoefening 23b:

Op een auto ($m = 1460 \text{ kg}$) werkt een motorkracht (2500 N) een luchtweerstand (480 N) en een rolweerstand (totaal 120 N). De auto heeft hierbij een snelheid van 19 m/s . Bereken de snelheid die de auto heeft na $1,6$ seconden versnellen.

Bordoefening 24b:

Je rijdt op je fiets vanuit stilstand weg. Jij en je fiets samen hebben een massa van 82 kg . Je hebt na $5,3$ seconden trappen een snelheid bereikt van $8,3 \text{ m/s}$. De rolweerstand is 21 N . De luchtweerstand verwaarlozen we. Bereken de kracht waarmee je trapt.

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

Je kunt nu leuk heen-en-weer rekenen met deze formules:

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Bordoefening 24b:

$$\Delta v = +8,3 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{8,3}{5,3} = 1,5660 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{netto}} = a \cdot m = 1,5660 \cdot 82 = 128,412 \text{ N}$$



Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

Bordoefening 23b:

Op een auto ($m = 1460 \text{ kg}$) werkt een motorkracht (2500 N) een luchtweerstand (480 N) en een rolweerstand (totaal 120 N). De auto heeft hierbij een snelheid van 19 m/s . Bereken de snelheid die de auto heeft na $1,6$ seconden versnellen.

Bordoefening 24b:

Je rijdt op je fiets vanuit stilstand weg. Jij en je fiets samen hebben een massa van 82 kg . Je hebt na $5,3$ seconden trappen een snelheid bereikt van $8,3 \text{ m/s}$. De rolweerstand is 21 N . De luchtweerstand verwaarlozen we. Bereken de kracht waarmee je trapt.

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

Je kunt nu leuk heen-en-weer rekenen met deze formules:

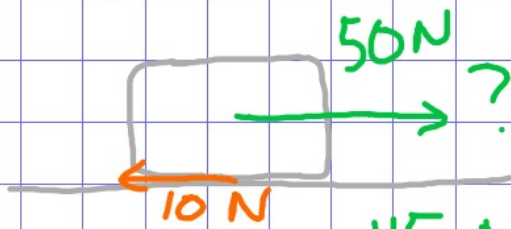
$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Bordoeffening 25

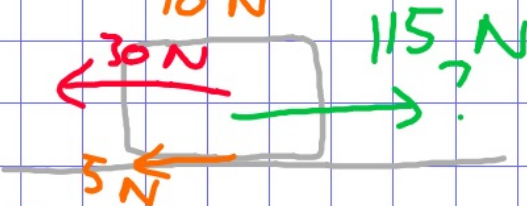
a.



$$F_{\text{netto}} = 40 \text{ N}$$

(naar voren)

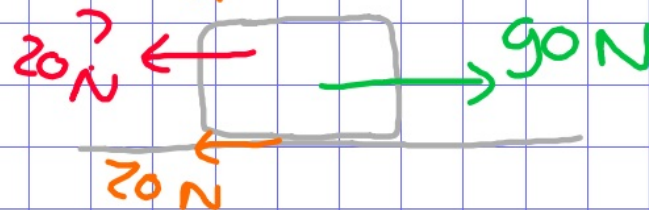
b.



$$F_{\text{netto}} = 80 \text{ N}$$

(naar voren)

c.



$$F_{\text{netto}} = 50 \text{ N}$$

(naar voren)

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

Je kunt nu leuk heen-en-weer rekenen met deze formules:

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

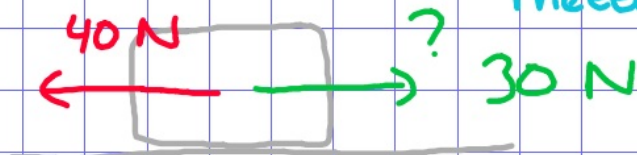
$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 2: Versnelling uit nettokracht en massa

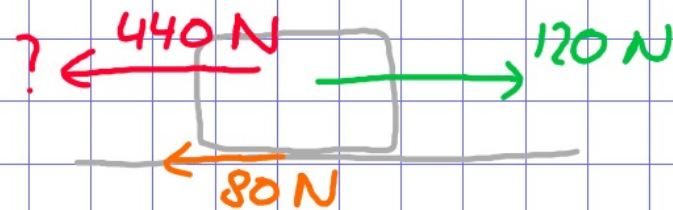
Borddoefening 26

a.



$$F_{\text{netto}} = 10 \text{ N (naar achteren)}$$

b.



$$F_{\text{netto}} = 400 \text{ N (naar achteren)}$$

Extra oefenopgaven deel 2 bij natuurkunde, hoofdstuk 4

Kracht en Beweging: versnelling uit kracht en massa

1. Een stoel wordt weggeschoten met een katapult. De nettokracht op de stoel is 189 N, de massa van de stoel is 4,7 kg, bereken welke versnelling de stoel ondergaat ten gevolge van de nettokracht die er op werkt.

2. Een straaljager landt met behulp van een kabel en een haak op een vliegdekschip. De nettokracht is $F_{\text{netto}} = -85200 \text{ N}$, de massa van het vliegtuig is 19000 kg.

- Bereken de "versnelling".
- Als het goed is vind je bij a een negatief getal. Wat betekent dit?

3. Een auto versnelt met $5,2 \text{ m/s}^2$ en weegt 980 kg. Bereken wat de nettokracht op de auto dan wel moet zijn.

4. Je fiets en jij samen versnellen met $1,9 \text{ m/s}^2$. De nettokracht (jouw trapkracht min de tegenwerkende krachten) is 228 N. Bereken hieruit de massa van jou en je fiets samen.

5. Een gast op een leuke scooter remt af en verliest zo per seconde $8,2 \text{ m/s}$ aan snelheid. De massa van de scooter en de berijder samen is 160 kg.

- Geef aan (schrijf op) wat de "versnelling" is
- Bereken de nettokracht.

6. (LET OP: je hebt voor deze opgave ook je kennis van de nettokracht nodig!) Je rijdt op je fiets en trapt met een kracht van 140 N. De tegenwerkende krachten zijn: luchtweerstand: 23 N en rolweerstand: 7 N. Jij en je fiets samen wegen 73,9 kg.

- Bereken de nettokracht.
- Bereken de versnelling die je doormaakt. Leg ook uit wat dit getal precies betekent en wat er met jou en je fiets gebeurt?

Na een tijdje rijdt je een stuk harder. Je trapt nog steeds met 140 N, maar de luchtweerstand is nu 115 N en de rolweerstand is nu 25 N.

- Bereken de nettokracht
- Reken uit wat de versnelling nu is. Leg ook uit wat dit betekent voor jou en je fiets.

Nog wat later ga je plotseling wat rustiger trappen. Je levert opeens nog maar 60 N, maar de luchtweerstand en de rolweerstand veranderen niet meteen mee (die zijn dus nog 115 N en 25 N).

- Bereken weer de nettokracht
- Reken uit wat de versnelling nu is. Leg ook uit wat dit betekent voor jouw snelheid op de fiets.

7. (LET OP: gebruik ook je kennis van de nettokracht!) We kijken opnieuw naar Werner, het blokje met straal aandrijving dat graag hard over oppervlakken schuift. Werner weegt 18,8 kg.

Op een bepaald moment is Werner aan het versnellen met $a = 24,0 \text{ m/s}^2$. Zijn straalmotor levert op dat moment 500 N.

- Bereken de nettokracht op Werner.
- Reken uit wat dan kennelijk de wrijvingskracht op Werner is.

Na een tijdje neemt Werner gas terug. Hij vertraagt daardoor nu met $a = -5,2 \text{ m/s}^2$.

- Bereken wat de nettokracht op Werner is.
- Geef ervan uit dat de wrijvingskracht bij deze snelheid 300 N is. Wat is dan de aandrijvende kracht van Werner's motor?



8. (LET OP: gebruik ook je kennis van de nettokracht) Onderstaand zijn drie momentopnamen te zien uit een filmpje van een versnellende motor met berijder (totale massa = 320 kg). De versnelde beweging van de motor is in twee delen opgesplitst:

Deel A: tussen afbeelding 1 en 2 zijn 5 seconden verstreken. De motor versnelde van 46 km/u naar 170 km/u

Deel B: tussen afbeeldingen 2 en 3 zijn ook weer 5 seconden verstreken. De motor ging van 170 km/u naar 230 km/u.



- Reken alle snelheden om naar meters per seconde.
 - Bereken de (gemiddelde) versnelling tijdens deel A en tijdens deel B.
 - Bereken voor beide delen de nettokracht die op de motor werkte.
 - Leg uit waarom de nettokracht voor deel A anders is dan voor deel B.
 - Ga ervan uit dat de nettokracht die de motor (tijdens beide delen van de versnelde beweging) levert 2400 N is. Bereken voor beide delen de totale tegenwerkende krachten (dus rolweerstand en luchtweerstand).
9. (LET OP: je gebruikt in deze opgave ook de versnellingsformule van blad 2) Een sportwagen (1280 kg) trekt op bij het stoplicht. Gedurende 2,3 seconden werkt op de sportwagen een nettokracht van 4600 N.
- Bereken de versnelling.
 - Bereken vervolgens welke snelheid de sportwagen heeft bereikt na de 2,3 s.
10. (LET OP: gebruik ook de versnellingsformule van blad 2) Een rubber elastiekje (2,1 kg) wordt weggeschoten. Er werkt een nettokracht op van 176 N. Deze nettokracht blijft 0,8 seconden gehandhaafd. Bereken welke snelheid het elastiekje heeft nadat het is weggeschoten.
11. **SUPERHYPERBONUSKNALLER** (LET OP: Gebruik al je kennis van de onderwerpen *Krachten*, *F2* en *Beweging*, *F43*): Bereken de **aandrijvende kracht** die nodig is om bij een tegenwerkende kracht van 3000 N een 22.500 kg zwaar blok in 0,016 uur van 23,0 km/u naar 32,2 m/s te versnellen.

ANTWOORDEN:

- $a = 40,2 \text{ m/s}^2$ | 2a. $a = -4,5 \text{ m/s}^2$ | 2b. het is een vertraging | 3. $F_{\text{NETTO}} = 5096 \text{ N}$ | 4. $m = 120 \text{ kg}$ | 5a. $a = -8,2 \text{ m/s}^2$ | 5b. $F_{\text{NETTO}} = 1312 \text{ N}$ | 6a. $F_{\text{NETTO}} = +110 \text{ N}$ | 6b. $a = +1,5 \text{ m/s}^2$ | 6c. $F_{\text{NETTO}} = 0 \text{ N}$ | 6d. $a = 0 \text{ m/s}^2$ | 6e. $F_{\text{NETTO}} = -80 \text{ N}$ | 6f. $a = -1,1 \text{ m/s}^2$
- 7a. $F_{\text{NETTO}} = 403,2 \text{ N}$ | 7b. $F_{\text{NETTO}} = 96,8 \text{ N}$ | 7c. $F_{\text{NETTO}} = -87,4 \text{ N}$ | 7d. $F_{\text{NETTO}} = 212,8 \text{ N}$ | 8a. 46 km/u = 12,8 m/s; 170 km/u = 47,2 m/s en 230 km/u = 63,9 m/s | 8b. Deel A: $a = 6,9 \text{ m/s}^2$ en Deel B: $a = 3,3 \text{ m/s}^2$ | 8c. Deel A: $F_{\text{NETTO}} = 2208 \text{ N}$ en Deel B: $F_{\text{NETTO}} = 1056 \text{ N}$
- 8d. De nettokracht wordt steeds kleiner omdat de tegenwerkende kracht van de luchtweerstand en de rolweerstand steeds groter wordt.
- 8e. Deel A: $F_{\text{tegenwerkend}} = 192 \text{ N}$ en Deel B: $F_{\text{tegenwerkend}} = 1344 \text{ N}$ | 9a. $a = 3,6 \text{ m/s}^2$ | 9b. $v_{\text{einde}} = 8,3 \text{ m/s}$ | 10. $v_{\text{einde}} = 67,0 \text{ m/s}$
11. Met tussenschappen: 0,016 u = 57,6 seconden | 23,0 km/u = 6,39 m/s | $\Delta v = -25,81 \text{ m/s}$ | $a = 0,45 \text{ m/s}^2$ | $F_{\text{NETTO}} = 10.125 \text{ N}$ Dus er is een aandrijvende kracht van 13.125 N nodig.

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Je kunt de gemiddelde snelheid van een versnelde of vertraagde beweging uitrekenen met:

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Bordoefening 27a:

- a. $\Delta v = +20 \text{ m/s}$ $v_{\text{gem}} = 35 \text{ m/s}$
- b. $\Delta v = +204 \text{ km/u}$ $v_{\text{gem}} = 102 \text{ km/u}$
- c. $\Delta v = -48 \text{ m/s}$ $v_{\text{gem}} = 34 \text{ m/s}$
- d. $\Delta v = -0,60 \text{ m/s}$ $v_{\text{gem}} = 0,30 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Bordoefening 27a:

Bereken de snelheidsverandering én de gemiddelde snelheid:

- a. van 25 m/s naar 45 m/s
b. vanuit stilstand naar 204 km/u
c. van 58 m/s naar 10 m/s
d. van 0,60 m/s naar stilstand

snelheidsverandering



$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

LET OP: haal v_{gem} en Δv niet door elkaar!

Combineren met de snelheidsformule en versnellingsformule:

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Bordoefening 27b:

$$a. \quad s = v_{\text{gem}} \cdot t = \underline{35 \text{ m/s}} \cdot 5,0 \text{ s} = 175 \text{ m}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{\underline{20 \text{ m/s}}}{5,0 \text{ s}} = 4,0 \text{ m/s}^2$$

$$c. \quad s = v_{\text{gem}} \cdot t = \underline{34 \text{ m/s}} \cdot 2,4 \text{ s} = 81,6 \text{ m}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{\underline{-48 \text{ m/s}}}{2,4 \text{ s}} = -20 \text{ m/s}^2 \text{ (vertraging)}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 27b:

Bereken de afgelegde afstand en de versnelling als je gaat van:

a. van 25 m/s naar 45 m/s in 5,0 seconde.

b. van 0 naar 204 km/u in 0,3 uur
(Let op: je moet in m/s werken).

c. van 58 m/s naar 10 m/s in 2,4 seconde.

d. van 60 m/s naar 0 in 2 seconde.

Bordoefening 27a:

$$a. \quad \Delta v = +20 \text{ m/s} \quad v_{\text{gem}} = 35 \text{ m/s}$$

$$b. \quad \Delta v = +204 \text{ km/h} \quad v_{\text{gem}} = 102 \text{ km/h}$$

$$c. \quad \Delta v = -48 \text{ m/s} \quad v_{\text{gem}} = 34 \text{ m/s}$$

$$d. \quad \Delta v = -60 \text{ m/s} \quad v_{\text{gem}} = 0,30 \text{ m/s}$$

Je kunt nu *ultimate* heen-en-weer rekenen met deze formules:

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 28a:

Je versnelt met je fiets van 5,0 m/s naar 13,0 m/s in een tijdsduur van 4,0 s. Bereken je:

- gemiddelde snelheid
- snelheidsverandering
- versnelling
- afgelegde afstand

Bordoefening 29a:

Een auto ($m = 2000 \text{ kg}$) trekt op vanuit stilstand onder een nettokracht van 8000 N totdat deze een snelheid van 10 m/s bereikt. Bereken de:

- versnelling
- tijdsduur die het versnellen duurt
- gemiddelde snelheid
- afgelegde afstand

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Bordoefening 28a:

$$a. \quad v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2} = \frac{13 + 5}{2} = 9,0 \text{ m/s}$$

$$b. \quad \Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} = 13 - 5 = 8,0 \text{ m/s}$$

$$c. \quad a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{8,0 \text{ m/s}}{4,0 \text{ s}} = 2,0 \text{ m/s}^2$$

$$d. \quad s = v_{\text{gem}} \cdot t = 9,0 \text{ m/s} \cdot 4,0 \text{ s} = 36 \text{ m}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 28a:

Je versnelt met je fiets van 5,0 m/s naar 13,0 m/s in een tijdsduur van 4,0 s. Bereken je:

- gemiddelde snelheid
- snelheidsverandering
- versnelling
- afgelegde afstand

Bordoefening 29a:

Een auto ($m = 2000 \text{ kg}$) trekt op vanuit stilstand onder een nettokracht van 8000 N totdat deze een snelheid van 10 m/s bereikt. Bereken de:

- versnelling
- tijdsduur die het versnellen duurt
- gemiddelde snelheid
- afgelegde afstand

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Bordoefening 29a:

$$a. \quad a = \frac{F_{\text{netto}}}{m} = \frac{8000 \text{ N}}{2000 \text{ kg}} = 4,0 \text{ m/s}^2$$

$$b. \quad t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{+10 \text{ m/s}}{4,0} = 2,5 \text{ s}$$

$$c. \quad v_{\text{gem}} = \frac{10 + 0}{2} = 5 \text{ m/s}$$

$$d. \quad s = v_{\text{gem}} \cdot t = 5 \text{ m/s} \cdot 2,5 \text{ s} = 12,5 \text{ m}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 29a:

Een auto ($m = 2000 \text{ kg}$) trekt op vanuit stilstand onder een nettokracht van 8000 N totdat deze een snelheid van 10 m/s bereikt. Bereken de:

- versnelling
- tijdsduur die het versnellen duurt $\rightarrow \Delta v = +10$
- gemiddelde snelheid
- afgelegde afstand

Bordoefening 30a:

Je komt met je auto ($m = 1060 \text{ kg}$) aanrijden voor een rood stoplicht met een snelheid van 54 km/u en komt in $16,0 \text{ m}$ tot stilstand. Reken uit de:

- beginsnelheid naar m/s .
- tijdsduur van het remmen
- snelheidsverandering
- versnelling
- nettokracht tijdens het remmen

Gou

$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$$

$$\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

Bordoefening 30a:

a. $54 \text{ km/u} = 15 \text{ m/s}$

b. $v_{\text{gem}} = \frac{0 + 15}{2} = 7,5 \text{ m/s}$ $t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{16 \text{ m}}{7,5} = 2,13 \text{ s}$

c. $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} = 0 - 15 = -15 \text{ m/s}$

d. $a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{-15 \text{ m/s}}{2,13 \text{ s}} = -7,04 \text{ m/s}^2$

e. $F_{\text{netto}} = m \cdot a = 1060 \cdot 7,04 = 7462 \text{ N}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 30a:

Je komt met je auto ($m = 1060 \text{ kg}$) aanrijden voor een rood stoplicht met een snelheid van 54 km/u en komt in $16,0 \text{ m}$ tot stilstand. Reken uit de:

- beginsnelheid naar m/s .
- tijdsduur van het remmen
- snelheidsverandering
- versnelling
- nettokracht tijdens het remmen

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

Bordoefening 28b:

$$v_{\text{gem}} = \frac{10 + 2}{2} = 6,0 \text{ m/s}$$

$$s = v_{\text{gem}} \cdot t = 6,0 \text{ m/s} \cdot 6,0 \text{ s} = 36 \text{ m}$$

Bordoefening 29b:

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m} = \frac{9000 \text{ N}}{1800 \text{ kg}} = 5,0 \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{+30 \text{ m/s}}{5,0} = 6,0 \text{ s}$$

$$s = v_{\text{gem}} \cdot t = 15 \text{ m/s} \cdot 6,0 \text{ s} = 90 \text{ m}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 28b:

Je versnelt met je fiets van 2,0 m/s naar 10,0 m/s in een tijdsduur van 6,0 s. Bereken de afgelegde afstand.

Bordoefening 29b:

Een auto ($m = 1800 \text{ kg}$) trekt op vanuit stilstand onder een nettokracht van $9,0 \times 10^3 \text{ N}$ totdat deze een snelheid van 30 m/s bereikt. Bereken de afgelegde afstand.

Bordoefening 30b:

Je komt met je auto ($m = 1260 \text{ kg}$) aanrijden voor een rood stoplicht met een snelheid van 72 km/u en komt in 16,0 m tot stilstand. Bereken de nettokracht tijdens het remmen.

$$\begin{aligned} v_{\text{gem}} &= \frac{s}{t} & \Delta v &= v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} & v_{\text{gem}} &= \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2} \\ a &= \frac{\Delta v}{t} & a &= \frac{F_{\text{netto}}}{m} \end{aligned}$$

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

Bordoefening 30b:

$$72 \text{ km/u} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{0 + 20}{2} = 10 \text{ m/s}$$

$$\Delta v = -20 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{16 \text{ m}}{10} = 1,6 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{-20 \text{ m/s}}{1,6 \text{ s}} = -12,5 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{netto}} = a \cdot m = 12,5 \cdot 1260 = 15750 \text{ N}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Bordoefening 28b:

Je versnelt met je fiets van 2,0 m/s naar 10,0 m/s in een tijdsduur van 6,0 s. Bereken de afgelegde afstand.

Bordoefening 29b:

Een auto ($m = 1800 \text{ kg}$) trekt op vanuit stilstand onder een nettokracht van $9,0 \times 10^3 \text{ N}$ totdat deze een snelheid van 30 m/s bereikt. Bereken de afgelegde afstand.

Bordoefening 30b:

Je komt met je auto ($m = 1260 \text{ kg}$) aanrijden voor een rood stoplicht met een snelheid van 72 km/u en komt in 16,0 m tot stilstand. Bereken de nettokracht tijdens het remmen.

$$\begin{aligned} v_{\text{gem}} &= \frac{s}{t} & \Delta v &= v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} & v_{\text{gem}} &= \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2} \\ a &= \frac{\Delta v}{t} & a &= \frac{F_{\text{netto}}}{m} \end{aligned}$$

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.



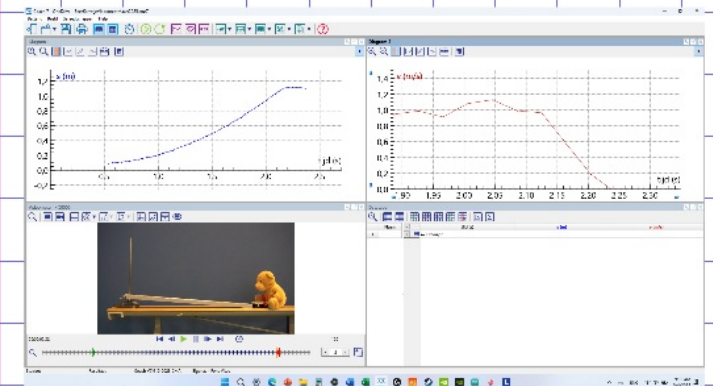
$$t = 0,18 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{-1,14 \text{ m/s}}{0,18} = -6,33 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{netto}} = 0,050 \text{ kg} \cdot 6,33 \text{ m/s}^2 = 0,31 \text{ N}$$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken



$$v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} \quad \Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} \quad v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{eind}} + v_{\text{begin}}}{2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} \quad a = \frac{F_{\text{netto}}}{m}$$

Gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daarmee verder komt.

Extra oefenopgaven deel 3 bij natuurkunde, hoofdstuk 4 Kracht en Beweging: Rekenen met alle formules

1. Je versnelt met de fiets van 4,3 m/s naar 6,5 m/s in 12,0 s. Bereken:

- je gemiddelde snelheid
- de afgelegde afstand
- de snelheidsverandering
- de versnelling

2. Een bowlingbal versnelt vanuit stilstand met $a = 6,4 \text{ m/s}^2$ gedurende 1,8 s. Bereken de:

- snelheidsverandering
- eindsnelheid
- gemiddelde snelheid
- afgelegde afstand



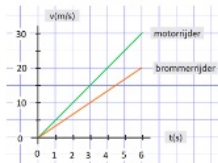
3. Bij het remmen ondergaat een auto een snelheidsverandering van $\Delta v = -40 \text{ m/s}$ en eindigt daarbij op een eindsnelheid van 10 m/s. Tijdens deze beweging legt de auto 67,0 m af. De auto heeft een massa van 820 kg. Bereken de:

- beginsnelheid
- gemiddelde snelheid
- tijdsduur
- versnelling
- nettokracht op de auto



4. Een pijl wordt afgeschoten met een boog. Tijdens het schot zelf legt de pijl 51 cm af. De pijl begint vanuit rust en verlaat met een zekere eindsnelheid de boog. Het schot duurt 18 ms. De pijl heeft een massa van 18 g. Bereken de:

- gemiddelde snelheid van de pijl
- eindsnelheid van de pijl
- snelheidsverandering van de pijl
- versnelling die de pijl doormaakt
- nettokracht op de pijl

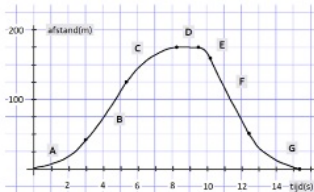


5. Bekijk het gecombineerde v/t-diagram hiernaast van een versnellende motorrijder en brommerrijder. De totale massa van de brommerrijder en zijn brommer is 108 kg. De nettokracht op de motorrijder is 1050 N.

- Bepaal van beide grafieken de versnelling.
- Bereken de nettokracht op de brommer.
- Bereken de massa van de motorrijder en haar motor.
- Bepaal uit de grafiek de afgelegde afstand van de motorrijder.
- Bepaal uit de grafiek hoe ver de motorrijder na 6 seconden voor ligt op de brommerrijder.

6. Bekijk het s/t-diagram van een dragrace hiernaast.

- Bepaal de snelheid van deel B.
- Bepaal de gemiddelde snelheid van deel F: $v = \Delta s / \Delta t$ als geheel.
- Ga er van uit dat de race vanuit stilstand start. Bepaal de snelheidsverandering van deel A (gebruik je antwoord bij a).
- Bereken de versnelling die de auto doormaakt tijdens deel A.
- De auto heeft een massa van 1330 kg. Bereken de nettokracht op de auto. Druk je antwoord uit in wetenschappelijke notatie en rond af op één decimaal.



Onderstaande opgaven zijn hetzelfde als opgaven 1 t/m 4 van de voorant van dit blad. Alleen zijn nu bepaalde tussenstappen weggelaten. Ook zijn de woorden anders. Je kunt kijken bij opgave 1 t/m 4 wat die tussenstappen zijn, maar probeer het eerst zelf te bedenken. Gebruik ook de gouden tip: reken uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt.

7 (zie opg. 1). Je versnelt met de fiets van 7,3 m/s naar 8,1 m/s in 9,0 s. Bereken:

- de afgelegde afstand
- de versnelling

8 (zie opg. 2). Een bowlingbal versnelt vanuit stilstand met $a = 6,9 \text{ m/s}^2$ gedurende 0,8 s. Bereken de:

- eindsnelheid
- afgelegde afstand

9 (zie opg. 3). Bij het remmen ondergaat een auto een snelheidsverandering van $\Delta v = -24 \text{ m/s}$ en eindigt op een snelheid van 8,0 m/s. Tijdens deze beweging legt de auto 47,1 m af. De auto heeft een massa van 1120 kg. Bereken de:

- gemiddelde snelheid
- tijdsduur
- nettokracht op de auto

10 (zie opg. 4). Een pijl wordt afgeschoten met een boog. Tijdens het schot zelf legt de pijl 48 cm af. De pijl begint vanuit rust en verlaat met een zekere eindsnelheid de boog. Het schot duurt 21 ms. De pijl heeft een massa van 24 g. Bereken de: gemiddelde snelheid van de pijl. Bereken de nettokracht op de pijl.

ANTWOORDEN:

- 1a. $v_{\text{gem}} = 5,4 \text{ m/s}$ | 1b. $s = 76,6 \text{ m}$ | 1c. $\Delta v = 4,2 \text{ m/s}$ | 1d. $a = 0,35 \text{ m/s}^2$
- 2a. $\Delta v = 11,52 \text{ m/s}$ | 2b. $v_{\text{eind}} = 11,52 \text{ m/s}$ | 2c. $v_{\text{gem}} = 5,67 \text{ m/s}$ | 2d. $s = 10,4 \text{ m}$
- 3a. $v_{\text{eind}} = 50 \text{ m/s}$ | 3b. $v_{\text{eind}} = 30 \text{ m/s}$ | 3c. $t = 3,25 \text{ s}$ | 3d. $a = 11,9 \text{ m/s}^2$ | 3e. $F_{\text{netto}} = 9791 \text{ N}$
- 4a. $v_{\text{gem}} = 28,33 \text{ m/s}$ | 4b. $v_{\text{eind}} = 56,67 \text{ m/s}$ | 4c. $\Delta v = 56,67 \text{ m/s}$ | 4d. $a = 3148 \text{ m/s}^2$ | 4e. $F_{\text{netto}} = 56,7 \text{ N}$
- 5a. Motorrijder: $a = 5,0 \text{ m/s}^2$, de brommerrijder: $a = 3,33 \text{ m/s}^2$ | 5b. $F_{\text{netto}} = 360 \text{ N}$ | 5c. $m = 210 \text{ kg}$
- 5d. Bepaal de oppervlakte onder de grafiek: $s = 90 \text{ m}$
- 5e. Bepaal eerst de oppervlakte onder de grafiek van de brommer: $s = 60 \text{ m}$, de voorsprong is het verschil: 30 m
- 6a. $v_0 = 65 \text{ m/s}$ | 2.2 s = $38,6 \text{ m/s}$ | 6b. $v_{\text{eind}} = 170 \text{ m/s}$ | 5.8 s = $30,2 \text{ m/s}$ | 6c. $\Delta v = 38,6 \text{ m/s}$
- 6d. $a = 12,87 \text{ m/s}^2$ | 6e. $F_{\text{netto}} = 1,7 \times 10^4 \text{ N}$

- 7a. eerst $v_{\text{gem}} = 5,2 \text{ m/s}$ en dan $s = 45,8 \text{ m}$ | 7b. eerst $\Delta v = 5,8 \text{ m/s}$ en dan $a = 0,64 \text{ m/s}^2$
- 8a. eerst $\Delta v = 5,52 \text{ m/s}$ en dan $v_{\text{eind}} = 5,52 \text{ m/s}$ | 8b. eerst $v_{\text{gem}} = 2,76 \text{ m/s}$ en dan $s = 2,2 \text{ m}$
- 9a. eerst $v_{\text{eind}} = 32 \text{ m/s}$, dan $v_{\text{gem}} = 20 \text{ m/s}$ | 9b. $t = 2,395 \text{ s}$ | 9c. eerst $a = 10,27 \text{ m/s}^2$ en dan $F_{\text{netto}} = 11512 \text{ N}$
10. eerst $v_{\text{gem}} = 22,357 \text{ m/s}$, dan $v_{\text{eind}} = 45,714 \text{ m/s}$, dan $\Delta v = 45,714 \text{ m/s}$, dan $a = 2177 \text{ m/s}^2$ en tenslotte $F_{\text{netto}} = 52,2 \text{ N}$

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Extra stof 3: complexe rekenvraagstukken

Gouden tip: reken uit wat je kunt en
kijk of je daarmee verder komt.

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

- ACTIVITEITEN -

Als we grotere activiteiten zoals practicum gedaan hebben tijdens dit hoofdstuk dan vind je hier de informatie die daar bij hoorde. Hoewel dit niet cruciaal is voor succes op het proefwerk is het wel nuttig om te bekijken. Probeer je daarbij te herinneren wat we precies gedaan hebben en waarom dat een nuttige leeractiviteit zou kunnen zijn met het oog op de proefwerkstof.

Practicum: Videometen

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

Hoofdstuk 4: Kracht en beweging

- Archief -