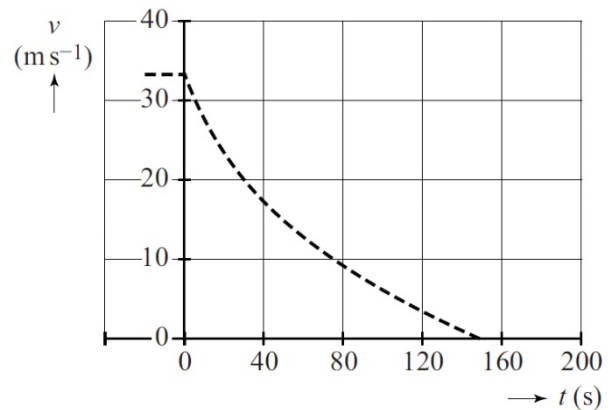


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

Opgave 1

Een auto ($m = 1520 \text{ kg}$) rijdt met een snelheid van $33,3 \text{ m/s}$ over een vlakke weg bij windstil weer. Op $t = 0 \text{ s}$ trapt de bestuurder het koppelingpedaal in, zodat de motor niet meer met de wielen verbonden is. Nu 'rijdt de auto uit' en komt de auto een tijdje later tot stilstand. Het (v,t) -diagram van het uitrijden staat in nevenstaande afbeelding weergegeven. De uitrij-afstand is de afstand die de auto aflegt vanaf het moment dat het uitrijden begint tot het moment dat hij stilstaat.



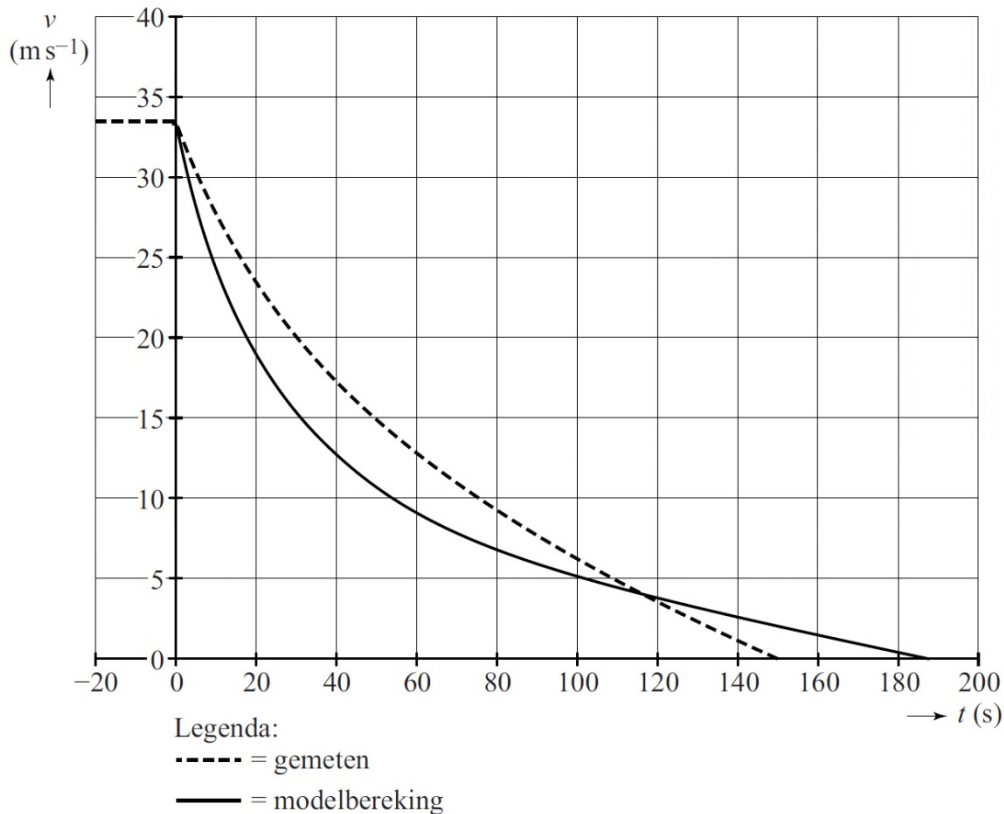
a) **Bepaal** de uitrij-afstand.

Om inzicht te krijgen in de beweging van de auto, is een computermodel gemaakt. Het model is weergegeven in nevenstaande afbeelding.

b) **Leid** de eenheid van de evenredigheidsconstante **k** af in basiseenheden (grondeenheden) van het SI, zoals ze staan in BiNaS-tabel 3A.

model	startwaarden (in SI-eenheden)
$Flucht = k \cdot v^2$ $Fres = Flucht + Frol$ $a = -Fres / m$ $dv = a \cdot dt$ $v = v + dv$ $t = t + dt$	$t = 0$ $dt = 0,01$ $v = 33,3$ $m = 1520$ $k = 1,62$ $Frol = 76$

De resultaten van dit model zijn weergegeven in onderstaande afbeelding.
De waarden van de parameters k en F_{rol} zijn nog niet goed gekozen, zodat de grafiek met



de resultaten van de modelberekening niet goed overeenkomt met de gemeten grafiek.

c) Voer de volgende opdrachten uit:

- **Leg uit** of de startwaarde van k groter of kleiner gekozen moet worden om de waarden wel goed overeen te laten komen.
- **Leg uit** of de startwaarde van F_{rol} groter of kleiner gekozen moet worden om de waarden wel goed overeen te laten komen.

Het model kan worden uitgebreid om ook de uitrij-afstand te berekenen, waarbij het model stopt als de uitrij-afstand bereikt is.

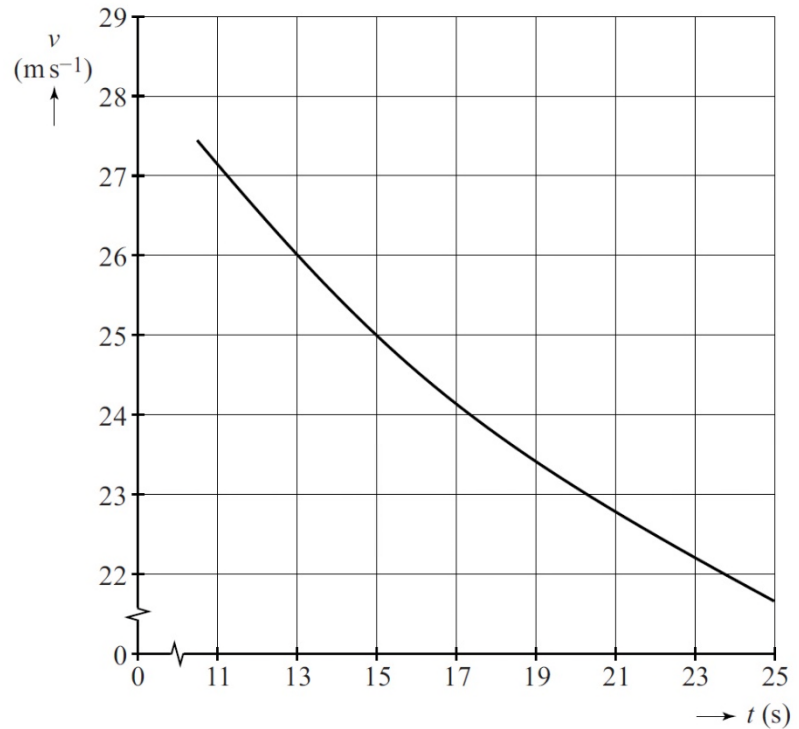
d) Voer de volgende opdrachten uit:

- Beschrijf welke modelregel(s) moet(en) worden toegevoegd.
- Beschrijf welke stopvoorwaarde moet worden toegevoegd.

Met de nieuwe, aangepaste startwaarden voor k en F_{rol} past de uitkomst van het model wel bij de metingen. In nevenstaande afbeelding is het (v,t) -diagram te zien dat het aangepaste model geeft.

Uit deze afbeelding is het vermogen te bepalen dat de auto moet leveren om met een bepaalde constante snelheid te rijden.

e) **Bepaal** het vermogen dat de motor moet leveren bij een constante snelheid van 25 m/s.



Opgave 2

In het televisieprogramma “Magic of science” heeft men de proef uitgevoerd die in nevenstaande afbeelding schematisch staat weergegeven.

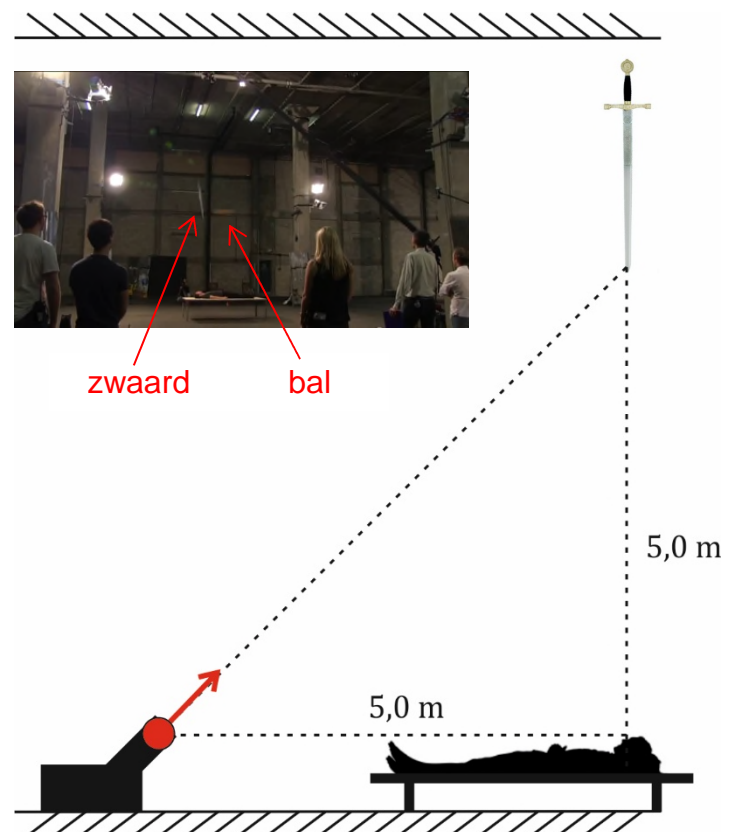
Een zwaard hangt verticaal recht boven het hoofd van een persoon. Men richt een ballenkanon precies op het zwaard zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding.

Op het moment dat het zwaard begint te vallen wordt de bal afgeschoten. De bedoeling is natuurlijk dat het zwaard door de bal aan de kant wordt geslagen voordat het zwaard het hoofd van de persoon doorboort.

De bewering in het TV-programma luidt:

Vanaf een zekere minimum snelheid van de bal zal de bal het zwaard altijd raken.

Wil je het experiment zien kijk dan bij <https://www.youtube.com/watch?v=lZYc54Hxo8A>



Ik zal jullie niet dwingen op een bank te gaan liggen om dit eens even te testen. We zullen ons beperken tot een model in Coach-Modelleren.

In nevenstaande afbeelding staat een model weergegeven waarmee de beweging van het zwaard en de beweging van de bal kan worden gesimuleerd. Er zijn drie rekenregels voor de snelheid die onvolledig zijn.

a) Maak elk van de drie regels compleet.

In nevenstaande afbeelding staat het resultaat van het model weergegeven voor verschillende afschietsnelheden van de bal. Bij een afschietsnelheid van 7 m/s krijgt de man niet alleen het zwaard in zijn gezicht maar ook de bal.

b) Ga door middel van een berekening na, dat als het zwaard 5,0 m is gevallen de bal inderdaad 5,0 m heeft afgelegd in

horizontale richting en de verplaatsing in verticale richting 0 m is.

Het model kun je downloaden onder

http://www.rwi-natuurkunde.nl/download/doc/Zwaard_van_Damocles_1.zip

Bovenstaand model is gemaakt voor een afschietsnelheid van 7 m/s.

c) Ga met behulp van het model na of de bewering van de presentator klopt voor snelheden groter dan 7 m/s.

Als je alles goed doet kun je nevenstaand diagram reproduceren. Je ziet dat de lijnen voor de bal en de lijnen voor het zwaard elkaar steeds snijden als $x_{bal} = 5$ m.

```

Modelvenster
y_zwaard=y_zwaard+v_zwaard*dt
v_zwaard=...

y_bal=y_bal+vy_bal*dt
vy_bal=...

x_bal=x_bal+vx_bal*dt
vx_bal=...

t=t+dt

als x_bal>=10 dan stop eindals

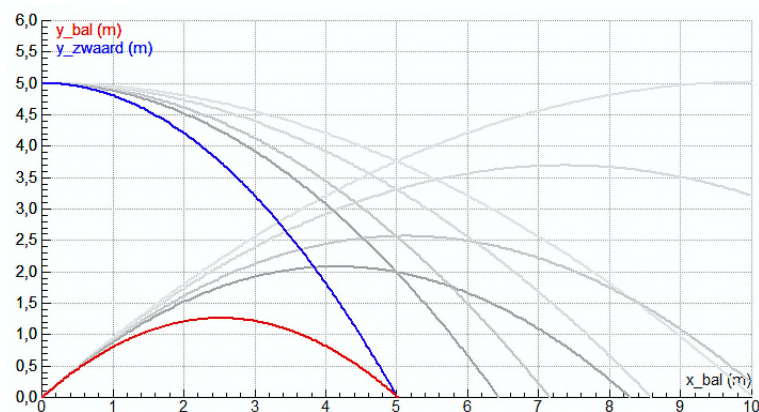
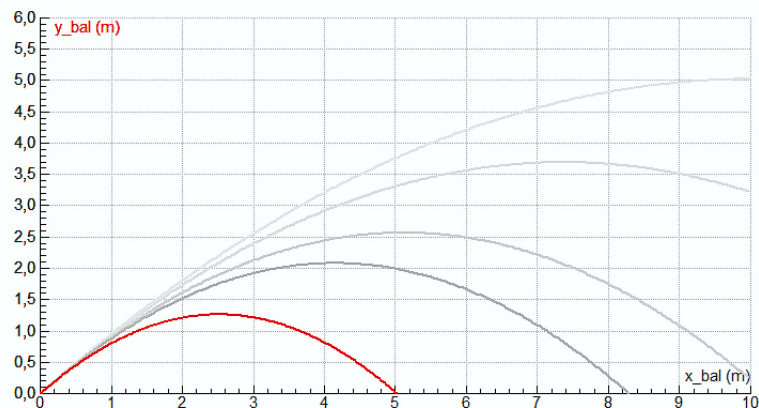
m=2
g=-9,81

y_zwaard=5
x_zwaard=5
v_zwaard=0

y_bal=0
x_bal=0
v_bal=7

hoek=(45/180)*Pi
vx_bal=v_bal*cos(hoek)
vy_bal=v_bal*sin(hoek)

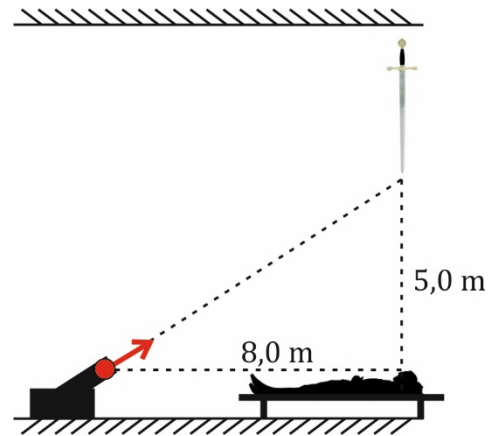
dt=0,005
    
```



Bovenstaand model is gemaakt voor het geval dat het zwaard 5 m hoog hangt en de bal op 5 m afstand wordt afgeschoten, zoals weergegeven in de schematische weergave op de vorige bladzijde. Tevens is het zwaard al de hele tijd als punt behandeld en hebben we de afmetingen buiten beschouwing gelaten.

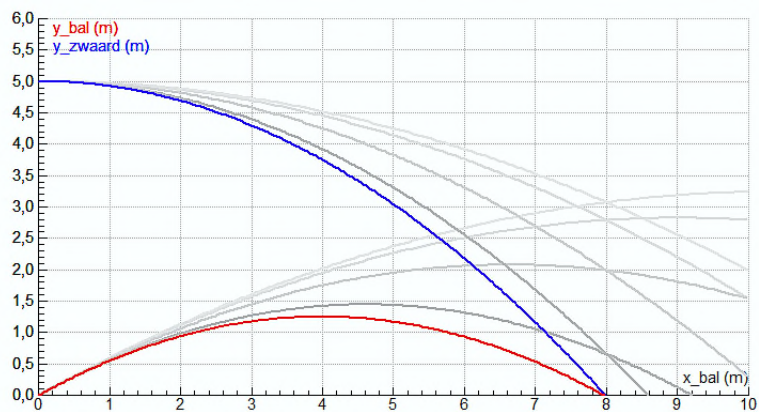
d) Ga met behulp van het model na of de bewering van de presentator klopt als het zwaard op 5 m hoogte hangt en het ballenkanon op een afstand van 8 m wordt gezet zoals weergegeven in nevenstaande afbeelding.

Als je alles goed doet kun je onderstaand diagram reproduceren.



Je ziet dat de lijnen voor de bal en het zwaard elkaar steeds weer snijden bij $x_{bal} = 8$ m.

Houd je van een uitdaging? Probeer dan eens opgave e. Voor de minimum afschietsnelheid geldt dat deze voldoet aan onderstaand verband.



$$v_{\min} = \sqrt{\frac{g \cdot h}{2 \cdot \sin^2(\alpha)}}$$

Hierin is v_{\min} de minimum afschietsnelheid (bal in gezicht), h de starthoogte van het zwaard en α de afschietrichting van de bal ten opzichte van horizontaal.

e) Leid dit verband af op basis van de theorie van het onderwerp beweging.