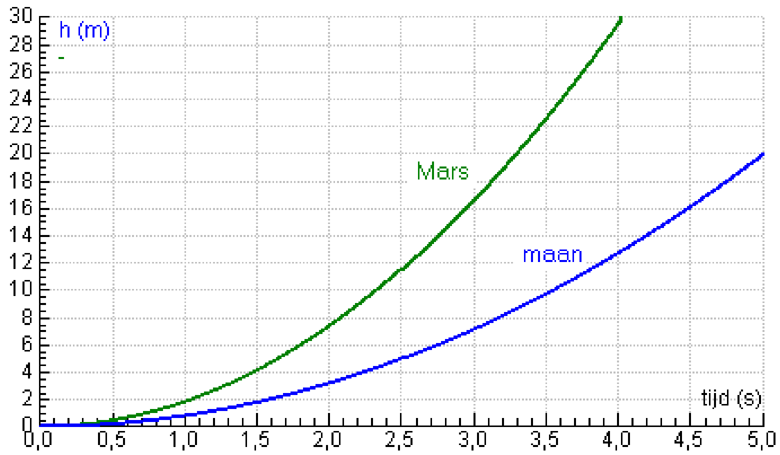
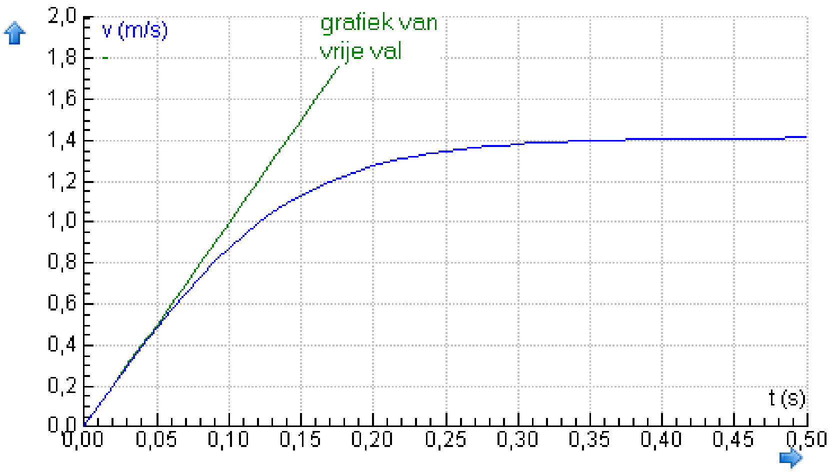
Opgaven 2.1 - Vallen in lucht en in vacuüm

1	*a*	$v(t) = g \cdot t \Rightarrow v(2) = g \cdot 2$ $v_{aarde}(2,5) = 9,8 \cdot 2,5 = 24,5 = 25$ m/s $v_{maan}(2,5) = 1,6 \cdot 2,5 = 4 = 4,0$ m/s $v_{Mars}(2,5) = 3,7 \cdot 2,5 = 9,25 = 9,3$ 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	$v(t) = g \cdot t = 3,7 \cdot t$ $h(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,7 \cdot t^2 = 1,85 \cdot t^2$	$3,7 \cdot t$ $1,85 \cdot t^2$
	d	$h(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ $h_{maan}(3,0) = \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 3,0^2 = 7,2 = 7,2$ m $h_{Mars}(3,0) = \frac{1}{2} \cdot 3,7 \cdot 3,0^2 = 16,6.. = 17$ m	7,2 m 17 m
	e		–
2	*a*	$h(1,6) = 0,52$ m	0,52 m
	b	$0,52 = k \cdot 1,6^2 \Rightarrow k = \frac{0,52 \text{ (m)}}{1,6^2 \text{ (s}^2)} = 0,203.. = 0,20$ m/s^2	0,20 m/s^2
	c	$v(t) = 0,40 \cdot t$, want $k = \frac{1}{2} a = 0,20 \Rightarrow a = 0,40$ m/s^2	$0,40 \cdot t$
3	*a*	$v_{Mars} = g \cdot t = 3,7 \cdot t$ $\Rightarrow h_{Mars}(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,7 \cdot t^2 = 1,85 \cdot t^2$	$1,85 \cdot t^2$
	b	De formule geldt niet voor Saturnus maar voor Neptunus. $h_{\text{Neptunus}} = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = 5,6 \cdot t^2$ $\Rightarrow v_{\text{Neptunus}}(t) = g \cdot t = 11,2 \cdot t$	$11,2 \cdot t$
4	*a*	Binas tabel 31: $g_{Europa} = 1,45$ m/s^2	1,45 m/s^2

	b	$v_{Europa}(t) = g \cdot t = 1{,}45 \cdot t$ $h_{Europa}(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}45 \cdot t^2 = 0{,}725 \cdot t^2$	1,45· t 0,725· t^2
5	***a***	$\Delta v = g \cdot \Delta t = 9{,}8 \cdot 2{,}4 = 23{,}5..$ 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
6	***a***	$v(t) = g \cdot t \Rightarrow v(0{,}5) = 9{,}8 \cdot 0{,}5 = 4{,}9 = 4{,}9$ 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

7 ***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
8	***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	–
9	***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)	–
10	***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

11	***a***	$h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t=\sqrt{\frac{2h}{g}}==\sqrt{\frac{2\cdot 1{,}40}{9{,}81}}=0{,}5342..=0{,}534\text{ s}$	0,534 s
	b	$v(t)=g\cdot t \Rightarrow v(0{,}524..)=9{,}81\cdot 0{,}5342..=5{,}240..=5{,}24\text{ m/s}$	5,24 m/s
	c	*1e manier* $v_{nieuw}=1{,}25\cdot v_{oud}=1{,}25\cdot 5{,}240..=6{,}551..\text{ m/s}$ Daarbij hoort $t=\frac{v}{g}=\frac{6{,}551..}{9{,}81}=0{,}6678..\text{ s}$ en $h=\frac{1}{2}g\cdot t^2=\frac{1}{2}\cdot 9{,}81\cdot 0{,}6678..^2=2{,}1875=2{,}19\text{ m}$	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 $h_{nieuw}=1{,}25^2\cdot h_{oud}=1{,}25^2\cdot 1{,}40=2{,}1875=2{,}19\text{ m}$	2,19 m
12	***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/s²
	c	$h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t=\sqrt{\frac{2h}{g}}==\sqrt{\frac{2\cdot 280\cdot 10^3}{1{,}67}}=579{,}0..$ $v=g\cdot t=1{,}67\cdot 579{,}0..=967{,}0..=967\text{ m/s}$	967 m/s
13	***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
14	***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
15		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
16	***a***	$h=\frac{1}{2}g\cdot t^2 \Rightarrow t_{val}=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\cdot 110}{9{,}81}}=4{,}735..\text{ s}$ $v=g\cdot t_{val}=9{,}81\cdot 4{,}735..=46{,}45..=46{,}5\text{ m/s}$	46,5 m/s

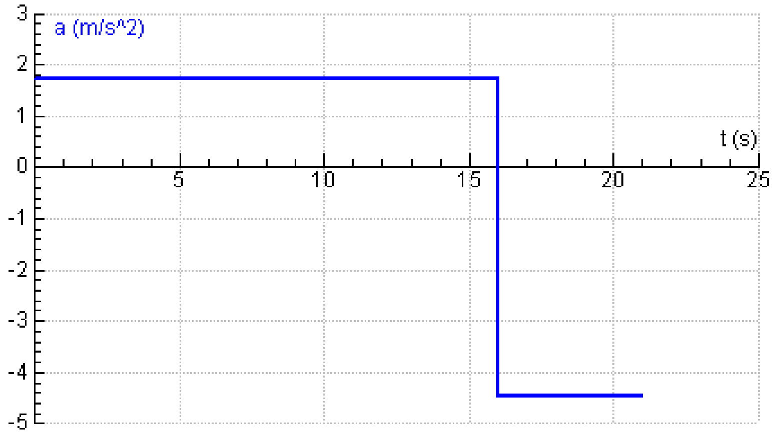
	b	$v(t) = g \cdot t \Rightarrow t_{val} = \frac{v}{g} = \frac{13{,}7}{9{,}81} = 1{,}396..$ $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}396..^2 = 9{,}566.. = 9{,}57 \text{ m}$	9,57 m
	c	$v = g \cdot t = 28{,}02$ $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2}(g \cdot t) \cdot t = 40{,}00$ $\Rightarrow 40{,}00 = \frac{1}{2} \cdot 28{,}02 \cdot t \Rightarrow t = \frac{40{,}00}{14{,}01} = 2{,}8551..$ $\Rightarrow g = \frac{v}{t} = \frac{28{,}02}{2{,}8551} = 9{,}8140.. = 9{,}814 \text{ m/s}^2$	9,814 m/s^2
17	**a**	$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t_{val} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8{,}6}{9{,}81}} = 1{,}32.. = 1{,}3 \text{ s}$	1,3 s
	b	Gedurende de val van het pakje vaart de boot met constante snelheid $v = \frac{s}{t} = \frac{5{,}0}{1{,}32..} = 3{,}77.. = 3{,}8 \text{ m/s}$	3,8 m/s

Opgaven 2.2 – Optrekken en remmen

18	***a***	54 km/h = $\frac{54000\text{ m}}{3600\text{ s}} = \frac{15\text{ m}}{1\text{ s}} = 15$ m/s of 54 km/h ($\div 3{,}6 =$) = 15 m/s 18 km/h = $\frac{18000\text{ m}}{3600\text{ s}} = \frac{5\text{ m}}{1\text{ s}} = 5$ m/s of 18 km/h ($\div 3{,}6 =$) = 5 m/s	15 m/s 5 m/s
	b	$\Delta v = 5 - 15 = -10$ m/s $\Delta t = 3$ s	
	c	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10}{3} = -3{,}3.. = -3\text{ m/s}^2$	-3 m/s^2
19	***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/ c	Linksboven: $v(t) = 20 \Rightarrow x(t) = 20 \cdot t$ Rechtsboven: $v(t) = 2{,}0 \cdot t \Rightarrow x(t) = 1{,}0 \cdot t^2$ Linksonder: $x(t) = 2{,}0 \cdot t \Rightarrow v(t) = 2{,}0$ Rechtsonder: $x(t) = 0{,}20 \cdot t^2 \Rightarrow v(t) = 0{,}40 \cdot t$	–
20	***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	$\Delta v = 20\text{ km/h} = \frac{20}{3{,}6} = 5{,}55.. = 5{,}6$ 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 m/s^2
21	***a***	*1^e manier:* via de gemiddelde snelheid $v_{gem} = \frac{(0+100)\text{ km/h}}{2} = 50\text{ km/h} = \frac{50}{3{,}6} = 13{,}8..$ m/s $x = v_{gem} \cdot t = 13{,}8.. \cdot 16 = 222{,}.. = 2{,}2 \cdot 10^2$ m *2^e manier:* via de versnelling en de x(t) − formule $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100\text{ km/h}}{16\text{ s}} = \frac{27{,}7..\text{ m/s}}{16\text{ s}} = 1{,}73..\text{ m/s}^s$ $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}73.. \cdot 16^2 = 222{,}.. = 2{,}2 \cdot 10^2$ m	2,2·10^2 m

b

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



–

22 ***a***

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

De versnelling *a* is −4 m/s^2.
Gevraagd wordt de vertraging. Die is dus 4 m/s^2.

a = −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 $20\text{ m/s}(\times 3{,}6) = 72\text{ km/h}$

72 km/h

c

1^e manier: via de gemiddelde snelheid

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

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

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

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

50 m

23 ***a***

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

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

64 m

b

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

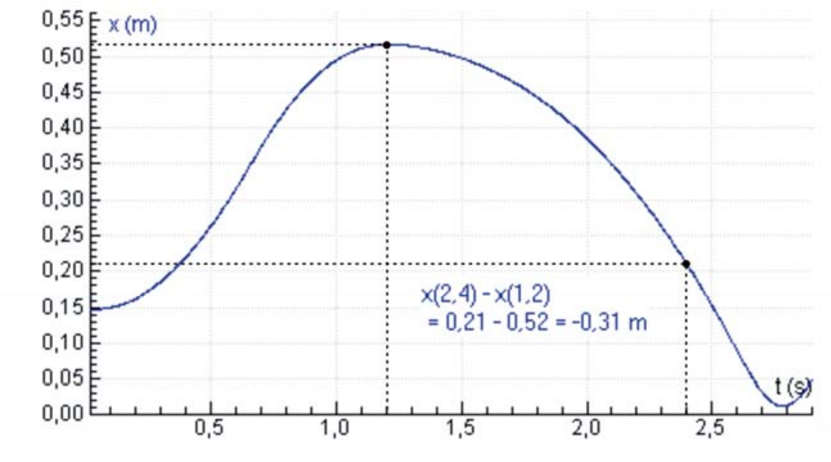
6,0 m/s^2

c

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

0,62

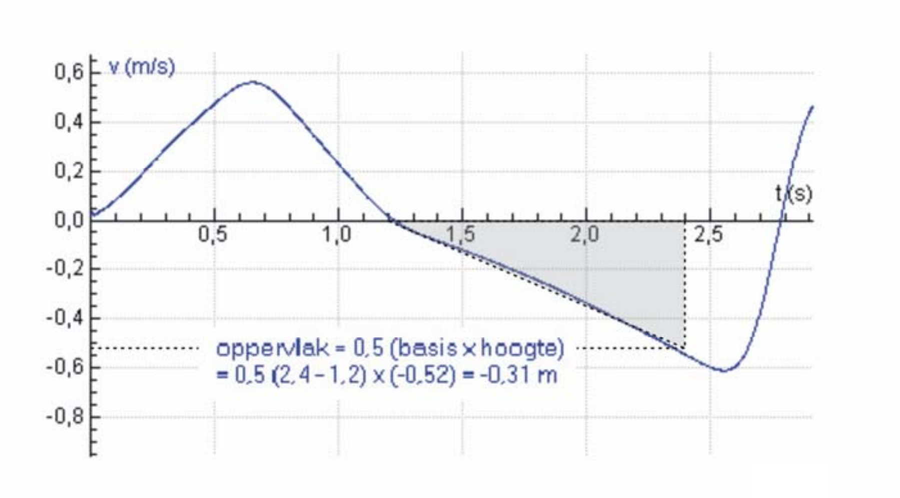
24 ***a*** *1^e manier:* aflezen in de *x(t)*-grafiek



−0,31 m

$\Delta x(1{,}2 \rightarrow 2{,}4) = 0{,}21 - 0{,}52 = -0{,}31$ m

2^e manier: oppervlak bepalen onder de *v(t)*-grafiek



−0,31 m

Δx = oppervlak driehoek

$= \frac{1}{2} \cdot \text{basis} \cdot \text{hoogte} = \frac{1}{2} \cdot (2{,}4 - 1{,}2) \cdot (-0{,}52) = -0{,}31 = -0{,}31$ m

b Raaklijn in *v(t)*-grafiek $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0{,}68 - (-1{,}0)}{3{,}0 - 2{,}3} = \frac{1{,}68}{0{,}7} = 2{,}4$ m/s^2

vergelijken met aflezen in *a(t)*-grafiek: 2,4 m/s^2

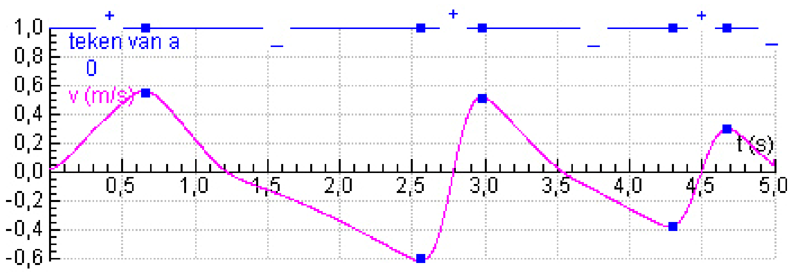
–

Raaklijn in *x(t)*-grafiek $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0{,}15 - 0{,}35}{4{,}4 - 2{,}8} = \frac{-0{,}20}{1{,}6} = -0{,}125 = -0{,}13$ m/s

vergelijken met aflezen in *v(t)*-grafiek: −0,12 m/s

–

c



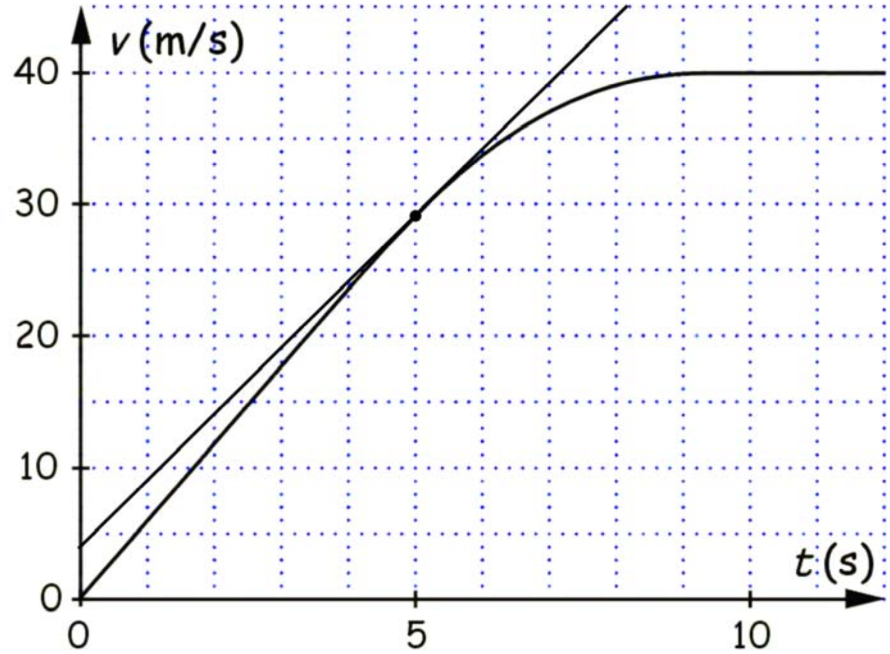
–

25 ***a*** Versnelling is constant in de eerste 4 seconden.

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20-0}{3,4-0} = \frac{20}{3,4} = 5,88.. = 5,9 \text{ m/s}^2$

5,9 m/s^2

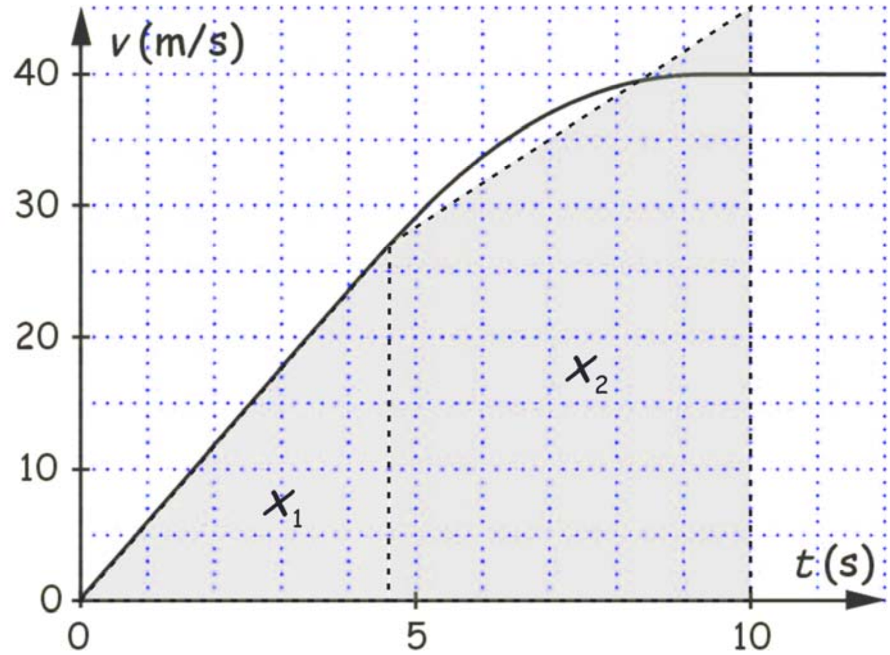
b



$a(5) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{45-4}{8,2-0} = \frac{41}{8,2} = 5,0 \text{ m/s}^2$

5,0 m/s^2

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



2,6·10^2 m

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

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

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

d "De film terugdraaien"
Eerst de remtijd berekenen:

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

Dan óf

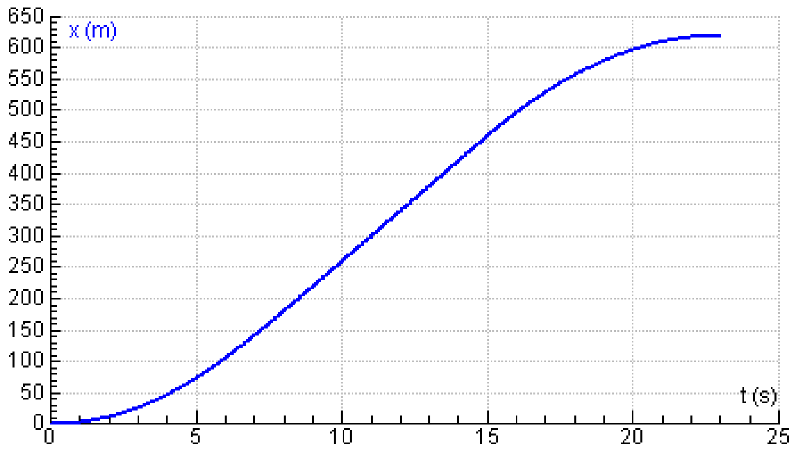
$$x_{rem} = \tfrac{1}{2} a \cdot t^2 = \tfrac{1}{2} \cdot 5{,}0 \cdot 8{,}0^2 = 160 = 1{,}6 \cdot 10^2 \text{ m}$$

óf

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

$1{,}6 \cdot 10^2$ m

e



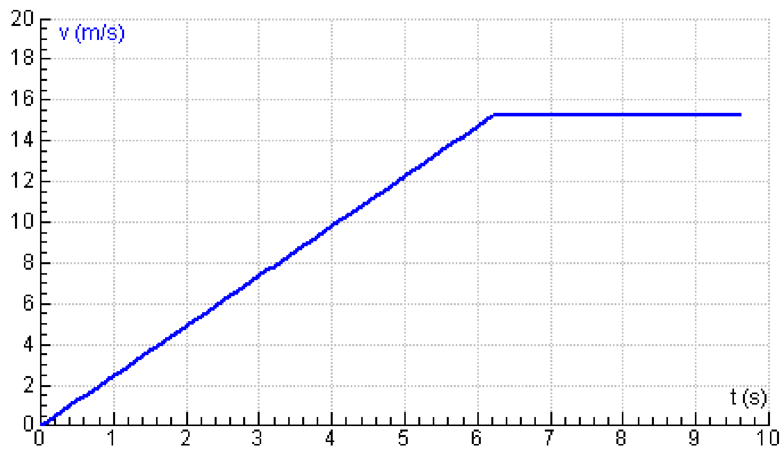
–

26 a

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

6,1 s

b



c

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

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

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

46 m

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

9,7 s

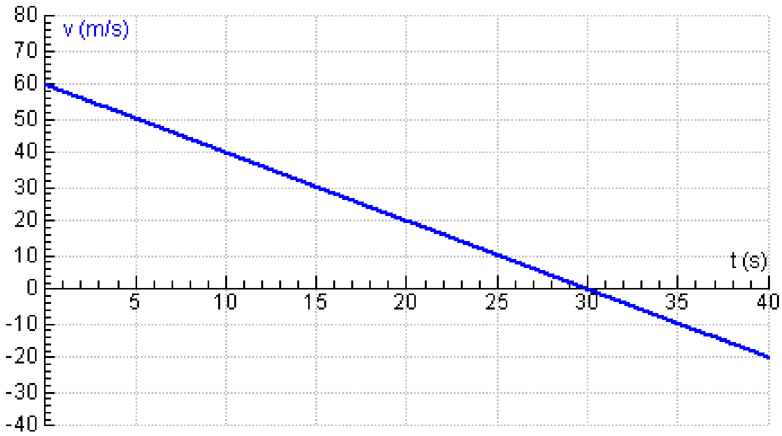
27 ***a***

$$v_{gem} = \frac{60+0}{2} = 30 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow x = v_{gem} \cdot t = 30 \cdot 30 = 900 = 9{,}0 \cdot 10^2 \text{ m}$$

$9{,}0 \cdot 10^2$ m

b



–

Na 30 s, als de motor nog steeds ‘in de achteruit’ staan, rijdt het vliegtuig achteruit.

28 ***a***

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

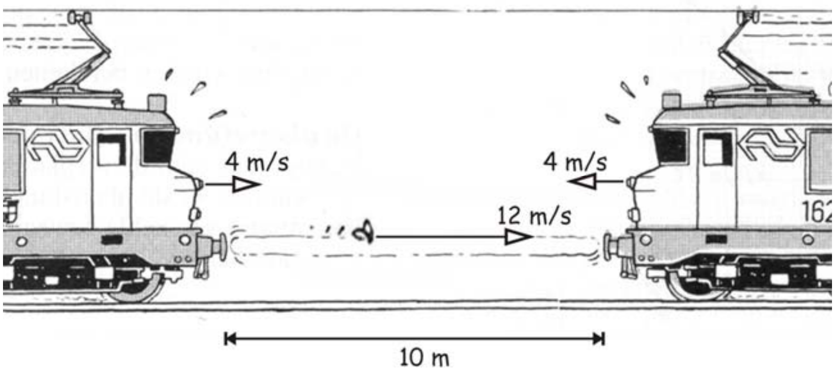
$2{,}5$ m/s^2

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

29 ***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

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/s^2)	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

–

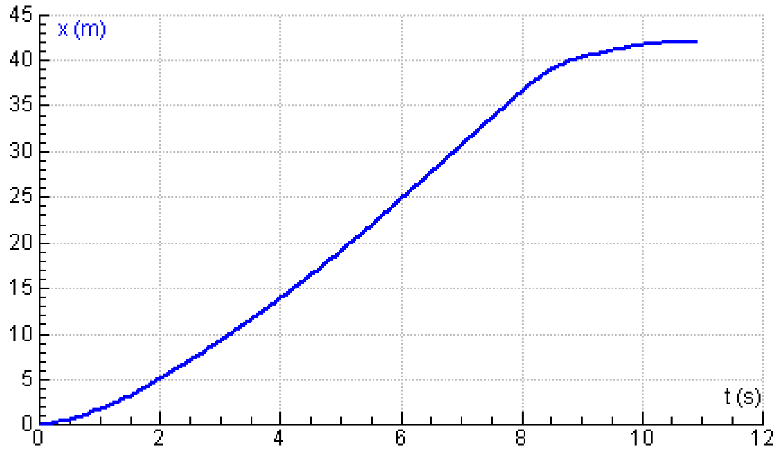
c

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

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

43 m
3,9 m/s

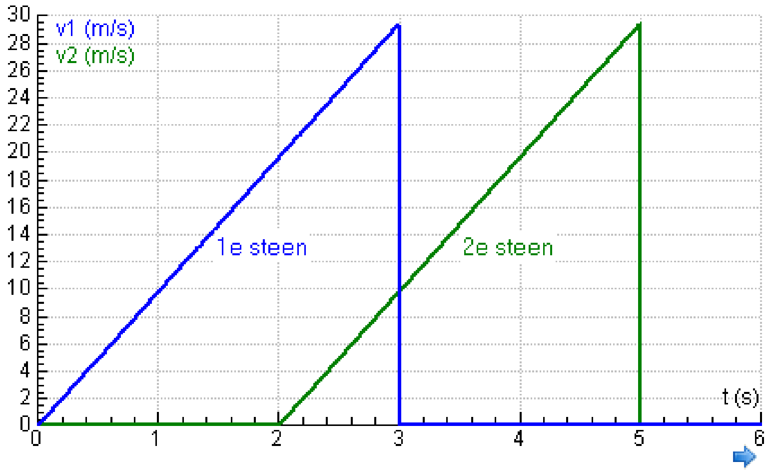
d



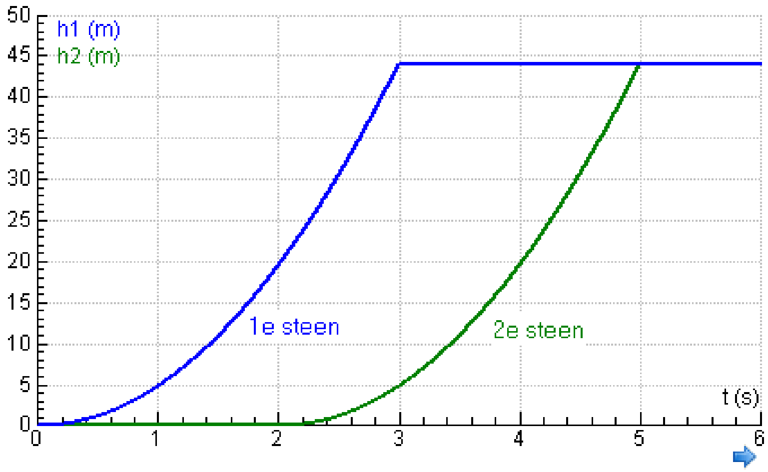
–

Opgaven hoofdstuk 2

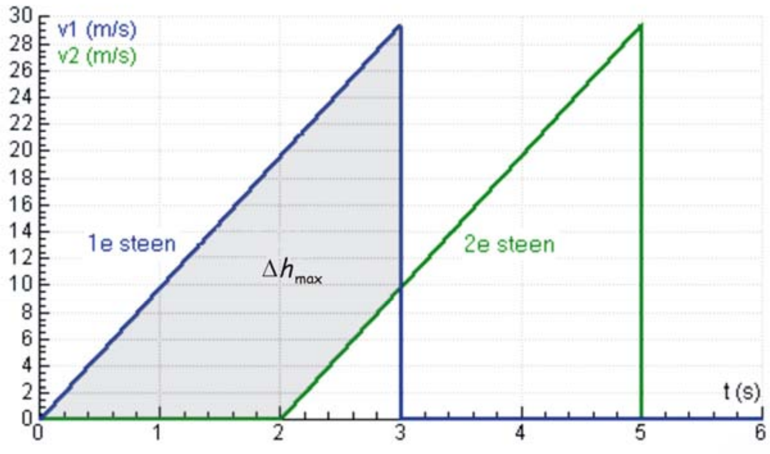
31 ***a***



b



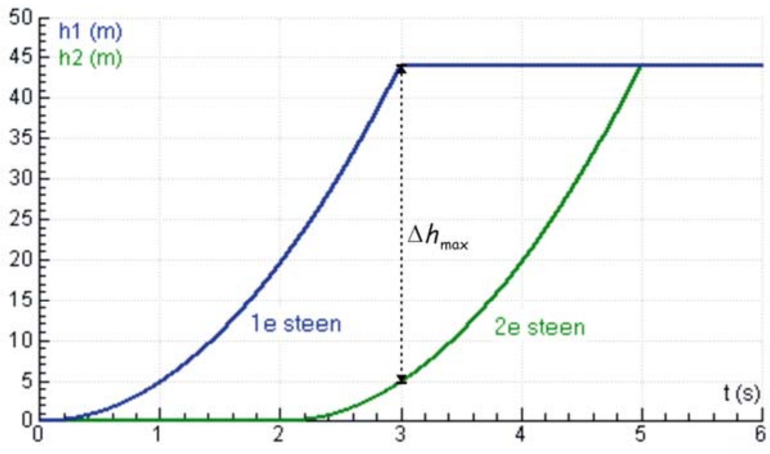
c Tot t = 3 s is de snelheid van de 1e steen groter dan die van de 2e steen, daarna kleiner. Op t = 3 s zal de onderlinge afstand dus het grootst zijn.



Dan $h_1 = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8 \cdot 3^2 = 44{,}1$ m en $h_2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8 \cdot 1^2 = 4{,}9$ m

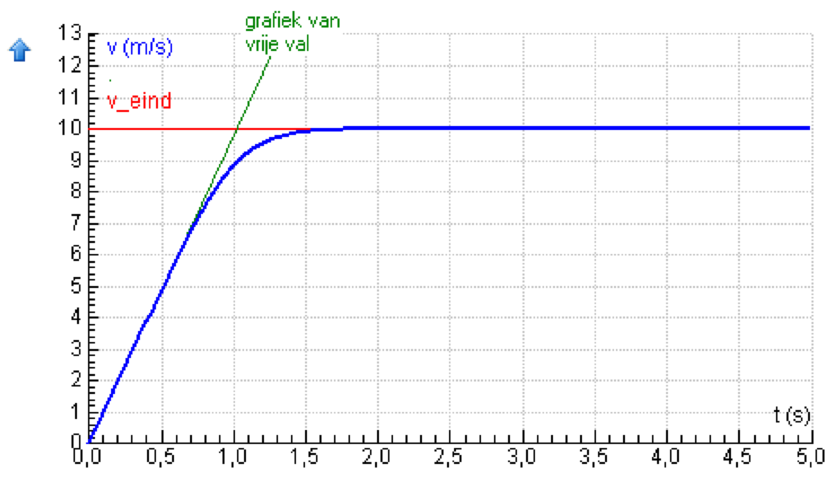
dus grootste onderlinge afstand $\Delta h = 44{,}1 - 4{,}9 = 39{,}2 = 39$ m

39 m

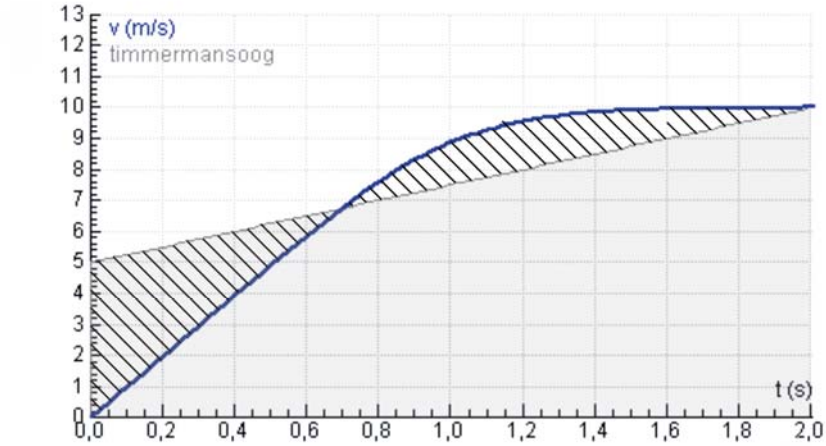


32 ***a*** Aan het begin heeft de luchtweerstand nog geen invloed en de grafiek valt samen met die voor de vrije val: $v = 9{,}8 \cdot t$

b In de laatste 3 seconden is de snelheid constant: 10 m/s.



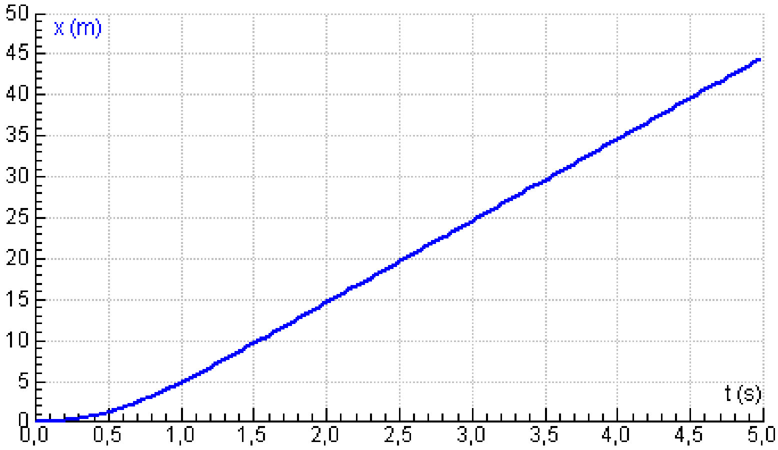
c In v(t)-grafiek hulplijn (timmermansoog) van (0; 5) naar (2; 10).



15 m

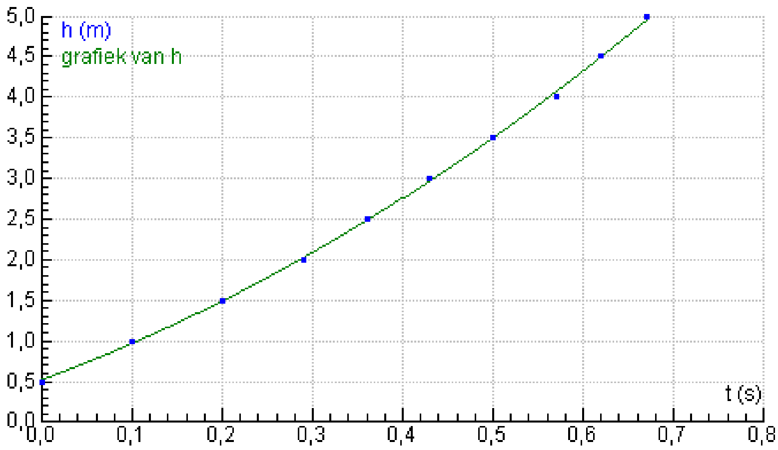
Grijze oppervlak: $\Delta h = v_{gem} \cdot t = \dfrac{5{,}0+10}{2} \cdot 2{,}0 = 15\ \text{m}$

d De *x(t)*-grafiek begint als parabool, tot $t \approx 0{,}5$ s.
Vanaf t = 2,0 s is de grafiek een rechte lijn.



–

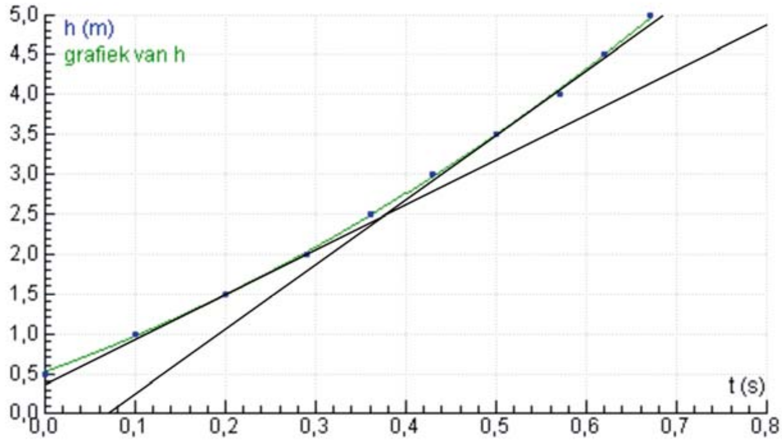
33 ***a***



–

.

b



Helling van de raaklijnen bepalen:

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

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

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

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

34 ***a*** Het stuk perspex valt steeds sneller. De gelijke afstanden links zullen in steeds kortere tijd afgelegd worden. De tijdsduur tussen twee verduisteringen zal steeds korter worden, zoals in registratie 2 te zien is.
(N.B. De duur van elke verduistering wordt in beide registraties steeds korter.) — –

b In 205 ms is de valhoogte $h(0,205) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 0,205^2 = 0,2061..$

Deze afstand is verdeeld in 5 gelijke stukken van $\dfrac{0,2061..}{5} = 0,0412.. = 0,041 \text{ m}$ — 4,1 cm

c De tijd tussen elke twee opeenvolgende verduisteringen is $\frac{0{,}205}{5} = 0,041 \text{ s}$

$h_1 = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 0,041^2 = 0,00824.. = 0,0082 \text{ m} = 0,82 \text{ cm}$

Omdat $h \sim t^2$ geldt verder

$h_2 = 2^2 \cdot h_1 = 4 \cdot 0,824.. = 3,29.. = 3,3 \text{ cm};\ h_2 - h_1 = 3,3 - 0,8 = 2,5 \text{ cm}$

$h_3 = 3^2 \cdot h_1 = 9 \cdot 0,824.. = 7,42.. = 7,4 \text{ cm};\ h_3 - h_2 = 7,4 - 3,3 = 4,1 \text{ cm}$

$h_4 = 4^2 \cdot h_1 = 16 \cdot 0,824.. = 13,19.. = 13,2 \text{ cm};\ h_4 - h_3 = 13,2 - 7,4 = 5,8 \text{ cm}$

$h_4 = 5^2 \cdot h_1 = 25 \cdot 0,824.. = 20,61.. = 20,6 \text{ cm};\ h_5 - h_4 = 20,6 - 13,2 = 7,4 \text{ cm}$

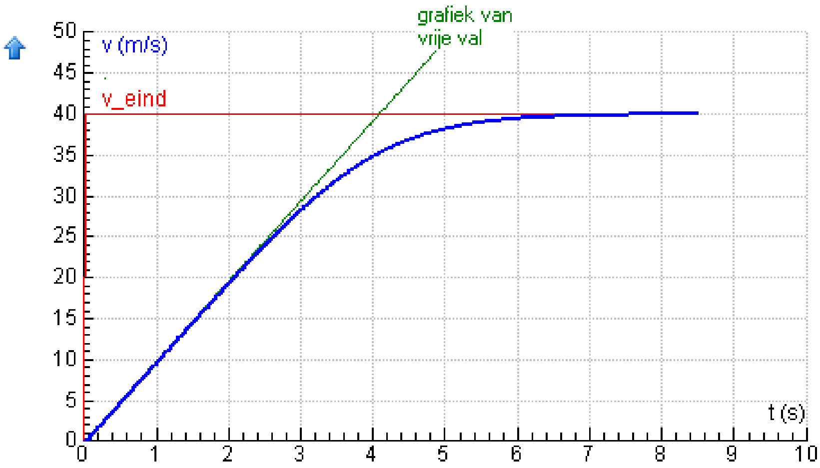
0,8 cm
2,5 cm
4,1 cm
5,8 cm
7,4 cm

35 ***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 $v = g \cdot t = 9,81 \cdot 7,139.. = 70,03.. = 70,0 \text{ m/s}$ — 70,0 m/s

c De valtijd zal langer zijn en de eindsnelheid lager. — –

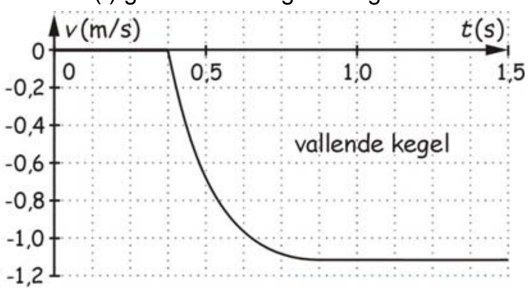
d Het oppervlak onder de *v(t)*-grafiek staat voor een afstand van 250 m in 8,5 s.



36 **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. — 1,50 m

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.

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

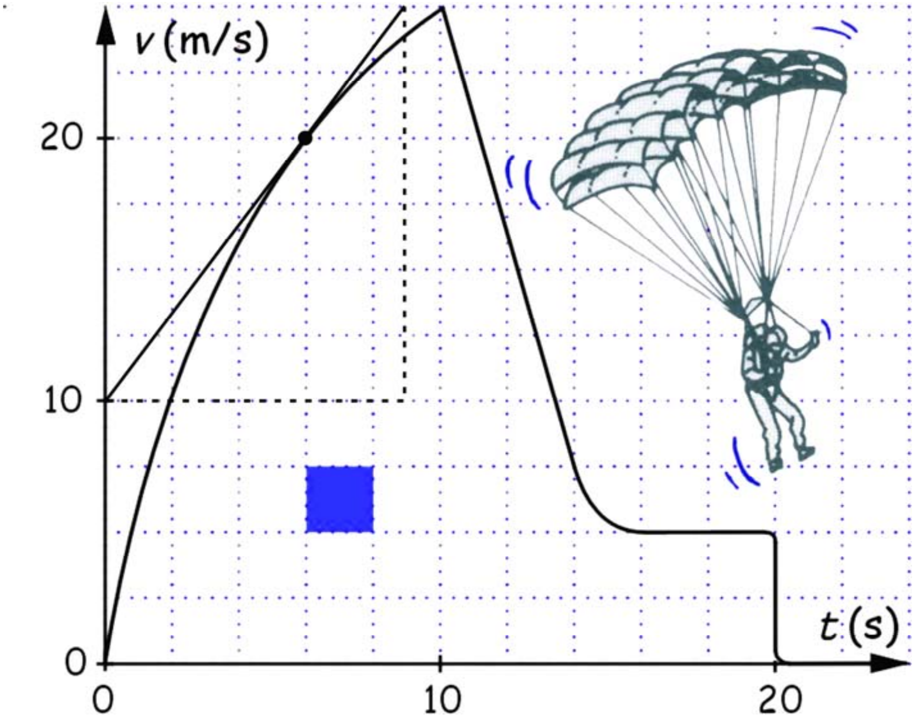


c De grote kegel heeft een grotere massa (is zwaarder), zou dus eerder beneden kunnen zijn.
Maar de grote kegel heeft ook een groter oppervlak, zal daardoor meer luchtweerstand ondervinden en dus later beneden kunnen zijn. — –
Omdat de kegels van dezelfde papiersoort zijn gemaakt en dezelfde vorm hebben, 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.

d Ook de kleine kegel wiebelt, zelfs vaker tijdens de val. Gemiddeld is zijn frontale oppervlak daardoor kleiner.
Hij heeft dus iets minder last van luchtweerstand en zijn eindsnelheid zal net iets groter zijn. — –

37 ***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.



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25-10}{9-0} = \frac{15}{9} = 1{,}7\ \text{m/s}^2$$

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

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

1,7 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: $53 \times 5{,}0 = 265 = 2{,}7 \cdot 10^2\ \text{m}$ 2,7·10^2 m

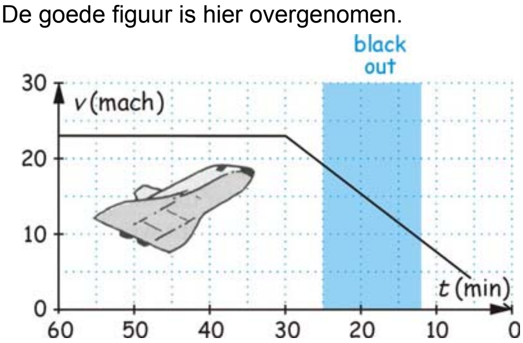
f

–

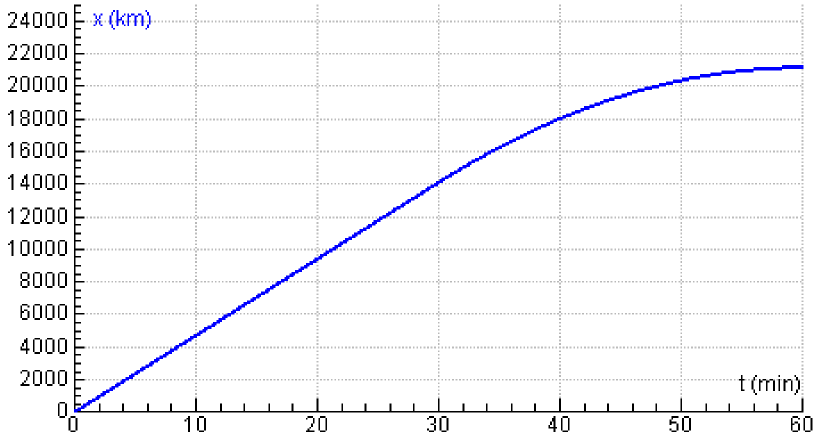
38 a $h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \cdot 12{,}0}{1{,}0^2} = 24\ \text{m/s}^2$ 24 m/s^2

b $h(1{,}5) = \frac{1}{2} \cdot 24{,}0 \cdot 1{,}5^2 = 27\ \text{m}$ 27 m

$h(2{,}0) = \frac{1}{2} \cdot 24{,}0 \cdot 2{,}0^2 = 48\ \text{m}$ 48 m

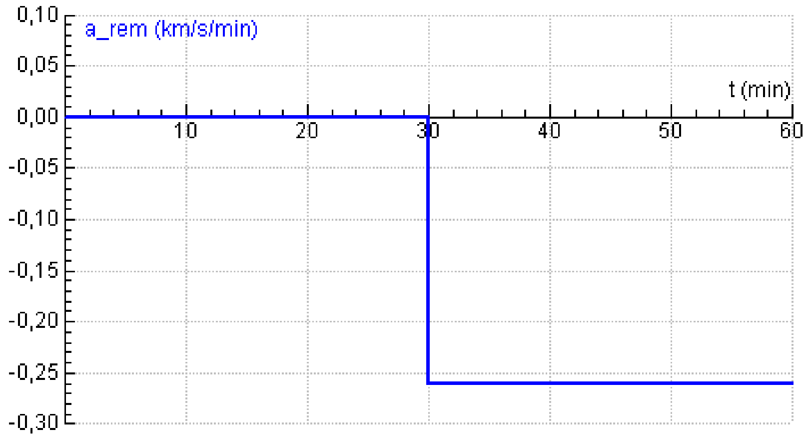
	c	Zonder weerstand van de dampkring zou $h(3,0) = \frac{1}{2} \cdot 24,0 \cdot 3,0^2 = 108\text{ m}$ Er is dus merkbare invloed van die weerstand. Die invloed is groter naarmate de snelheid groter is. Dus is *h*(2,0) minder betrouwbaar dan *h*(1,5).	–
39	*a*	$\frac{22}{18} = 1,22.. = 1,2\text{ s}$	1,2 s
	b	$v = g \cdot t = 9,81 \cdot 1,22.. = 11,9.. = 12\text{ m/s}$	12 m/s
	c	Ware grootte $\Delta x = v \cdot \Delta t = 11,9.. \cdot 0,03 = 0,359..\text{ m}$ Projectie op het scherm is half zo groot: 0,18 m	18 cm
40		De versnelling is 20 knopen per uur, dus 1 knoop per 3 minuten. De snelheidstoename is 18 – 16 = 2 knopen. Die wordt bereikt na 2 x 3 = 6 minuten.	6 minuten
		Of met formules: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{2\text{ knopen}}{20\text{ knopen/uur}} = 0,1\text{ uur}$ (N.B. 1 knoop = 1 zeemijl/uur =1852 m/h = 0,5144.. m/s)	6 minuten
41	*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	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,312.. - 0,5}{0,61 - 0,36} = -0,75\text{ m/s}^2$	$-0,75\text{ m/s}^2$
42	*a*	Binas tabel 15A. 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.  $v_{gem} = \frac{19,16.. + 9,2..}{2} = 14,18..\text{ mach } = 14,18.. \times 3,4 \cdot 10^2 = 4822,..\text{ m/s}$ $\Delta t = 25 - 12 = 13\text{ min } = 13 \cdot 60 = 780\text{ s}$ $\Rightarrow \Delta x = v_{gem} \cdot \Delta t = 4822,.. \cdot 780 = 3,76.. \cdot 10^6 = 3,8.10^6\text{ m}$	$3,8 \cdot 10^3$ km

c



–

d



–

43 ***a***

$$v_{gem,A} = \frac{\Delta x}{\Delta t_A} = \frac{40{,}0 \cdot 10^{-3}}{42 \cdot 10^{-3}} = 0{,}952.. = 0{,}95 \text{ m/s}$$

$$v_{gem,B} = \frac{\Delta x}{\Delta t_B} = \frac{40{,}0 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 10^{-3}} = 2{,}22.. = 2{,}2 \text{ m/s}$$

0,95 m/s
2,2 m/s

b

$\Delta v = 2{,}22.. - 0{,}952.. = 1{,}269..$ m/s

$\Delta t = t_{AB} - \frac{1}{2}\Delta t_A + \frac{1}{2}\Delta t_B = 468 - 21 + 9 = 456$ ms

$$\Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1{,}269}{0{,}456} = 2{,}784.. = 2{,}8 \text{ m/s}^2$$

2,8 m/s^2

N.B. $\Delta t = t_{AB} - \frac{1}{2}\Delta t_A + \frac{1}{2}\Delta t_B = 468 - 21 + 9 = 456$ ms (vergelijk opgave 41) want $v_{gem,A}$ en $v_{gem,B}$, berekend bij ***a***, gelden voor het midden van de tijdsintervallen Δt_A en Δt_B

c

$$v_{gem,AB} = \frac{v_A + v_B}{2} = \frac{0{,}952.. + 2{,}22..}{2} = 1{,}587.. = 1{,}6 \text{ m/s}$$

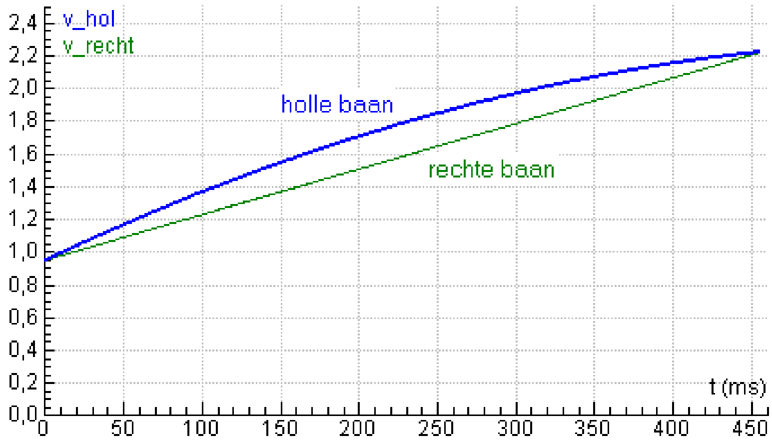
1,6 m/s

d

$$x_{AB} = v_{gem,AB} \cdot \Delta t = 1{,}587.. \cdot 0{,}456 = 0{,}723.. = 0{,}72 \text{ m}$$

0,72 m

e Als de helling hol is, is de snelheidstoename bij A groter en die bij B kleiner dan wanneer de helling vlak is. De v(t)-grafiek loopt dan bol, niet recht.



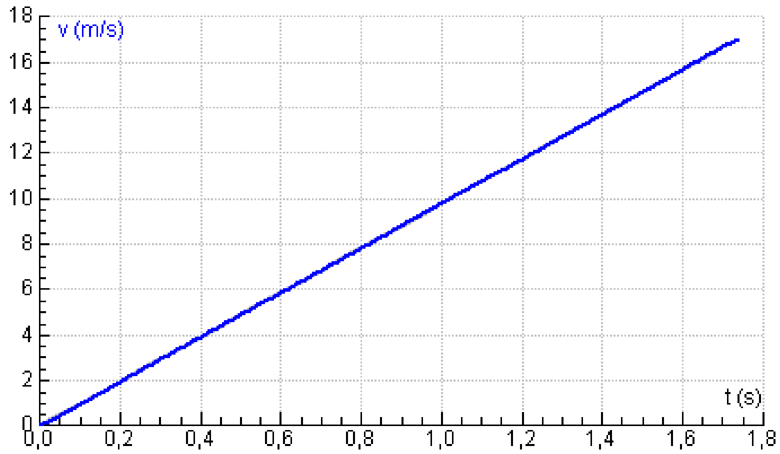
Het oppervlak onder de bolle grafiek is groter dan dat onder de rechte grafiek. De afstand AB zou dan langer zijn dan bij ***d***. berekend is.

Toets

1 Visvangst

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

b¹



–

b² $v = g \cdot t = 9{,}81 \cdot 1{,}74.. = 17{,}1.. = 17 \text{ m/s}$ — 17 m/s

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

1e manier:

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

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

2e manier:

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 $16{,}1.. \cdot 0{,}20 = 3{,}23.. = 3{,}2 \text{ m}$.

2 Bepaal *g*

a $T = \frac{60 \text{ s}}{78} = 0{,}769.. = 0{,}77 \text{ s}$ — 0,77 s

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

3 Knikkergoot

a Het oppervlak onder *v*(*t*)-grafiek staat voor de verplaatsing. Het is rechts van de top (beweging omhoog) kleiner dan links van de top (beweging omlaag).

b Opp. driehoek $x = \frac{1}{2} \cdot \text{basis} \cdot \text{hoogte} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}40 \cdot 2{,}0 = 0{,}4 = 0{,}40 \text{ m}$ — 0,40 m

c Gebruik op t = 0 s het rechte deel van de grafiek:

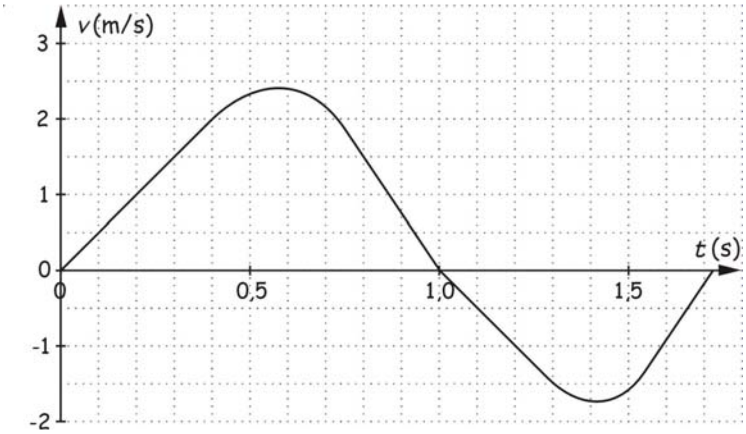
helling $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{2{,}0 - 0{,}0}{0{,}40 - 0{,}00} = 5 = 5{,}0 \text{ m/s}^2$

Gebruik op t = 0,7 s de raaklijn aan de grafiek:

helling $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{0{,}50 - 3{,}50}{1{,}10 - 0{,}40} = \dfrac{-3{,}00}{0{,}70} = -4{,}28.. = -4{,}3 \text{ m/s}^2$

5,0 m/s^2
−4,3 m/s^2

d De versnelling schuin omlaag is groter dan de versnelling schuin omhoog: in het omkeerpunt toont de *v(t)*-grafiek een knik.



–