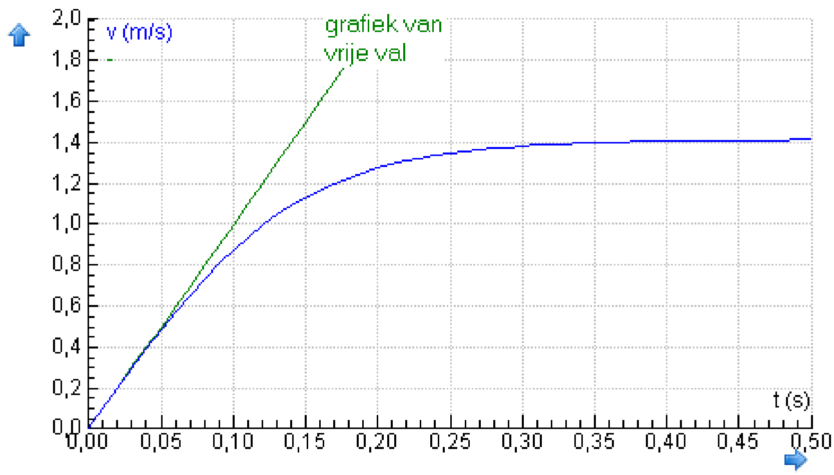
		Opgaven 2.1 - Vallen in lucht en in vacuüm	
0	a	$x = 10 + 3{,}5 = 13{,}5$	13,5
	b	$y = \frac{10}{3{,}5} = 2{,}8.. = 2{,}9$	2,9
	c	$z^2 = \frac{10}{3{,}5} = 2{,}8.. \Rightarrow z = \sqrt{2{,}8..} = 1{,}69.. = 1{,}7$ of $z = -1{,}7$ Bij natuurkunde heeft de negatieve uitkomst vaak geen betekenis. Als dat zo is, laten we hem weg.	1,7 of −1,7
	d	$x^2 = 2\times2{,}5 = 5$ dus $x = \sqrt{5}$ of $-\sqrt{5}$. Invullen in de andere vergelijking levert: $6{,}8 = \sqrt{5}\cdot y$ of $6{,}8 = -\sqrt{5}\cdot y \Rightarrow y = \frac{6{,}8}{\sqrt{5}} = 3{,}04.. = 3{,}0$ of $y = \frac{6{,}8}{-\sqrt{5}} = -3{,}04.. = -3{,}0$ Dus $y = 3{,}04.. \approx 3$ of $y \approx -3$	3 of −3
	e	$\text{helling} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0{,}3-0}{10-0} = 0{,}030$	0,030
1	a	$\Delta v = g\cdot\Delta t = 9{,}8\cdot2{,}4 = 23{,}5..$ m/s $v_{nieuw} = v_{oud} + \Delta v = 3{,}0 + 23{,}5.. = 26{,}5.. = 26{,}5$ m/s	26,5 m/s
	b	$\Delta v = 21{,}8 - 3{,}0 = 18{,}8$ m/s en $\Delta v = g\cdot\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{g} = \frac{18{,}8}{9{,}81} = 1{,}916.. = 1{,}92$ s	1,92 s
2	a	$v(t) = g\cdot t \Rightarrow v(0{,}5) = 9{,}8\cdot0{,}5 = 4{,}9 = 4{,}9$ m/s	5 m/s
	b	$v(t) = g\cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{g} = \frac{7{,}9}{9{,}8} = 0{,}806.. = 0{,}81$ s	0,81 s
	c	$\Delta v = g\cdot\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{g} = \frac{25{,}0}{9{,}81} = 2{,}548.. = 2{,}55$ s	2,55 s
3	a	*Binas* tabel 31: $g_{Europa} = 1{,}45$ m/s^2	1,45 m/s^2
	b	$v = 1{,}45\cdot0{,}65 = 0{,}94$ m/s	0,94 m/s
	c	$10 = 1{,}45\cdot t \Rightarrow t = \frac{10}{1{,}45} = 6{,}89.. = 6{,}9$ s	6,9 s
4	a	$v(t) = g\cdot t \Rightarrow v(2) = g\cdot2$ $v_{aarde}(2{,}5) = 9{,}8\cdot2{,}5 = 24{,}5 = 25$ m/s $v_{maan}(2{,}5) = 1{,}6\cdot2{,}5 = 4 = 4{,}0$ m/s $v_{Mars}(2{,}5) = 3{,}7\cdot2{,}5 = 9{,}25 = 9{,}3$ m/s	25 m/s 4,0 m/s 9,3 m/s
	b	$v(t) = g\cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{g} = \frac{15{,}0}{g}$ $t_{aarde} = \frac{15{,}0}{9{,}8} = 1{,}53.. = 1{,}5$ s $t_{maan} = \frac{15{,}0}{1{,}6} = 9{,}37.. = 9{,}4$ s $t_{Mars} = \frac{15{,}0}{3{,}7} = 4{,}05.. = 4{,}1$ s	1,5 s 9,4 s 4,1 s
	c	$h(t) = \frac{1}{2}g\cdot t^2$ $h_{maan}(3{,}0) = \frac{1}{2}\cdot1{,}6\cdot3{,}0^2 = 7{,}2 = 7{,}2$ m $h_{Mars}(3{,}0) = \frac{1}{2}\cdot3{,}7\cdot3{,}0^2 = 16{,}6.. = 17$ m	7,2 m 17 m

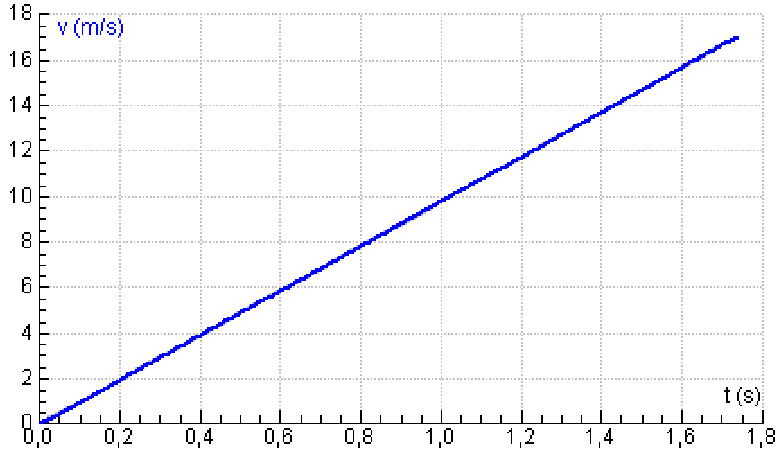
5	***a***	 Tot $t \approx$ 0,05 s. De grafiek $v = 9{,}8 \cdot t$ valt ongeveer 0,05 s samen met de gegeven grafiek.	0,05 s
	b	$h(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}05^2 = 0{,}0122.. = 0{,}012$ m	0,012 m
	c	Vanaf $t \approx$ 0,40 s loopt de grafiek horizontaal.	0,40 s
6	***a***	Zorg dat je tegelijkertijd de secondewijzer in het oog hebt en de waterval. Volg vanaf een geschikt moment, bijvoorbeeld als de secondewijzer op nul staat, het water dat aan de val begint en schat met de secondewijzer de valtijd.	–
	b	Stel dat je gemeten hebt $t \approx 3$ s, dan is $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \approx \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 = 45$ m	–
7	***a***	$h(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow h(5{,}0) = \frac{1}{2} 9{,}8 \cdot 5{,}0^2 = 122{,}5 = 1{,}2 \cdot 10^2$ m	$1{,}2 \cdot 10^2$ m
	b	$v(t) = g \cdot t \Rightarrow v(5{,}0) = 9{,}8 \cdot 5{,}0 = 49 = 49$ m/s	49 m/s
	c	De hoogte is eigenlijk minder dan bij ***a.*** berekend. In die 5,0 s valt de steen omlaag en komt het geluid van het water terug omhoog. De eigenlijke valtijd is minder dan 5,0 s. (Als v_{geluid} = 335 m/s, dan $t_{val} \approx$ 4,7 s en $h \approx 1{,}1 \cdot 10^2$ m)	–
8	***a***	$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t_{reactie} = \sqrt{\frac{2h}{g}} == \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}22}{9{,}8}} = 0{,}211.. = 0{,}21$ s	0,21 s
	b	$h(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow h(0{,}29) = \frac{1}{2} 9{,}8 \cdot 0{,}29^2 = 0{,}412.. = 0{,}41$ m	41 cm
9	***a***	$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} == \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}40}{9{,}81}} = 0{,}5342.. = 0{,}534$ s	0,534 s
	b	$v(t) = g \cdot t \Rightarrow v(0{,}524..) = 9{,}81 \cdot 0{,}5342.. = 5{,}240.. = 5{,}24$ m/s	5,24 m/s
	c	*1e manier* $v_{nieuw} = 1{,}25 \cdot v_{oud} = 1{,}25 \cdot 5{,}240.. = 6{,}551..$ m/s Daarbij hoort $t = \frac{v}{g} = \frac{6{,}551..}{9{,}81} = 0{,}6678..$ s en $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}6678..^2 = 2{,}1875 = 2{,}19$ m	2,19 m
		2e manier $v(t) = g \cdot t$ Als de snelheid 1,25 zo groot wordt, dan wordt ook de valtijd 1,25 zo groot. $h(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2$, Als de valtijd 1,25 zo groot wordt, wordt de valhoogte is $1{,}25^2$ zo groot. Dus $h_{nieuw} = 1{,}25^2 \cdot h_{oud} = 1{,}25^2 \cdot 1{,}40 = 2{,}1875 = 2{,}19$ m	2,19 m

10	***a***	$h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\cdot 300}{9{,}81}}=7{,}820..=7{,}82\text{ s}$	7,82 s
	b	Binas tabel 31: $g_{Io}=1{,}67\text{ m/s}^2$	1,67 m/s^2
	c	manier 1: $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t=\sqrt{\frac{2h}{g}}==\sqrt{\frac{2\cdot 280\cdot 10^3}{1{,}67}}=579{,}0..$ $v=g\cdot t=1{,}67\cdot 579{,}0..=967{,}0..=967\text{ m/s}$ manier 2: met $v=\sqrt{(2gh)}=\sqrt{(2\cdot 1{,}67\cdot 280\cdot 10^3)}=967$ m/s	967 m/s
11	***a***	Binas tabel 31: $g_{Mars}=3{,}7\text{ m/s}^2$ $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2=\frac{1}{2}\cdot 3{,}7\cdot 1{,}0^2=1{,}85\text{ m}$ Klopt.	–
	b	De tweede seconde duurt van $t=1\text{ s}$ tot $t=2\text{ s}$. $\Delta h=h(2)-h(1)=\frac{1}{2}\cdot 3{,}7\cdot 2^2-\frac{1}{2}\cdot 3{,}7\cdot 1^2=7{,}4-1{,}85=5{,}55=5{,}6\text{ m}$	5,6 m
		De derde seconde duurt van $t=2\text{ s}$ tot. $t=3\text{ s}$ $\Delta h=h(3)-h(2)=\frac{1}{2}\cdot 3{,}7\cdot 3^2-\frac{1}{2}\cdot 3{,}7\cdot 2^2=16{,}65-7{,}4=9{,}25=9{,}3\text{ m}$	9,3 m
12	***a***	$h=\frac{1}{2}g\cdot t^2=\frac{1}{2}\cdot 9{,}81\cdot 4{,}0^2=78{,}4..=78\text{ m}$	78 m
	b	$v=g\cdot t=9{,}81\cdot 1{,}5=14{,}7..=15\text{ m/s}$	15 m/s
	c	De derde seconde duurt van $t=2\text{ s}$ tot. $t=3\text{ s}$ $\Delta h=h(3)-h(2)=\frac{1}{2}\cdot 9{,}81\cdot 3^2-\frac{1}{2}\cdot 9{,}81\cdot 2^2=44{,}1..-19{,}6..=24{,}5..=25\text{ m}$	25 m
	d	9,81 m/s, want dat is bij een vrije val in elke seconde zo.	9,81 m/s
13		Gebruik $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t_{val}=\sqrt{\frac{2h}{g}}$	
	a	$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\cdot 40}{9{,}81}}=2{,}85..=2{,}9\text{ s}$	2,9 s
	b	Na 80 m: $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\cdot 80}{9{,}81}}=4{,}03..\text{ s}$ De tweede 40 m duurde $4{,}04..-2{,}85..=1{,}18..=1{,}2\text{ s}$	1,2 s
14	***a***	manier 1: $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t_{val}=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\cdot 110}{9{,}81}}=4{,}735..\text{ s}$ $v=g\cdot t_{val}=9{,}81\cdot 4{,}735..=46{,}45..=46{,}5\text{ m/s}$ manier 2: $v=\sqrt{(2gh)}=\sqrt{(2\cdot 9{,}81\cdot 110)}=46{,}5$ m/s	46,5 m/s
	b	$v(t)=g\cdot t \Rightarrow t_{val}=\frac{v}{g}=\frac{13{,}7}{9{,}81}=1{,}396..$ $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2=\frac{1}{2}\cdot 9{,}81\cdot 1{,}396..^2=9{,}566..=9{,}57\text{ m}$	9,57 m
	c	$v=g\cdot t=28{,}02$ $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2=\frac{1}{2}(g\cdot t)\cdot t=40{,}00$ $\Rightarrow 40{,}00=\frac{1}{2}\cdot 28{,}02\cdot t \Rightarrow t=\frac{40{,}00}{14{,}01}=2{,}8551..$ $\Rightarrow g=\frac{v}{t}=\frac{28{,}02}{2{,}8551}=9{,}8140..=9{,}814\text{ m/s}^2$	9,814 m/s^2

15 ***a***

$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15}{9,81}} = 1,74.. = 1,7 \text{ s}$ — 1,7 s

b[1]



–

b[2]

manier 1:

$v = g \cdot t = 9,81 \cdot 1,74.. = 17,1.. = 17 \text{ m/s}$

manier 2:

$v = \sqrt{(2gh)} = \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot 15)} = 17$ m/s — 17 m/s

c

De vis moet de Jan van Gent ontdekken als de duikvlucht van de vogel $1,74.. - 0,20 = 1,54..$ s geduurd heeft.

manier 1:

Duikvlucht $h(1,54..) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 1,54..^2 = 11,76.. = 11,8$ m

De Jan van Gent is dan nog $15 - 11,76.. = 3,23.. = 3,2$ m boven het wateroppervlak. — 3,2 m

manier 2:

Op dat moment had de vogel een snelheid van $9,8 \cdot 1,54.. = 15,1..$ m/s

De gemiddelde snelheid gedurende de laatste 0,2 s is dus $\frac{15,1..+17,1..}{2} = 16,1..$ m/s

Hij moet de vogel ontdekt hebben op een hoogte van $16,1.. \cdot 0,20 = 3,23.. = 3,2$ m .

Opgaven 2.2 – Optrekken en remmen

16 ***a***

54 km/h = $\frac{54000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = \frac{15\ \text{m}}{1\ \text{s}} = 15\ \text{m/s}$ of 54 km/h ($\div 3{,}6 =$) = 15 m/s

18 km/h = $\frac{18000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = \frac{5\ \text{m}}{1\ \text{s}} = 5\ \text{m/s}$ of 18 km/h ($\div 3{,}6 =$) = 5 m/s

15 m/s
5 m/s

b

$\Delta v = 5 - 15 = -10\ \text{m/s}$

$\Delta t = 3\ \text{s}$

–

c

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10}{3} = -3{,}3.. = -3\ \text{m/s}^2$

$-3\ \text{m/s}^2$

17 ***a***

1) Stilstand: *x(t)* = constant
x(t) heeft op alle tijdstippen dezelfde waarde

2) Eenparige beweging: *x(t)* = constante $\cdot t$
x(t) neemt lineair toe in de tijd

3) Eenparig versnelde beweging: *x(t)* = constante $\cdot t^2$
x(t) neemt kwadratisch toe in de tijd

4) Eenparige beweging: *v(t)* = constant
v(t) heeft op alle tijdstippen dezelfde waarde

5) Eenparig versnelde beweging: *v(t)* = constante $\cdot t$
v(t) neemt lineair toe in de tijd

–

b

Linksboven: $v(t) = 20$ $\left(\Rightarrow x(t) = 20 \cdot t\right)$

Rechtsboven: $v(t) = 2{,}0 \cdot t$ $\left(\Rightarrow x(t) = 1{,}0 \cdot t^2\right)$

Linksonder: $x(t) = 2{,}0 \cdot t$ $\left(\Rightarrow v(t) = 2{,}0\right)$

Rechtsonder: $x(t) = 0{,}20 \cdot t^2$ $\left(\Rightarrow v(t) = 0{,}40 \cdot t\right)$

–

18 ***a***

Iedere seconde neemt de snelheid toe met 5 km/h.
De toename is Δv = 80 – 60 = 20 km/h.
Dat duurt 20 : 5 = 4 s.

4 s

b

$\Delta v = 20\ \text{km/h} = \frac{20}{3{,}6} = 5{,}55.. = 5{,}6\ \text{m/s}$

$a = \frac{5\ \text{km/h}}{1\ \text{s}} = \frac{5/3{,}6\ \text{m/s}}{1\ \text{s}} = \frac{1{,}38..\ \text{m/s}}{1\ \text{s}} = 1{,}4\ \text{m/s}^2$

5,6 m/s
$1{,}4\ \text{m/s}^2$

19 ***a***

1^e *manier:* via de gemiddelde snelheid

$v_{gem} = \frac{(0+100)\ \text{km}}{2} = 50\ \text{km/h} = \frac{50}{3{,}6} = 13{,}8..\ \text{m/s}$

$x = v_{gem} \cdot t = 13{,}8.. \cdot 16 = 222{,}.. = 2{,}2 \cdot 10^2\ \text{m}$

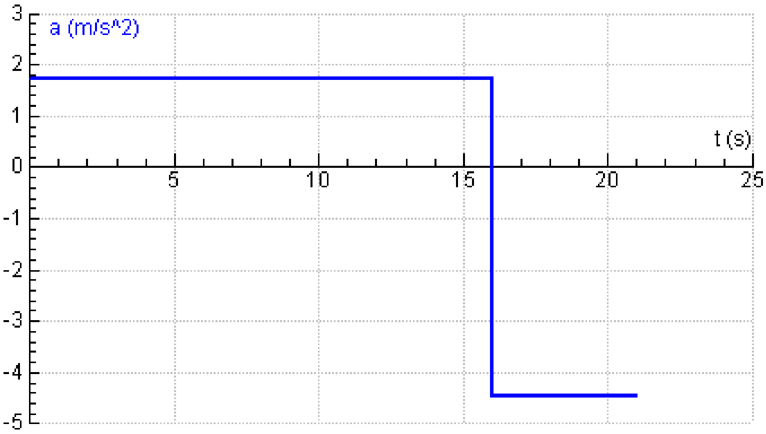
2^e *manier:* via de versnelling en de x(t) − formule

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100\ \text{km/h}}{16\ \text{s}} = \frac{27{,}7..\ \text{m/s}}{16\ \text{s}} = 1{,}73..\ \text{m/s}^s$

$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}73.. \cdot 16^2 = 222{,}.. = 2{,}2 \cdot 10^2\ \text{m}$

$2{,}2 \cdot 10^2\ \text{m}$

b Remmen: $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{(20-100)\text{ km/h}}{5\text{ s}} = \dfrac{-80\text{ km/h}}{5\text{ s}} = \dfrac{-22{,}2..\text{ m/s}}{5\text{ s}} = -4{,}44.. = -4{,}4\text{ m/s}^2$



–

20 ***a*** $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{-4}{1} = -4 = -4\text{ m/s}^2$ — -4 m/s^2

b Stilstand na 4 + 1 = 5 s.
In die tijd was de snelheidsverandering $\Delta v = a \cdot \Delta t = -4 \cdot 5 = -20\text{ m/s}$
Dus de beginsnelheid was $20\text{ m/s}\left(\times 3{,}6\right) = 72\text{ km/h}$ — 72 km/h

c *1^e manier:* via de gemiddelde snelheid

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

$x_{rem} = v_{gem} \cdot t = 10 \cdot 5 = 50 = 50\text{ m}$ — 50 m

2^e manier: via de versnelling en “de film terugdraaien”

$x_{rem} = \tfrac{1}{2} a \cdot t^2 = \tfrac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5^2 = 50 = 50\text{ m}$

21 ***a*** $v_{gem} = \dfrac{0+100}{2} = 50\text{ km/h} = \tfrac{50}{3{,}6} = 13{,}8..\text{ m/s}$

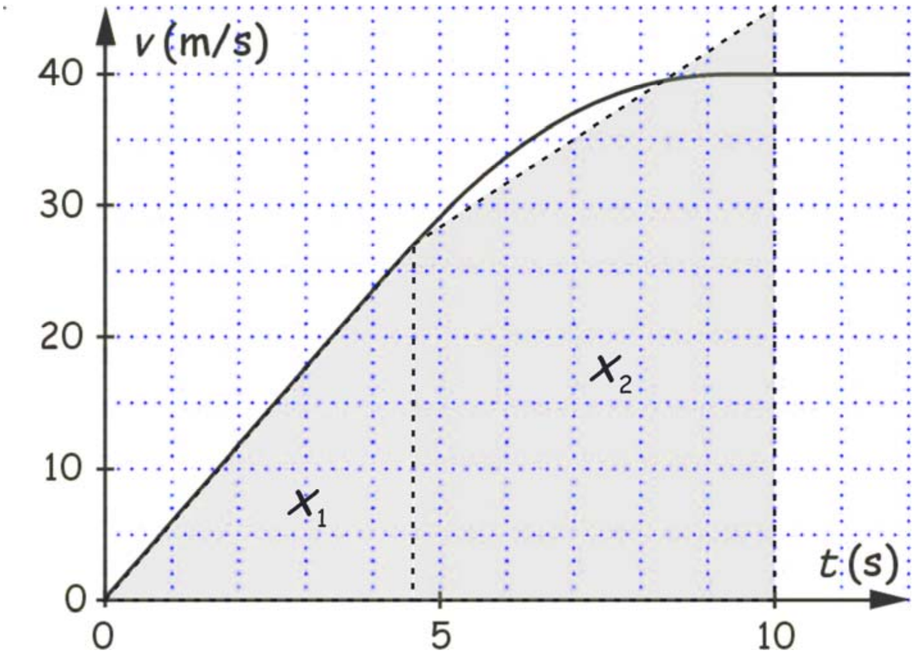
$x_{rem} = v_{gem} \cdot t = 13{,}8.. \cdot 4{,}6 = 63{,}8.. = 64\text{ m}$ — 64 m

b $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{100\text{ km/h}}{4{,}6\text{ s}} = \dfrac{{}^{100}\!/_{3{,}6}\text{ m/s}}{4{,}6\text{ s}} = \dfrac{27{,}7..\text{ m/s}}{4{,}6\text{ s}} = 6{,}03.. = 6{,}0\text{ m/s}^2$ — $6{,}0\text{ m/s}^2$

c $\dfrac{a}{g} = \dfrac{6{,}03..}{9{,}8} = 0{,}616.. = 0{,}62$ — 0,62

22 ***a*** Versnelling is constant in de eerste 4 seconden.
$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{20-0}{3{,}4-0} = \dfrac{20}{3{,}4} = 5{,}88.. = 5{,}9\text{ m/s}^2$ — $5{,}9\text{ m/s}^2$

b Oppervlak onder *v(t)*-grafiek in [0;10 s] schatten met 'timmermansoog'.



$2{,}6{\cdot}10^2$ m

In [0;4,6 s] $v_{gem} = \dfrac{0+27}{2} = 13{,}5 \text{ m/s} \Rightarrow x_1 = v_{gem} \cdot t = 13{,}5 \cdot 4{,}6 = 62{,}1 \text{ m}$

In [4,6;10 s] $v_{gem} = \dfrac{27+45}{2} = 36 \text{ m/s} \Rightarrow x_2 = v_{gem} \cdot t = 36 \cdot 5{,}4 = 194{,}.. \text{ m}$

Totaal in [0;10s] $x_1 + x_2 = 62{,}1 + 194{,}.. = 256{,}.. = 2{,}6 \cdot 10^2 \text{ m}$

c "De film terugdraaien"

Eerst de remtijd berekenen:

$\Delta v = a \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta v}{a} = \dfrac{40}{5{,}0} = 8{,}0 \text{ s}$

en dan:

$x_{rem} = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 5{,}0 \cdot 8{,}0^2 = 160 = 1{,}6 \cdot 10^2 \text{ m}$ $1{,}6{\cdot}10^2$ m

óf

$v_{gem} = \dfrac{40+0}{2} = 20 \text{ m/s} \Rightarrow x_{rem} = v_{gem} \cdot t = 20 \cdot 8 = 160 = 1{,}6 \cdot 10^2 \text{ m}$

23 ***a*** $x = \frac{1}{2} a_{gem} \cdot t^2 \Rightarrow a_{gem} = \dfrac{2x}{t^2} = \dfrac{2 \cdot 400}{18^2} = 2{,}46.. = 2{,}5 \text{ m/s}^2$ $2{,}5$ m/s^2

b $v = a_{gem} \cdot t = 2{,}46.. \cdot 18 = 44{,}4.. = 44 \text{ m/s} = (\times 3{,}6)\ 160 \text{ km/h}$ 160 km/h

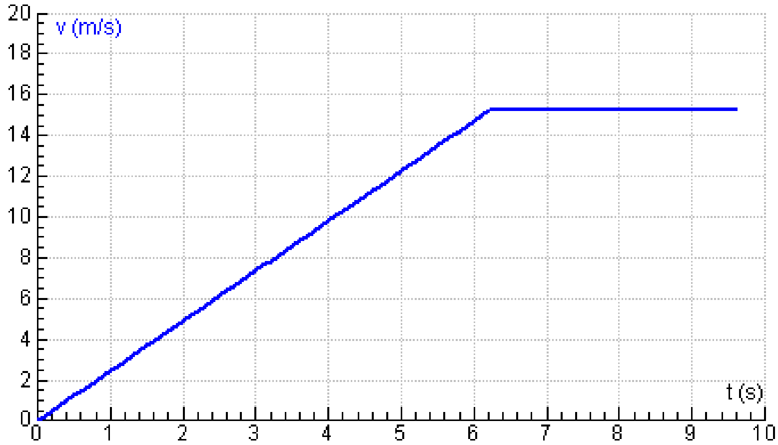
Opgaven hoofdstuk 2

24 ***a***

$v = a \cdot t \Rightarrow t = \dfrac{v}{a} = \dfrac{15}{0{,}25 \cdot 9{,}81} = 6{,}11.. = 6{,}1\text{ s}$

6,1 s

b



–

c

$v_{gem} = \dfrac{0+15}{2} = 7{,}5\text{ m/s}$

$\Rightarrow x = v_{gem} \cdot t = 7{,}5 \cdot 6{,}11.. = 45{,}8.. = 46\text{ m}$

Andere manieren:
Je kunt ook het oppervlak onder de *v(t)*-grafiek bepalen.
Of eerst de versnelling uitrekenen en $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ gebruiken.

46 m

d

Met constante snelheid 15 m/s wordt nog $100 - 45{,}8.. = 54{,}1..\text{ m}$ afgelegd.
Dat duurt nog $\frac{54{,}1..}{15} = 3{,}60..\text{ s}$
De hele tocht duurt $6{,}11.. + 3{,}60.. = 9{,}72.. = 9{,}7\text{ s}$

9,7 s

25 ***a***

$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 250}{9{,}81}} = 7{,}139.. = 7{,}14\text{ s}$

7,14 s

b

manier 1:
$v = g \cdot t = 9{,}81 \cdot 7{,}139.. = 70{,}03.. = 70{,}0\text{ m/s}$
manier 2:
$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 250} = 70{,}0\text{ m/s}$

70,0 m/s

c

De valtijd zal langer zijn en de eindsnelheid lager.

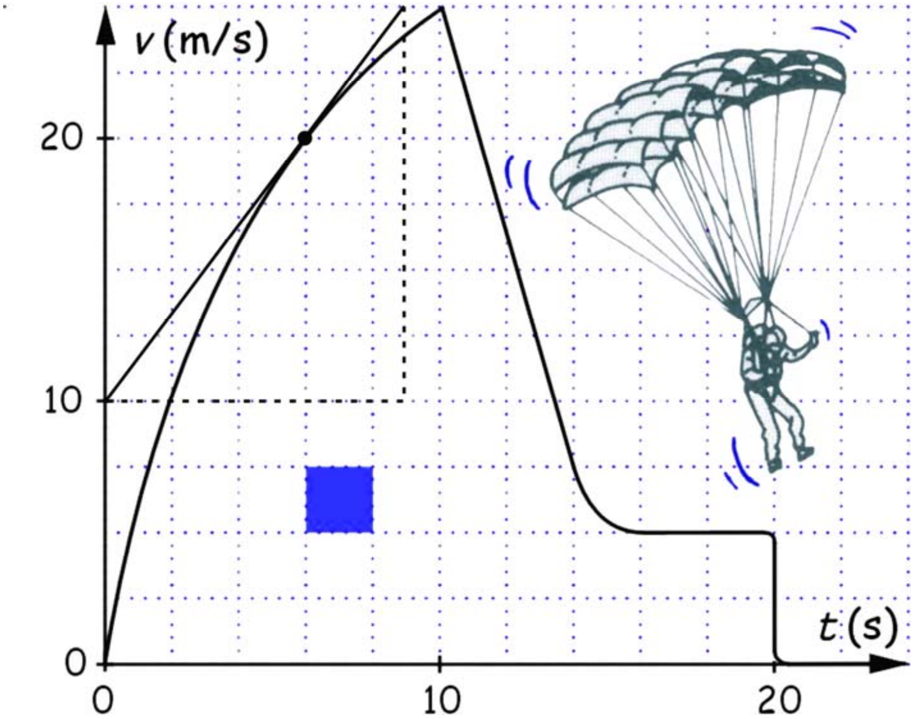
–

26 ***a***

$a = g$, want als de snelheid 0 is, is er nog geen luchtweerstand.

9,8 m/s^2

b Raaklijn tekenen in figuur in punt [6; 20] uit opgave.



$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{25-10}{9-0} = \dfrac{15}{9} = 1{,}6\ \text{m/s}^2$

Op t = 12,0 s is de grafiek een rechte lijn: de versnelling is constant.

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{7{,}5-25}{14-10} = \dfrac{-17{,}5}{4{,}0} = -4{,}37.. = -4{,}4\ \text{m/s}^2$

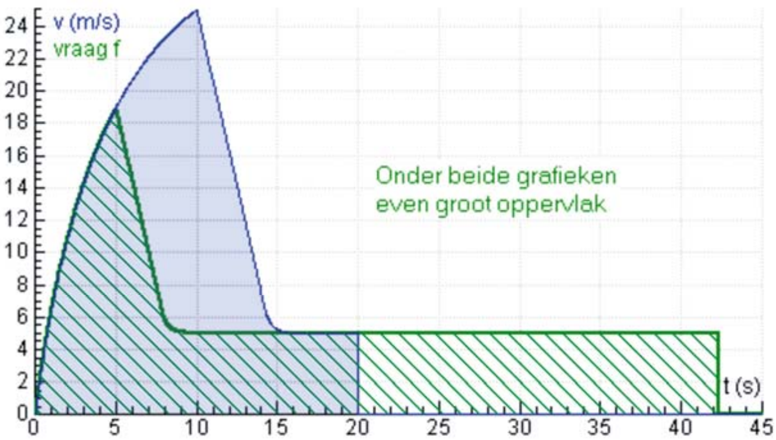
−4,4 m/s^2

c De parachute gaat open. –

d $\Delta h = 2{,}5\ \text{(m/s)} \times 2{,}0\ \text{(s)} = 5{,}0\ \text{m}$ 5,0 m

e Hokjes tellen onder de v(t)-grafiek: $53 \times 5{,}0 = 265 = 2{,}7 \cdot 10^2$ m 2,7·10^2 m

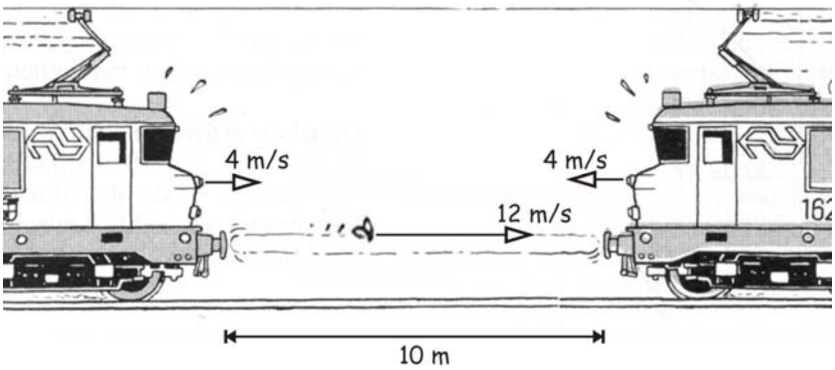
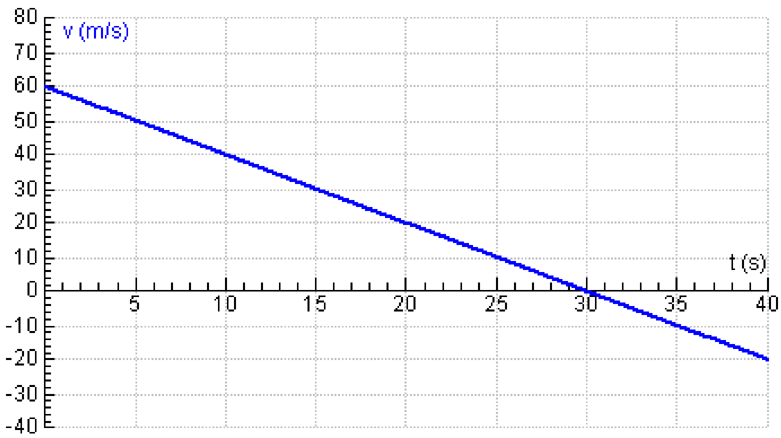
f



–

27 ***a*** $T = \dfrac{60\ \text{s}}{78} = 0{,}769.. = 0{,}77\ \text{s}$ 0,77 s

b 360° in 0,77 s, dus de valtijd is $\dfrac{169^\circ}{360^\circ} \cdot 0{,}769.. = 0{,}361.. = 0{,}36\ \text{s}$ 0,36 s

	c	$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \cdot 0{,}65}{(0{,}361..)^2} = 9{,}96.. = 10\ \text{m/s}^2$	10 m/s²
28	a		–
	b	$v_{gem} = \frac{0+4}{2} = 2\ \text{m/s}$ $x_{rem} = \frac{10}{2} = 5\ \text{m}$ $x_{rem} = v_{gem} \cdot t_{rem} \Rightarrow t_{rem} = \frac{x_{rem}}{v_{gem}} = \frac{5}{2} = 2{,}5\ \text{s}$	2 m/s 5 m 2,5 s
	c	$x = v \cdot t = 12 \cdot 2{,}5 = 30\ \text{m}$	30 m
29	a	$v_{gem} = \frac{60+0}{2} = 30\ \text{m/s}$ $\Rightarrow x = v_{gem} \cdot t = 30 \cdot 30 = 900 = 9{,}0 \cdot 10^2\ \text{m}$	$9{,}0 \cdot 10^2$ m
	b	 Na 30 s, als de motor nog steeds ‘in de achteruit’ staan, rijdt het vliegtuig achteruit.	–

30 *a* *b*

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

$\Delta t = t_{eind} - t_{begin}$ Zie tabel

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

$v_{gem} = \dfrac{v_{begin} + v_{eind}}{2}$ Zie tabel

$\Delta x = v_{gem} \cdot \Delta t$

periode	Δv (m/s)	Δt (s)	a (m/s²)	v_{gem} (m/s)	Δx (m)
0 → 2	+3,0	2,0	+1,5	2,5	5,0
2 → 6	+2,0	4,0	+0,50	5,0	20
6 → 8	0	2,0	0	6,0	12
8 → 9	−4,0	1,0	−4,0	4,0	4,0
9 → 11	−2,0	2,0	−1,0	1,0	2,0

–

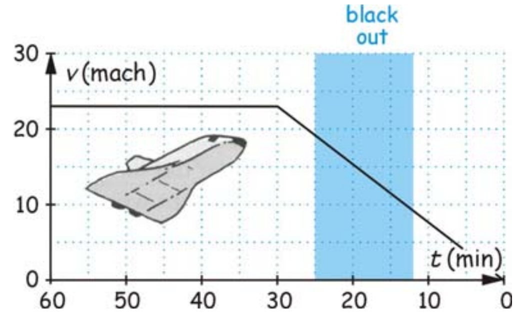
c $\Delta x_{totaal} = 5 + 20 + 12 + 4 + 2 = 43 = 43$ m

$\Delta t_{totaal} = 11\text{ s} \Rightarrow v_{gem} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{43}{11} = 3{,}90.. = 3{,}9$ m/s

43 m
3,9 m/s

31 *a* *Binas* tabel 34A. Neem $v_{geluid} \approx 3{,}4 \cdot 10^2$ m/s. $3{,}4 \cdot 10^2$ m/s

b In de eerste oplage was de figuur niet goed. Op www.stevin.info staat een erratumblad.
De goede figuur is hier overgenomen.



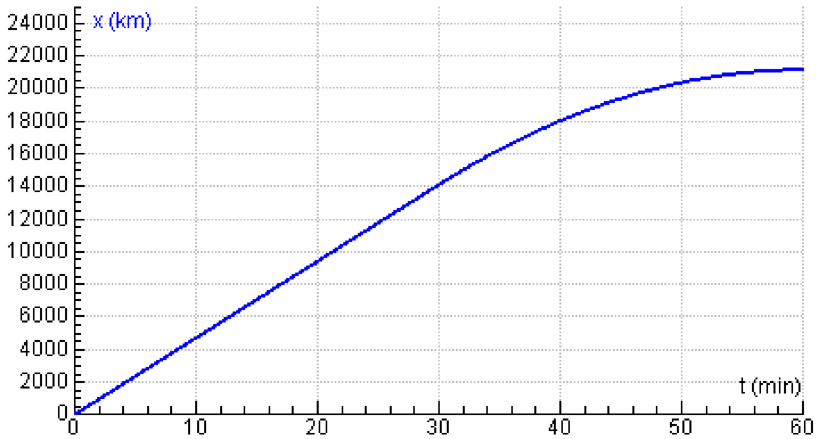
$v_{gem} = \dfrac{19{,}16.. + 9{,}2..}{2} = 14{,}18..\text{ mach } = 14{,}18.. \times 3{,}4 \cdot 10^2 = 4822{,}..\text{ m/s}$

$\Delta t = 25 - 12 = 13\text{ min } = 13 \cdot 60 = 780\text{ s}$

$\Rightarrow \Delta x = v_{gem} \cdot \Delta t = 4822{,}.. \cdot 780 = 3{,}76.. \cdot 10^6 = 3{,}8 \cdot 10^6$ m

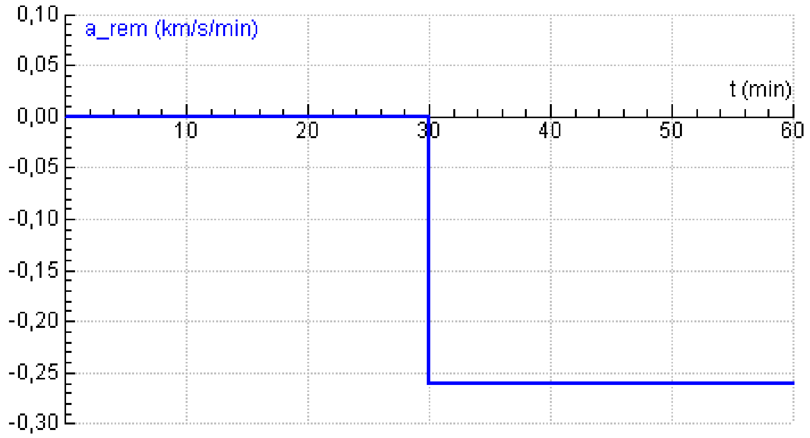
$3{,}8 \cdot 10^3$ km

c



–

d



–

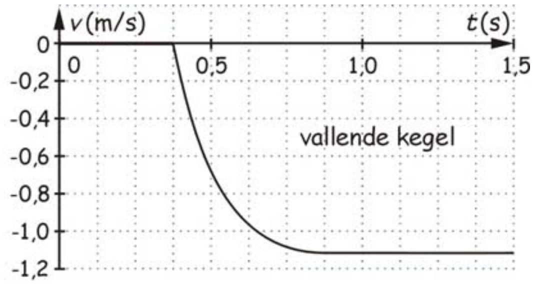
32 ***a***

1e manier:
Aan het begin van de val hebben beide kegels nog nauwelijks last van luchtwrijving.
Hun onderlinge afstand is af te lezen uit de grafiek: 25 cm.
Dat zal ook hun onderlinge afstand bij het loslaten geweest zijn. Kegel 1 is losgelaten op 1,25 + 0,25 = 1,50 m hoogte.
2e manier:
Je kunt ook in de foto de onderlinge afstand van de vingers vergelijken met de lengte van de liniaal. Dat geeft weer een onderlinge afstand aan het begin van 25 cm.

1,50 m

b

Dit is de *v*(*t*)-grafiek van de grote kegel.



–

c

De grote kegel heeft een grotere massa (is zwaarder), zou dus eerder beneden kunnen zijn.
Maar de grote kegel heeft ook een groter oppervlak, zal daardoor meer luchtweerstand ondervinden en dus later beneden kunnen zijn.
Omdat de kegels van dezelfde papiersoort zijn gemaakt en dezelfde vorm hebben, heeft een kegel met een twee maal zo groot oppervlak ook een twee maal zo grote massa. De twee effecten heffen elkaar op. Zij zullen beide even snel vallen.
Uit de *h*(*t*)-grafieken blijkt dat beide kegels vrijwel dezelfde eindsnelheid krijgen.

–

33 ***a*****1**

Tijdens de botsing is de gemiddelde snelheid van de auto:

$$v_{gem} = \frac{0+100}{2} = 50\text{ km/h} = 13{,}88..\text{ m/s}$$

De remtijd kun je berekenen met $s = v_{gem} \cdot t \Rightarrow$

$$t = \frac{s}{v_{gem}} = \frac{1{,}1}{13{,}88..} = 0{,}0792\text{ s} = 79\text{ m/s}$$

79 ms

a**2**

100 km/h = 27,77.. m/s

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-27{,}77..}{0{,}792..} = -350{,}6\text{ m/s}^2 = -3{,}5\cdot 10^2\text{ m/s}^2$$

$-3{,}5\cdot 10^2$ m/s^2

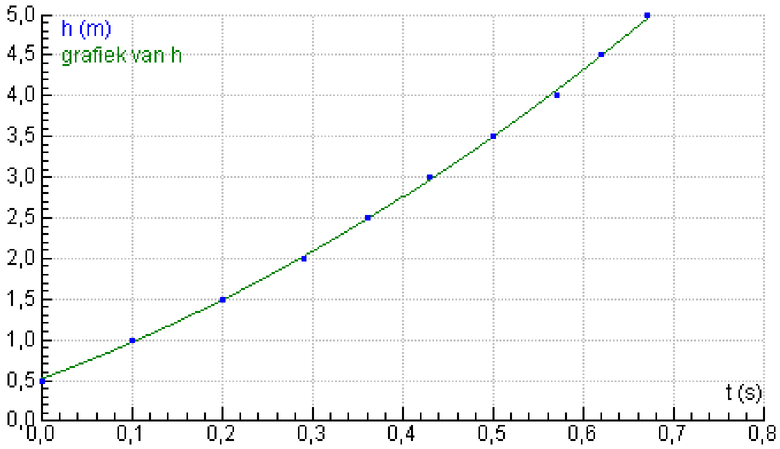
b

Uit ***a*****1** volgt dat de auto al na 79 ms stil staat. De pop wordt pas na 82 ms (met een snelheid van 100 km/h) door de airbag opgevangen. De airbag heeft blijkbaar genoeg tijd gehad om zichzelf op te blazen; hij voldoet.

–

34	***a***	Vanaf het moment dat het slingergewicht wordt losgelaten tot de botsing met de muur duurt een kwart(!) periode: ¼T = ¼ ·2√l = ¼ ·2·√(1,10) = 0,524.. = 0,52 s.	0,52 s
	b	Als in dezelfde tijd de vallende kogel in de doos op de stoel komt (je hoort dan één tik van beide kogels), is t_{val} = 0,524.. s. De valhoogte $h = ½ gt^2$ = ½ ·9,81·0,524^2 = 1,34.. = 1,3 m.	1,3 m

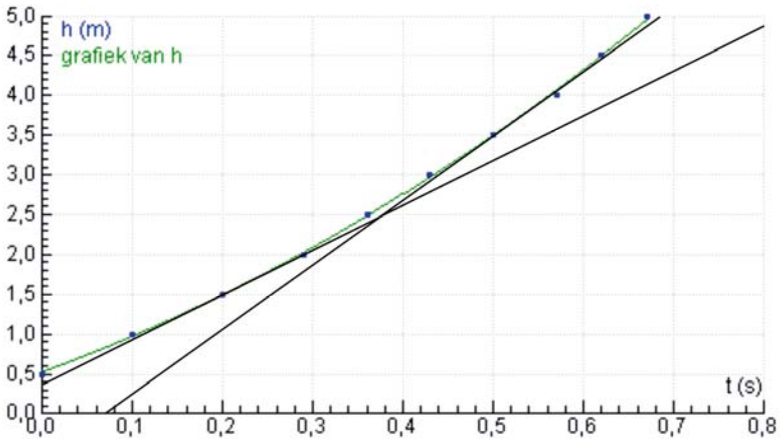
35 ***a***



.

–

b



Helling van de raaklijnen bepalen:

$$v(0,20) = \frac{4,9-0,4}{0,8-0,0} = 5,62.. = 5,6 \text{ m/s}$$

$$v(0,55) = \frac{5,0-0,0}{0,68-0,07} = 8,19.. = 8,2 \text{ m/s}$$

5,6 m/s
8,2 m/s

c

$$g = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,2-5,6}{0,55-0,20} = \frac{2,6}{0,35} = 7,42.. = 7,4 \text{ m/s}^2$$

7,4 m/s^2

36	***a***	Vertraagde beweging: de tweede verduistering duurt langer dan de eerste.	–
	b	$\Delta t_1 = 0,41-0,31 = 0,10 \text{ s} \Rightarrow v_{gem,1} = \frac{0,05}{0,10} = 0,5 = 0,50 \text{ m/s}$ $\Delta t_2 = 0,69-0,53 = 0,16 \text{ s} \Rightarrow v_{gem,2} = \frac{0,05}{0,16} = 0,312.. = 0,31 \text{ m/s}$	0,50 m/s 0,31 m/s
	c	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,312..-0,5}{0,61-0,36} = -0,75 \text{ m/s}^2$	−0,75 m/s^2

Toets

1 De eerste valproeven

a Alles (zwaar en licht) valt even snel als je de luchtwrijving kunt verwaarlozen. Bij een valproef met loden kogels is dit het geval, dus de zware en lichte kogel komen tegelijk op de grond. –

b 1 voet = $3{,}048 \cdot 10^{-1}$ m.
manier 1:
De valhoogte is 30 voet = $30 \cdot 3{,}048 \cdot 10^{-1} = 9{,}14$ m.
$h = ½\,gt^2 \Rightarrow 9{,}14 = ½ \cdot 9{,}81 \cdot t^2 \Rightarrow t = 1{,}36..$ s. 13 m/s
$v = gt = 9{,}81 \cdot 1{,}36.. = 13$ m/s.
manier 2:
$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{(2 \cdot 9{,}81 \cdot 9{,}14)} = 13$ m/s.

c $m = \rho V \Rightarrow$ dus als m tien keer zo groot is, dan is het volume V ook tien keer zo groot.
Bij wiskunde heb je geleerd dat V_{bol} evenredig is met (straal)^3 $\Rightarrow$ straal is evenredig met $\sqrt[3]{V}$. –
De straal van de grote kogel is dus slechts $\sqrt[3]{10} \approx 2$ keer zo groot.

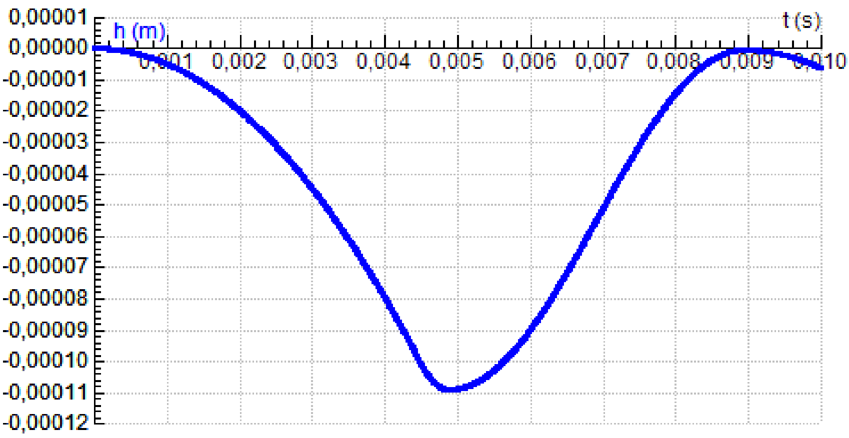
d Een enkel haartje katoen heeft veel meer last van luchtwrijving dan een pakje katoen. –

2 Een zoemende honingbij

a $h = ½\,gt^2 \Rightarrow 0{,}10 \cdot 10^{-3} = ½ \cdot 9{,}81 \cdot t^2 \Rightarrow t = 4{,}5 \cdot 10^{-3}$ s = 4,5 ms 4,5 ms

b $T = 2 \times 4{,}5 \cdot 10^{-3} = 9{,}0 \cdot 10^{-3}$ s en $f = \dfrac{1}{T} \Rightarrow f = \dfrac{1}{9{,}0 \cdot 10^{-3}} = 1{,}1 \cdot 10^2$ Hz $1{,}1 \cdot 10^2$ Hz

c De $h(t)$-grafiek is tot $h = -0{,}1$ mm een parabool.



Opmerking.
De ‘nulslag' en de 'arbeidsslag' vormen een zeer versimpeld vliegmodel van de bij. Onlangs (2005) is pas gebleken hoe een bij vliegt. Zie http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn8382 .
Daarnaast hangt de zoemfrequentie van insecten hangt sterk af van hun massa. Nederlandse bijen hebben een zoemfrequentie die hoger is dan wat je hier gevonden hebt. De afstand waarover ze in hun nulslag vallen, is dus kleiner dan 0,1 mm.

3		**Een startbaan ontwerpen**	
	a	100 km/h = 27,77.. m/s $v = at \Rightarrow 27{,}77.. = 2{,}0 \cdot t \Rightarrow t = 13{,}88..$ s. $x = ½\,at^2 = ½ \cdot 2{,}0 \cdot 13{,}88^2 = 193$ m $= 1{,}9 \cdot 10^2$ m.	$1{,}9 \cdot 10^2$ m
	b	150 km/h = 41,66.. m/s De remweg is gelijk aan het oppervlak onder de *v*(*t*)-grafiek. Dit is een driehoek met als basis 15 s en een hoogte van 41,66.. m/s. De remweg = ½ ×basis×hoogte = ½ ×15×41,66 = $3{,}1 \cdot 10^2$ m.	$3{,}1 \cdot 10^2$ m
	c	De vertraging is de helling van de *v*(*t*)-grafiek. $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{0 - 41{,}66..}{15} = -2{,}77..\ \text{m/s}^2 = -2{,}8\ \text{m/s}^2$ Uitgedrukt in g is dit: $\dfrac{-2{,}77..}{9{,}81} = -0{,}28g$	$-2{,}8$ m/s^2 $-0{,}28g$