2 Sport en verkeer

Bewegingen | havo

Uitwerkingen opgaven leerboek

2.5 VALLEN

Opgave 52

a Niet waar: Alle voorwerpen op aarde vallen met dezelfde versnelling: de valversnelling.
b Waar
c Niet waar: Op de maan is de valversnelling ongeveer 6 × zo klein als op aarde.
d Niet (helemaal) waar: De zwaartekracht op een kilogram is niet overal op aarde precies even groot (het varieert van 9,78 N/kg tot 9,83 N/kg).
e Niet waar: Bij een vrije val is de versnelling constant.

Opgave 53

a Door de grote oppervlakte en de kleine massa is de luchtweerstand vrij groot vergeleken met de zwaartekracht. Al snel zijn de twee krachten in evenwicht en dan is de snelheid constant.
b Van een normale hoogte zal de appel geen constante snelheid bereiken (het duurt een behoorlijke tijd tot de luchtweerstand even groot is als de zwaartekracht), maar wel bij een val van zeer grote hoogte.
c Ja, zonder luchtweerstand vallen de appel en de veer even snel.
d Zonder luchtweerstand zal de nettokracht niet afnemen maar gelijk blijven, dus blijft ook de versnelling constant en neemt de snelheid voortdurend gelijkmatig toe.

Opgave 54

a Direct na het loslaten is de versnelling van beide kogels 9,81 m/s^2.
b De luchtweerstand neemt toe en de zwaartekracht blijft gelijk, dus wordt de nettokracht kleiner.
c De zwaartekracht op de loden kogel is veel groter en de luchtweerstand is gelijk. Dus duurt het bij de loden kogel langer totdat de krachten in evenwicht zijn en neemt de snelheid van de loden kogel langer toe.
d De loden kogel is eerder, want die heeft minder last van de luchtweerstand (zie ook antwoord **c**).

Opgave 55

a Dan zijn F_z en m allebei 10 × zo groot en is $a = \frac{F}{m}$ dus hetzelfde.
b 9,81 m/s^2
c Ook 9,81 m/s^2

Opgave 56

a Een vrije val volgens de natuurkunde is een val zonder luchtweerstand. De parachutist ondervindt wel luchtweerstand.
b Even later is de snelheid constant geworden, de parachutist voelt zich ‘gedragen’ worden door de luchtweerstand. De parachutist ‘ligt’ op de luchtstroom om hem heen.

Opgave 57

a Een vrije val is een eenparig versnelde beweging.
b Ja, de versnelling is bij een vrije val constant en elk voorwerp krijgt dezelfde versnelling.
c Bij een val met luchtweerstand is de beweging eerst versneld, maar de versnelling neemt af totdat er een constante snelheid bereikt wordt.

Opgave 58

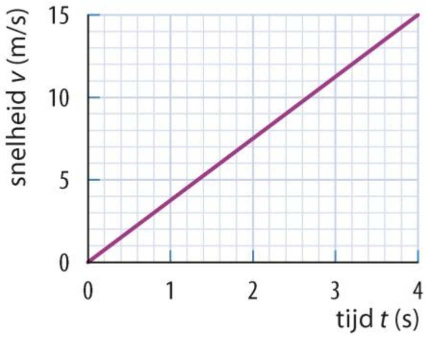
a $v = g \cdot t = 9{,}81 \times 1{,}1 = 10{,}8 = 11\ \mathrm{m/s}$
b $v_{\mathrm{gem}} = \frac{(0 + 10{,}8)}{2} = 5{,}4\ \mathrm{m/s}$
c $h = v_{\mathrm{gem}} \cdot t = 5{,}4 \times 1{,}1 = 5{,}9\ \mathrm{m}$

Opgave 59

a Aflezen: na 2,0 s is 7,5 m afgelegd.

b $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{22}{3,0} = 7,3 \text{ m/s}$

De grafiek is een rechte lijn vanaf de oorsprong door (2,0 s; 7,3 m/s) en die doorloopt tot t = 4,0 s. Dan is de snelheid ongeveer 15 m/s. (Een raaklijn is immers niet exact te tekenen, waardoor de snelheid van 7,3 m/s ook ongeveer is.)

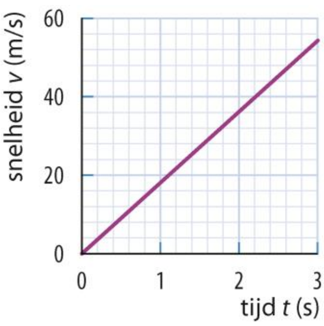


c $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,3}{2,0} = 3,7 \text{ m/s}^2$

d Mercurius of Mars.

Opgave 60

a De grafiek is een rechte lijn vanaf de oorsprong door (3,0 s; 54 m/s)

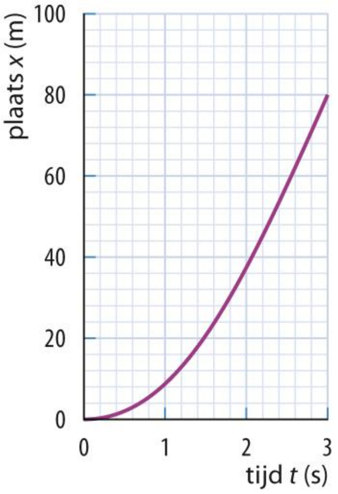


b In 3,0 seconde neemt de snelheid toe van 0 m/s naar 54 m/s, dus $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{54}{3,0} = 18 \text{ m/s}^2$.

c De beginsnelheid is 0 m/s en de eindsnelheid 54 m/s, dus $v_{\text{gem}} = \frac{(0+54)}{2} = 27 \text{ m/s}$.

d Het voorwerp valt gedurende 3,0 seconde met een gemiddelde snelheid van 27 m/s, dus $h = v_{\text{gem}} \cdot t = 27 \times 3,0 = 81 \text{ m}$.

e Zie figuur



Opgave 61

a Het blauwe deel dat boven de grafiek uitsteekt is ongeveer even groot als het ‘gat’ tussen de grafiek en het blauwe gebied.

b Bepaal eerst de afstand met de oppervlakte van de blauwe figuur: $x = \frac{1}{2} \times 15 \times 8{,}5 + 10 \times 8{,}5 = 149\ \text{m} \rightarrow$

$v_{\text{gem}} = \dfrac{x}{t} = \dfrac{149}{25} = 6{,}0\ \text{m/s}$

Opgave 62

a Op de maan is geen atmosfeer, dus ook geen luchtweerstand.

b $g = \frac{9{,}81}{6} = 1{,}64\ \text{m/s}^2 \rightarrow v = g \cdot t = 1{,}64 \times 2{,}0 = 3{,}3\ \text{m/s}$

c $x = v_{\text{gem}} \cdot t = \frac{3{,}3}{2} \times 2{,}0 = 3{,}3\ \text{m}$

Opgave 63

a Met dit experiment werd bevestigd dat als er geen luchtweerstand is, de valversnelling voor elk voorwerp gelijk is (maar op de maan veel kleiner dan op aarde). Alle voorwerpen vallen dan precies gelijk.

b $v_{\text{gem}} = \frac{x}{t} = \frac{1{,}5}{1{,}36} = 1{,}1\ \text{m/s} \rightarrow v_{\text{eind}} = 2 \cdot v_{\text{gem}} = 2 \times 1{,}1 = 2{,}2\ \text{m/s} \rightarrow g_{\text{maan}} = \frac{v_{\text{eind}}}{t} = \frac{2{,}2}{1{,}36} = 1{,}6\ \text{m/s}^2$

Binas: $g_{\text{maan}} = 1{,}62\ \text{m/s}^2$ dus de waarden komen mooi overeen.

Opgave 64

a $F_{\text{w,l}} = 0{,}00050 \cdot \text{v}^2 = 0{,}00050 \times 15^2 = 0{,}11\ \text{N}$

b $F_{\text{z}} = m \cdot g = 0{,}058 \times 9{,}81 = 0{,}57\ \text{N}$, dus $F_{\text{res}} = 0{,}57 - 0{,}11 = 0{,}46\ \text{N}$

c De bal is dan aan het versnellen, want de zwaartekracht is groter dan de luchtweerstand.

d Als de snelheid constant is geworden, is er evenwicht, dus $F_{\text{z}} = F_{\text{w,l}}$. Dat geeft $0{,}57 = 0{,}00050 \cdot v^2$ en

$v = \sqrt{\frac{0{,}57}{0{,}00050}} = 34\ \text{m/s} = 1{,}2 \cdot 10^2\ \text{km/h}.$

Opgave 65

a In het diagram hebben de grafieken na het openen van de parachute dezelfde helling dus is de snelheid gelijk.

b Bepaal de helling van het tweede gedeelte: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-700}{184} = -3{,}80\ \text{m/s}.$

c Bepaal de helling van het eerste gedeelte: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(1000 - 5000)}{56} = -71\ \text{m/s}.$

Opgave 66

a $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(50-17)}{7{,}5} = 4{,}4\ \mathrm{m/s^2}$

b $F_{\mathrm{res}} = m \cdot a = 85 \times 4{,}4 = 3{,}7 \cdot 10^2\ \mathrm{N}$ en $F_{\mathrm{z}} = m \cdot g = 85 \times 9{,}81 = 8{,}3 \cdot 10^2\ \mathrm{N}$

c $F_{\mathrm{w,l}} = F_{\mathrm{z}} - F_{\mathrm{res}} = 8{,}3 \cdot 10^2 - 3{,}7 \cdot 10^2 = 4{,}6 \cdot 10^2 \mathrm{N}$

Opgave 67

a Vóór t = 1,15 s is de snelheid positief (omhoog) en daarna negatief (omlaag), dus bevindt de bal zich op dat tijdstip in het hoogste punt.

b De hoogte is de oppervlakte onder de grafiek in het *v,t*-diagram tussen t = 0,65 en t = 1,15 s.

c De snelheid vlak voor de tweede stuit is de helling van de grafiek in het *h,t*-diagram vlak vóór t = 1,65 s.

d De dalende delen van de grafiek in het *v,t*-diagram zijn recht. De versnelling is dus constant en dat betekent dat er geen snelheidsafhankelijke weerstand is. Ook is de maximale snelheid omhoog gelijk aan de maximale snelheid omlaag (tussen twee stuiten in). De bal verliest dus geen energie aan de lucht.

e $\Delta v = 11\ \mathrm{m/s}$ (van −6 m/s naar +5 m/s); $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{11}{0{,}0069} = 1{,}59 \cdot 10^3\ \mathrm{m/s^2} \rightarrow$

$F = m \cdot a = 0{,}430 \times 1{,}59 \cdot 10^3 = 6{,}9 \cdot 10^2\ \mathrm{N}$

Opgave 68

a Eigen antwoord

b valversnelling g in meter per seconde kwadraat (m/s^2)
valhoogte h in meter (m)
versnelling a in meter per seconde kwadraat (m/s^2)
gemiddelde versnelling a_{gem} in meter per seconde kwadraat (m/s^2)
snelheid v in meter per seconde (m/s)
luchtweerstand $F_{\mathrm{w,l}}$ in newton (N)

c $v = g \cdot t$ met $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$ op aarde
$F_z = m \cdot g$

2.6 VERDIEPING

Opgave 69

a $F = m \cdot a = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0{,}046 \times \frac{70}{0{,}50 \cdot 10^{-3}} = 6{,}4 \cdot 10^3\ \mathrm{N}$

b Zolang de bal meer indeukt, is daar een steeds grotere kracht voor nodig. Als de bal maximaal is ingedeukt, is de kracht maximaal.

c Aan het begin van het balcontact is de bal nog niet vervormd en aan het eind van het balcontact is de bal alweer uitgedeukt. Daartussenin zit de maximale vervorming en dus ook de maximale kracht en maximale versnelling.

d $v_{\mathrm{gem}} = \frac{70}{2} = 35\ \mathrm{m/s} \rightarrow s = v_{\mathrm{gem}} \cdot t = 35 \times 0{,}50 \cdot 10^{-3} = 1{,}8 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{m} = 1{,}8\ \mathrm{cm}$

e De kracht en de contacttijd is voor bal en golfclub gelijk, en $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Dus als de massa van de golfclub veel groter is, dan is de snelheidsverandering veel kleiner.

f Voor voorwerp 1 geldt: $F_1 = m_1 \cdot \frac{\Delta v_1}{\Delta t}$ en voor voorwerp 2 geldt: $F_2 = m_2 \cdot \frac{\Delta v_2}{\Delta t}$. Omdat $F_1 = F_2$ levert dit:

$m_1 \cdot \frac{\Delta v_1}{\Delta t} = m_2 \cdot \frac{\Delta v_2}{\Delta t} \rightarrow m_1 \cdot \Delta v_1 = m_2 \cdot \Delta v_2 \rightarrow \Delta v_2 = \frac{m_1}{m_2} \cdot \Delta v_1$

Als het balletje m_2 is en de club m_1, zie je aan deze formule dat het balletje veel harder wegschiet dan dat de club afremt.

Opgave 70

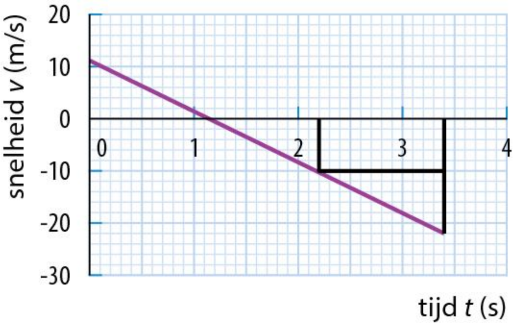
a Tijdens de beweging omhoog is de versnelling −9,81 m/s^2.

b Het hoogste punt is bereikt als de snelheid nul is: $g = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{g} = \frac{(0 - 29{,}4)}{-9{,}81} = 3{,}00$ s.

c De val naar beneden verloopt precies omgekeerd. De snelheid begint bij 0 en neemt toe tot 29,4 m/s na 3,00 s, als de bal terug bij het beginpunt is en op de grond valt.

Opgave 71

a $40\ \mathrm{km/h} = 11\ \mathrm{m/s}$ en $80\ \mathrm{km/h} = 22\ \mathrm{m/s}$. De snelheid neemt af van +11 m/s tot −22 m/s in $\Delta t = \frac{\Delta v}{g} = \frac{33}{9{,}81} = 3{,}4$ s.



b Na 1,1 s is de steen op het hoogste punt, na 2,2 s komt de steen weer bij Jaap langs en na 3,4 s is de snelheid −22 m/s. De oppervlakte 'onder' (in dit geval boven omdat de lijn onder de 0-as loopt) de grafiek tussen 2,2 s en 3,4 is de hoogte van de rots ten opzichte van de zee: $h = 11 \times (3{,}4 - 2{,}2) + \frac{1}{2} \times 11 \times (3{,}4 - 2{,}2) = 20$ m

of met gemiddelde snelheid: $h = v_{\mathrm{gem}} \cdot \Delta t = \frac{(11 + 22)}{2} \times (3{,}4 - 2{,}2) = 20$ m.

2.7 AFSLUITING

Opgave 72

a Als er een nettokracht naar voren is, zal de snelheid toenemen. Als deze nettokracht constant is, is de snelheidstoename gelijkmatig.

b Als de snelheid constant is, is de nettokracht nul.

c $F = m \cdot a$. Met $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ levert dit: $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Opgave 73

a Bij een constante kracht in de bewegingsrichting neemt de snelheid gelijkmatig toe. Daar hoort de 2$^{\mathrm{de}}$ wet van Newton bij: $F = m \cdot a$.

b Bij een eenparig versnelde beweging is de versnelling constant en neemt de snelheid gelijkmatig toe.

c Bij een eenparig vertraagde beweging neemt de snelheid elke seconde evenveel af.

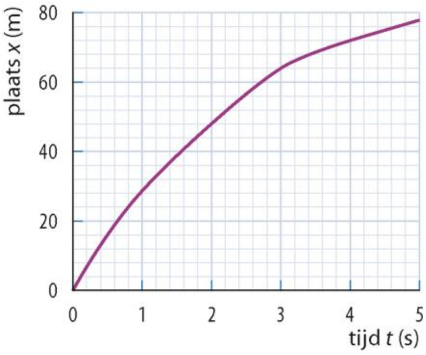
d Als de snelheid constant is, is de nettokracht nul.

e Bij een eenparige beweging hoor de 1$^{\mathrm{ste}}$ wet van Newton, die zegt dat als de snelheid constant is, de nettokracht nul is (en omgekeerd).

f Versnelling is de snelheidsverandering per seconde: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

g Ja, als de nettokracht constant is, is de versnelling constant.

h Het *x,t*-diagram van een eenparig vertraagde beweging is een deel van een bergparabool, het *v,t*-diagram is een dalende rechte lijn:

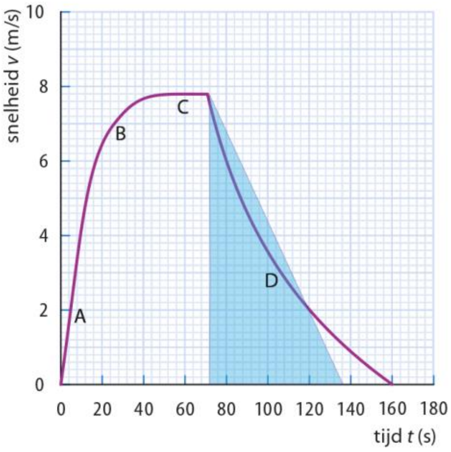


i De versnelling is evenredig met de nettokracht.
j De versnelling is omgekeerd evenredig met de massa.
k Bij een vrije val neemt de snelheid met 9,81 m/s per seconde toe.
l In een *v,t*-diagram bepaal je de versnelling op een bepaald tijdstip met de raaklijnmethode: je bepaalt de helling van de raaklijn aan de grafiek op dat tijdstip.
m In een *v,t*-diagram bepaal je de in een bepaalde periode afgelegde afstand met de oppervlaktemethode. Je berekent (of bepaalt met hokjes tellen) de oppervlakte (in meters !) onder de grafiek in die periode.
n De gemiddelde snelheid over een periode is de totale afgelegde afstand in die periode gedeeld door de tijdsduur die er over gedaan is: $v_{\mathrm{gem}} = \frac{\mathrm{afstand}}{\mathrm{tijd}}$.
o In een *x,t*-diagram bepaal je de gemiddelde snelheid met het begin- en eindpunt (en de tijdsduur daartussen). De snelheid op een bepaald tijdstip bepaal je met de raaklijnmethode: je bepaalt de helling van de raaklijn aan de grafiek op dat tijdstip.

Opgave 74

a Op t = 0 s is haar snelheid 0 m/s.
b In deel A is de grafiek een rechte lijn die schuin omhoog loopt.
c In deel A is de versnelling constant, dus is de nettokracht constant.
d In deel C is de snelheid constant, de versnelling is nul. Dan is de nettokracht nul.
e De luchtweerstand wordt steeds kleiner, doordat de snelheid steeds kleiner wordt. De vertraging is dus niet constant en daardoor neemt de snelheid niet gelijkmatig af.
f Bepaal in deel D de oppervlakte onder de grafiek, bijvoorbeeld met een driehoek:

$$x = \frac{1}{2} \times 7{,}8 \times (136 - 72) = 2{,}5 \cdot 10^2 \text{ m}$$



Opgave 75

a $a_{\text{I}} = \frac{2,0}{0,6 - 0,4} = 10\ \text{m/s}^2$

b $a_{\text{II}} = \frac{1,35 - 2,0}{1,1 - 0,6} = -1,3\ \text{m/s}^2$

$F = m \cdot a = 78 \times 1,3 = 1,0 \cdot 10^2\ \text{N}$

c De weerstandskracht tijdens periode III is groter dan de weerstandskracht tijdens het uitdrijven, doordat de zwemmer zijn benen en armen tegen de bewegingsrichting in naar voren brengt. De grafiek daalt daardoor sneller.

d Eén zwembeweging duurt $1,30 - 0,40 = 0,90$ s. Hij moet $\frac{100}{1,2} = 83,3$ zwembewegingen maken. Daar doet hij $83,3 \times 0,90 = 75$ s over.

Opgave 76

a De reactietijd is 1,0 s. De remvertraging is $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{2,65} = 7,5\ \text{m/s}^2$.

b $F_{\text{rem}} = m \cdot a = 1,2 \cdot 10^3 \times 7,5 = 9,1 \cdot 10^3\ \text{N}$

c De reactieafstand is $1,0 \times 20 = 20\ \text{m}$. De remweg is $\frac{1}{2} \times 20 \times 2,65 = 27\ \text{m}$.

d De beginsnelheid blijft gelijk, dus de reactieafstand blijft ook gelijk. We hoeven dus alleen naar het verschil in remweg te kijken. De massa wordt 1800 kg dus de vertraging $a = \frac{F_{\text{max}}}{m} = \frac{9,1 \cdot 10^3}{1800} = 5,0\ \text{m}/s^2$.

De remtijd is dan $t = \frac{v}{a} = \frac{20}{5,0} = 4,0$ s en de remafstand $x = \frac{1}{2} \times 20 \times 4,0 = 40\ \text{m}$.

De stopafstand is dus $40 - 27 = 13\ \text{m}$ langer.

Opgave 77

a De grafiek is daar een rechte lijn en dat betekent een eenparig versnelde beweging.

b $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{14}{1,4} = 10\ \text{m/s}^2$

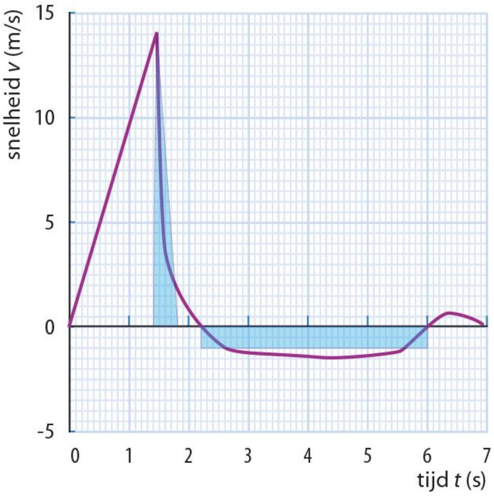
c De hoogte is de oppervlakte onder de grafiek: $h = \frac{1}{2} \times 1,4 \times 14 = 9,8\ \text{m}$.

d Dan komt ze in het water, waardoor de snelheid sterk afremt.

e Als de snelheid negatief is, beweegt ze de andere kant op, ze gaat weer naar boven.

f Na 2,2 s beweegt ze weer naar boven, dus heeft ze op 2,2 s het diepste punt bereikt.

g De afstand die ze aflegt tussen t = 1,4 en t = 2,2 s is kleiner dan de afstand tussen t = 2,2 en t = 6,0 s (want de oppervlakte onder de grafiek is tussen 1,4 en 2,2 s ongeveer 0,5 × 14 × 0,4 = 2,8 m en kleiner dan de oppervlakte boven de grafiek tussen 2,2 en 6,0 s; die is ongeveer 1,0 × 3,8 = 3,8 m zie figuur). Op t = 6,0 s is ze dus (deels) boven water. Bovendien wordt de snelheid daarna positief, dat wil zeggen dat ze dan weer naar beneden gaat. Dus zal ze op t = 6,0 s al even iets boven water gekomen zijn.



Opgave 78

a $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(90 - 20)}{(4{,}0 - 2{,}0)} = 35\ \mathrm{m/s^2} \rightarrow F = m \cdot a = 600 \times 35 = 2{,}1 \cdot 10^4\ \mathrm{N} = 21\ \mathrm{kN}$

b De oppervlakte onder de grafiek tussen *t* = 2,0 en *t* = 24,0 s is:

$$x = \frac{(90 + 20)}{2} \times 2{,}0 + 20 \times 2{,}0 + 20 \times 6{,}0 + \frac{(90 + 20)}{2} \times 5{,}0 = 5{,}5 \cdot 10^2\ \mathrm{m}$$

c Max is 22 s in de pitstraat. Raikkonen legt in die tijd $x = v \cdot t = 90 \times 22 = 1{,}98 \cdot 10^3\ \mathrm{m}$ af en ligt nu dus $1{,}98 \cdot 10^3 - 5{,}45 \cdot 10^2 = 1{,}4 \cdot 10^3\ \mathrm{m}$ voor.

