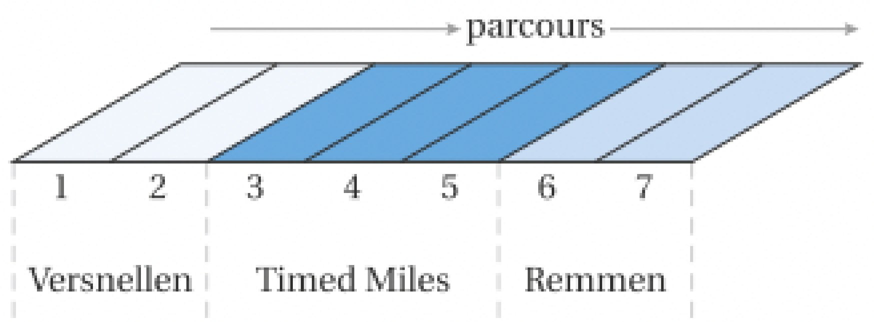
d 57 Lees het volgende artikel.

De 'Buckeye Bullet' is met bijna 500 km h^{-1} houder van het snelheidsrecord voor elektrische auto's. De wagen is gebouwd door studenten van de universiteit van Ohio (VS) en heeft een massa van 1740 kg. De recordrace werd gereden op een zoutvlakte in de staat Utah. Daar is een speciaal parcours uitgezet om snelheidsrecords te vestigen. Dit parcours is 7 mijl lang. Het eerste stuk (Versnellen) is om op te trekken. Op het tweede stuk (Timed Miles) wordt gemeten en het laatste stuk (Remmen) is om af te remmen. 1 mijl komt overeen met 1609,344 meter.

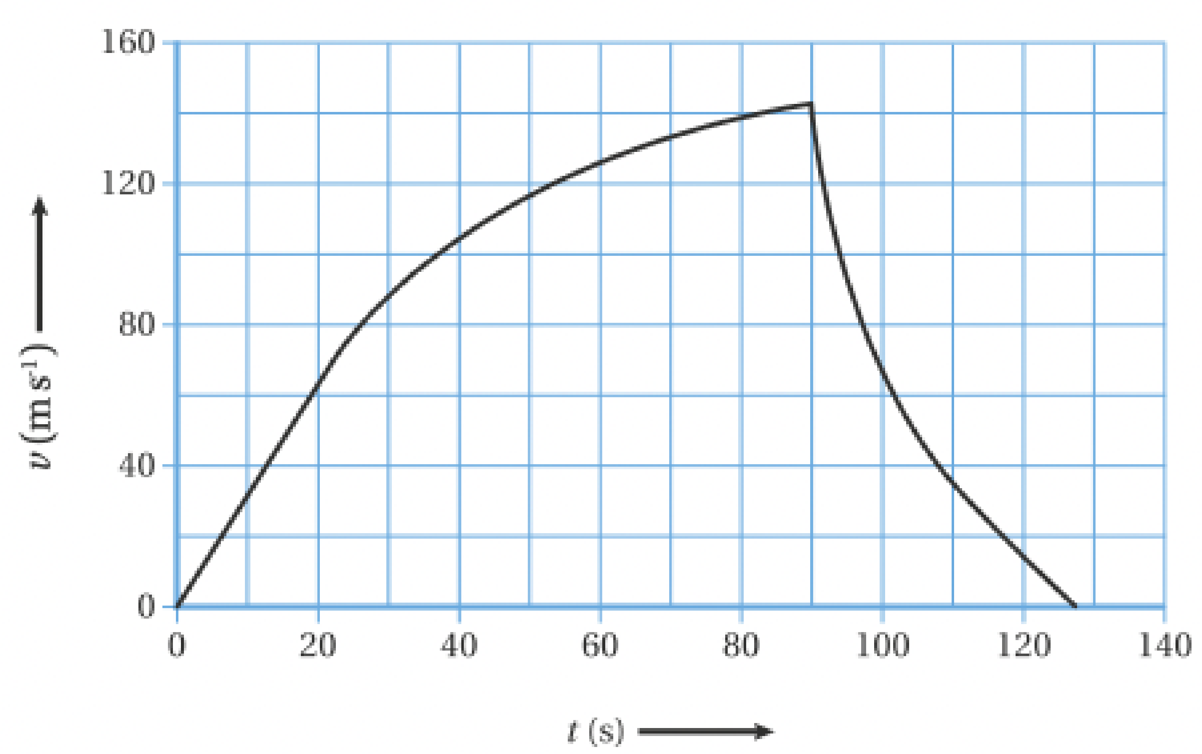


Figuur 3.108

Figuur 3.109

Op de zoutvlakte hebben de banden minder grip dan op een gewone weg. Bij te fel optrekken kunnen de wielen daardoor slippen en mislukt de recordpoging. Voor auto's als de Buckeye Bullet geldt op de zoutvlakte de vuistregel: 'de voortstuwende kracht die de motoren via de wielen op de zoutvlakte kunnen uitoefenen, is maximaal $\frac{1}{3}$ van het gewicht van de auto'.
Het verloop van de recordrace is vastgelegd met behulp van sensoren en een computer in de auto. Figuur 3.110 toont het (v,t)-diagram.

a Ga na of de vuistregel bij deze recordpoging geldt.



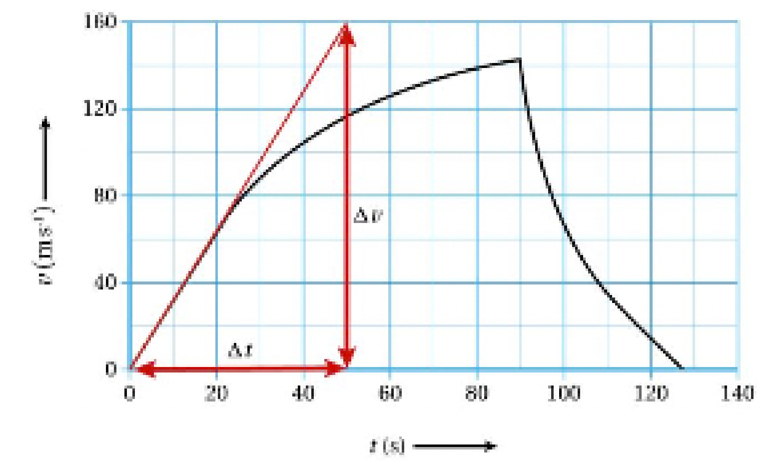
Figuur 3.110

In figuur 3.111 staat het verloop van de motorkracht tegen de tijd weergegeven. Ook zie je het verloop van de luchtweerstandskracht F_{lucht}. De rolweerstand van de auto mag worden verwaarloosd. Het parcours op de zoutvlakte is voor de Buckeye Bullet

Opgave 57

a Of de vuistregel klopt, ga je na door de verhouding tussen F_{stuw} en $F_{gewicht}$ te bepalen.
Het gewicht van de auto volgt uit de normaalkracht op de auto.
De normaalkracht volgt uit de zwaartekracht.
De voortstuwende kracht bereken je met de tweede wet van Newton.
De versnelling volgt uit de steilheid van de raaklijn aan de (v,t)-grafiek.

Zie figuur 3.48.



Figuur 3.48

$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{grafieklijn}$

$a = \frac{160{,}0 - 0{,}0}{50{,}0 - 0{,}0}$

$a = 3{,}2$ m s^{-2}

Op t = 0 s is in de horizontale richting de voortstuwende kracht gelijk aan de resulterende kracht. Dit is dus de schuifweerstandskracht, die zorgt voor grip op de zoutvlakte.

$F_{res} = m \cdot a$
m = 1740 kg
F_{res} = 1740 × 3,2 = 5,568·10^3 N

$F_{zw} = m \cdot g$
F_{zw} = 1740 × 9,81
F_{zw} = 1,707·10^4 N

$\frac{F_{stuw}}{F_{zw}} = \frac{5{,}568 \cdot 10^3}{1{,}707 \cdot 10^4} = 0{,}326$

Dit is kleiner dan $\frac{1}{3}$.

Er wordt dus aan de vuistregel voldaan.

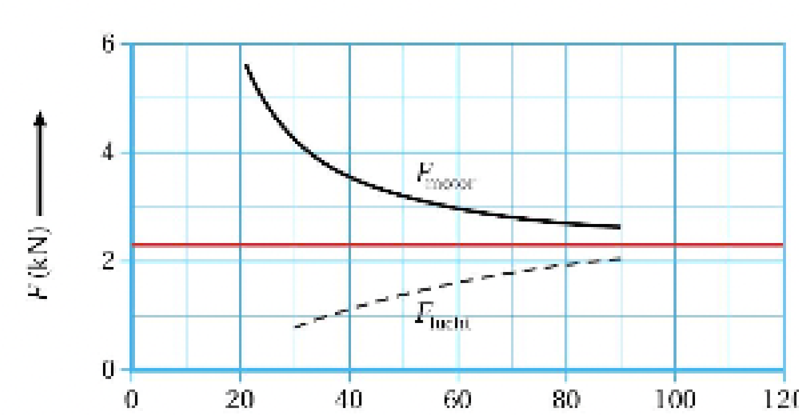
b De waarde van k bereken je met de gegeven formule.
De waarde van de luchtwrijvingskracht en van de snelheid lees je af in figuur 3.110 en 3.111 van het leerboek bij de snelheid op t = 90 s.

$F_{lucht} = k \cdot v^2$
F_{lucht} = 2,0·10^3 N
v = 141 m s^{-1}
2,0·10^3 = k × 141^2
k = 0,1005
Afgerond: 0,10.

c De maximale snelheid bereik je als de snelheid niet meer toeneemt.
De snelheid neemt volgens de eerste wet van Newton niet meer toe als de resulterende kracht gelijk is aan 0 N.
De resulterende kracht volgt uit de motorkracht en de luchtweerstandskracht.

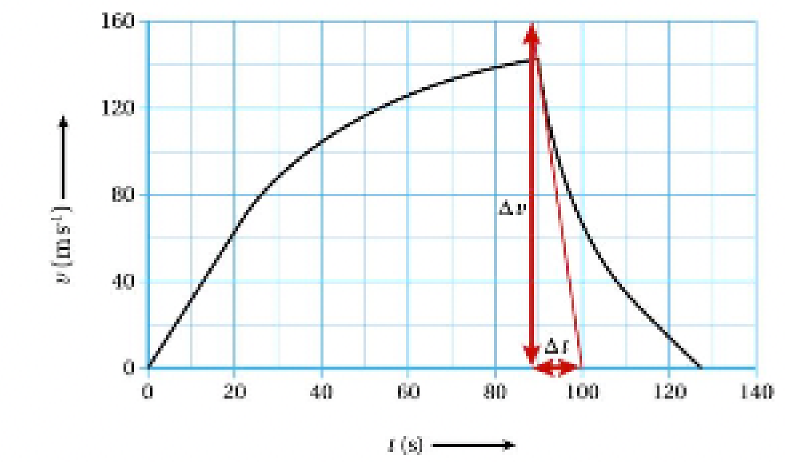
Als de snelheid maximaal is, dan is de snelheid constant. Dan is de resulterende kracht gelijk aan 0 N. De luchtweerstandskracht is dan gelijk aan de motorkracht.
Door extrapoleren van de grafieken in figuur 3.111 van het leerboek vallen de grafieken samen bij een kracht van 2,3 kN = 2,3·10^3 N.

Zie figuur 3.49.



De resulterende kracht bereken je met de tweede wet van Newton.
De vertraging volgt uit de steilheid van de raaklijn aan de (v,t)-grafiek.

Zie figuur 3.50.



Figuur 3.50

$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{grafieklijn}$

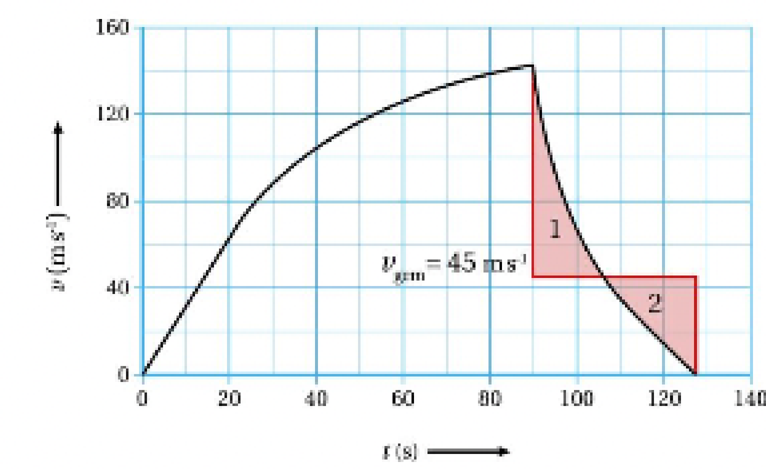
$a = \frac{0{,}0 - 160}{100{,}0 - 89{,}0}$

$a = -14{,}54$ m s^{-2}

$F_{res} = m \cdot a$
F_{res} = 65 × (−14,54) = 945 N
Dus de maximale kracht van de gordels is afgerond: 9,5·10^2 N.

e De remstand bereken je met de formule voor de verplaatsing bij een willekeurige beweg
De gemiddelde afstand en de tijd bepaal je in het (v,t)-diagram met de oppervlaktemeth

Zie figuur 3.51.



Figuur 3.51

$s = v_{gem} \cdot t$
v_{gem} = 45 m s^{-1}
t = (127 − 90) = 37 s
s = 45 × 37 = 1665 m
Afgerond: s = 1,7·10^3 m.