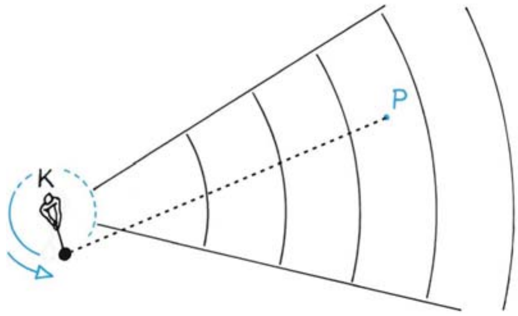
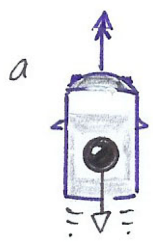
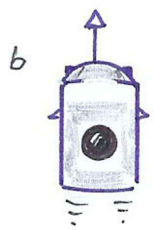
		Opgaven 3.1 – De traagheidswet van Newton	
1		Trek de raaklijn vanuit P aan de draaicirkel. 	–
2		De auto reed naar rechts. Net als het vallende blik verf. Je ziet dat de verf naar rechts verspreid is.	–
3		Moeilijker. Een leeg glas heeft een kleinere massa, is minder 'traag'. Het komt gemakkelijker in beweging en zal gemakkelijker omvallen.	–
4	***a***	De munt zal de kracht van de kaart niet lang genoeg voelen en nauwelijks in beweging komen. Maar als de kaart weg is, valt de munt.	–
	b	Neen. In de ruimte (gewichtloosheid) zal de munt blijven zweven boven het glas.	–
5	***a***	Je lepel zo snel onder de aardbei schuiven, dat die geen tijd krijgt om opzij te rollen.	–
	b	Snel trekken. De grote rol komt veel moeilijker in beweging dan het ene velletje waar je aan trekt.	–
6	***a***	De traagheid van het stof. De (zware) mat krijgt snelheid, maar staat ineens stil. Het stof schiet door en de mat blijft schoon achter.	–
	b	De traagheid van de vis. De reiger laat de vis even los. Die is door zijn traagheid nog nauwelijks in beweging gekomen als de reiger zijn bek snel naar voren beweegt om de vis heen.	–
	c	De traagheid van de as. Als je de sigaar tegen de rand van de asbak tikt wordt de sigaar zelf tegengehouden, maar de askegel schiet door door en breekt af.	–
7	***a***	De bal rolt op de vloer van de auto naar achteren. (Eigenlijk rijdt de autovloer onder de bal weg naar voren.) 	–
	b	De bal ligt stil op de vloer. 	–

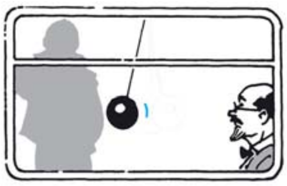
c De bal rolt over de vloer met een bocht links naar voren.
(De bal wil gewoon rechtdoor gaan. Eigenlijk rijdt de autovloer onder de bal naar rechts.)

c

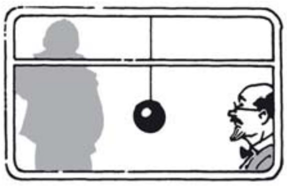
8 ***a*** Bij een botsing van achteren.
De hoofdsteun voorkomt dat je hoofd achter blijft bij je bovenlijf, dus achterover klapt (met kans op een whiplash)

b Bij een botsing van voren.
De autogordel voorkomt dat je doorschiet door de voorruit heen.

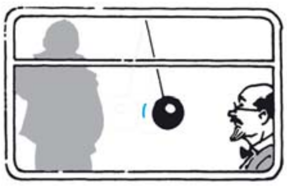
9 ***a*** De slinger blijft achter, hangt schuin naar achter (naar links dus).



b De slinger hangt stil omlaag.

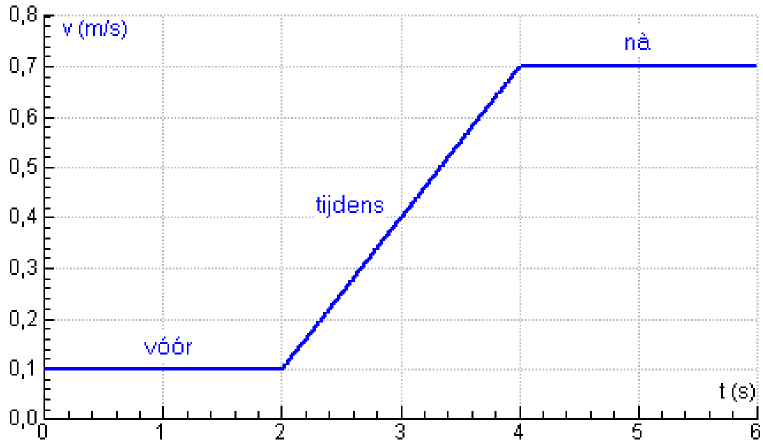


c De slinger schiet door, hangt schuin naar voren (naar rechts dus).

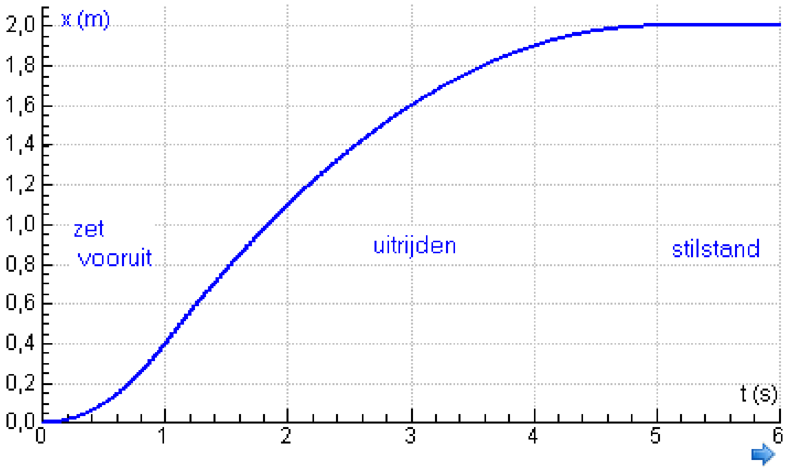


10 In de figuur links ligt het zwaartepunt van de hamer verder van je vingertop. De bovenkant van de hamer (meer massa, dus trager) valt daar minder snel opzij. Je hebt meer tijd om je vinger opnieuw onder het zwaartepunt te brengen.

Opgaven 3.2 – De krachtwet van Newton

11		De massa van een motor is kleiner dan die van een auto. De motor is minder ‘traag’, zijn snelheid verandert makkelijker	–
12	***a***	$\Sigma F = m \cdot a = 0{,}800 \cdot 6{,}4 = 5{,}12 = 5{,}1 \text{ N}$	5,1 N
	b	$\Sigma F = m \cdot a \Rightarrow a = \dfrac{\Sigma F}{m} = \dfrac{1{,}2}{0{,}800} = 1{,}5 \text{ m/s}^2$ $v = a \cdot t \Rightarrow v(0{,}70) = 1{,}5 \cdot 0{,}70 = 1{,}05 = 1{,}1 \text{ m/s}$	1,1 m/s
13	***a***	Naar rechts. De propeller, waarop een kracht naar links werkt, zet zich af tegen de lucht.	–
	b	$\Sigma F = \vec{F}_{propeller} + \vec{F}_w + \vec{F}_{trek,1} + \vec{F}_{trek,2} = 8 - 1 + 5 - 2 = 10 \text{ N}$, naar links	10 N
	c	$a = \dfrac{\Sigma F}{m} = \dfrac{10}{5} = 2 \text{ m/s}^2$, naar links	2 m/s^2
14	***a***	$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{0{,}70 - 0{,}10}{2{,}0} = 0{,}3 = 0{,}30 \text{ m/s}^2$	0,30 m/s^2
	b	$\Sigma F = m \cdot a = 0{,}500 \cdot 0{,}30 = 0{,}15 \text{ N}$	0,15 N
	c		–
15	***a***	$v =$ constant $\leftrightarrow a = 0 \leftrightarrow \Sigma F = 0$, dus de spierkracht is even groot als alle wrijvingskrachten samen.	even groot
	b	Met minder spierkracht zal bij de aanvankelijke snelheid de som van de wrijvingskrachten groter zijn. De snelheid neemt af. Maar ook $F_{w,\text{lucht}}$ wordt dan kleiner. Totdat bij een kleinere snelheid de som van de wrijvingskrachten weer even groot is geworden als de kleinere spierkracht. Je houdt nu die kleinere snelheid.	–
16		$\Sigma F = F_s - F_w = m \cdot a$ $\Rightarrow 1 - F_w = 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 0{,}4 \Rightarrow F_w = 1 - 0{,}4 = 0{,}6 \text{ N}$	0,6 N
17	***a***	$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0{,}22 \cdot t^2 \Rightarrow \frac{1}{2} a = 0{,}22 \Rightarrow a = 0{,}44 \text{ m/s}^2$ $\Sigma F = m \cdot a = 0{,}600 \cdot 0{,}44 = 0{,}264 = 0{,}26 \text{ N}$	0,44 m/s^2 0,26 N
	b	$\Sigma F = F_{propeller} - F_w$ $\Rightarrow 0{,}264 = F_{propeller} - 0{,}12 \Rightarrow F_{propeller} = 0{,}264 + 0{,}12 = 0{,}384 = 0{,}38 \text{ N}$	0,38 N

c



–

18 ***a*** *1^e manier:*

$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

$\Rightarrow 1{,}20 = \frac{1}{2} a \cdot (1{,}36)^2 = 0{,}9248 \cdot a \Rightarrow a = \dfrac{1{,}20}{0{,}9248} = 1{,}297.. = 1{,}30 \text{ m/s}^2$

1,30 m/s²

b $\Sigma F = F_{propeller} = m \cdot a = 0{,}700 \cdot 1{,}297.. = 0{,}9083.. = 0{,}908 \text{ N}$

0,908 N

19 ***a*** Met een balans wordt de massa bepaald.

$m = \dfrac{F_{z,Mars}}{g_{Mars}} = \dfrac{2{,}48}{3{,}7} = 0{,}670.. = 0{,}67 \text{ kg}$

0,67 kg

b Krachtmeter: $F_z = m \cdot g_{aarde} = 0{,}670.. \cdot 9{,}81 = 6{,}57 = 6{,}6 \text{ N}$

6,6 N

Balans: m = 0,67 kg, zoals overal.

0,67 kg

c Eerst de valversnelling op planeet X bepalen.

$h = \frac{1}{2} g_X \cdot t^2 \Rightarrow 1{,}80 = \frac{1}{2} g_X \cdot (0{,}80)^2 \Rightarrow g_X = \dfrac{2 \cdot 1{,}80}{(0{,}80)^2} = 5{,}62.. \text{ m/s}^2$

$m = \dfrac{F_z}{g_X} = \dfrac{4{,}0}{5{,}62..} = 0{,}711.. = 0{,}71 \text{ kg}$

0,71 kg

Opgaven 3.3 – De actie/reactiewet van Newton

20		De terugslag van die kanonnen zou het schip kunnen doen kapseizen.	–
21		De jongen zweeft! Dus jongen en boot oefenen geen kracht meer op elkaar uit. Dat gebeurde alleen tijdens de afzet. Toen duwde de jongen de boot naar achter en tegelijk duwde de boot de jongen even krachtig naar voren. 	–
22		De hand trekt de haardos van de baron omhoog. Maar tegelijk trekt de haardos de hand van de baron even krachtig omlaag. Deze twee krachten op de baron heffen elkaar op. De netto kracht op de baron is alleen de zwaartekracht. Hij zakt verder weg in het moeras.	–
23		De kogel en het geweer zouden een even grote versnelling krijgen. Immers, $F_{geweer \to kogel} = -F_{kogel \to geweer} \Rightarrow m_{kogel} \cdot a_{kogel} = -m_{geweer} \cdot a_{geweer}$ Met $m_{kogel} = m_{geweer}$ geeft dat $a_{kogel} = -a_{geweer}$	–
24	***a***	Iets weggooien. Of blazen. Door de terugslag kom je in beweging.	–
	b	Straalaandrijving van raketmotoren.	–
25	***a***	$F_{1 \to 2} = (-F_{2 \to 1}) = m_2 \cdot a_2 = 70 \cdot 1{,}0 = 70$ N	70 N
	b	$F_{2 \to 1} = m_1 \cdot a_1 \Rightarrow 70 = 50 \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{70}{50} = 1{,}4\ \text{m/s}^2$	1,4 m/s^2
26		Zowel op jou als op de kar werkt een kracht van 20 N. Eerst jouw snelheid: $F_{\text{op jou}} = m_{\text{jij}} \cdot a_{\text{jij}} \Rightarrow 20 = 50 \cdot a \Rightarrow a = \frac{20}{50} = 0{,}4\ \text{m/s}^2$ $v = a \cdot t \Rightarrow v(2{,}0) = 0{,}4 \cdot 2{,}0 = 0{,}8 = 0{,}80$ m/s Dan de snelheid van de kar: $F_{\text{op kar}} = m_{\text{kar}} \cdot a_{\text{kar}} \Rightarrow 20 = 30 \cdot a \Rightarrow a = \frac{20}{30} = 0{,}666..\ \text{m/s}^2$ $v = a \cdot t \Rightarrow v(2{,}0) = 0{,}666.. \cdot 2{,}0 = 1{,}33.. = 1{,}3$ m/s	0,80 m/s 1,3 m/s
27	***a***	Eerst de remkracht van de auto berekenen: $F_{rem} = m_{auto} \cdot a_{rem} = 1000 \cdot 6{,}3 = 6300 = 6{,}3 \cdot 10^3$ N Hiermee wordt de combinatie afgeremd: $F_{rem} = (m_{auto} + m_{caravan}) \cdot a_{rem}$ $\Rightarrow 6300 = (1000 + 800) \cdot a_{rem} \Rightarrow a_{rem} = \frac{6300}{1800} = 3{,}5\ \text{m/s}^2$	3,5 m/s^2
	b	Beide krachten van dit krachtenpaar zijn natuurlijk even groot.	–
	c	Meer stroomlijn betekent minder wrijving (die het remmen zou helpen). Met meer stroomlijn zal de remweg langer zijn.	–

Opgaven hoofdstuk 3

28

Als de wrijvingskracht even groot geworden is als de motorkracht, is de netto kracht op het vliegtuig 0 en verandert de snelheid van het vliegtuig niet meer.
Shaw dacht blijkbaar, net als Archimedes vroeger, dat voor het *handhaven* van snelheid een kracht nodig is. Wij weten inmiddels dat alleen voor een snelheids*verandering* een netto kracht nodig is.

–

29 ***a***

$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

$\Rightarrow 0{,}30 = \frac{1}{2} a \cdot 0{,}12^2 \Rightarrow a = \dfrac{2 \cdot 0{,}30}{0{,}144} = 41{,}6.. = 42 \text{ m/s}^2$

42 m/s²

b

$v = a \cdot t = 1{,}7 \cdot 0{,}12 = 0{,}204 = 0{,}20 \text{ m/s}$

0,20 m/s

30

Op het moment dat je gas terugneemt wordt de motorkracht kleiner dan de wrijvingskrachten. De brommer vertraagt (negatieve versnelling). De snelheid wordt kleiner.
Maar dan wordt ook de luchtwrijving kleiner. Totdat bij een bepaalde snelheid de motorkracht en de wrijvingskrachten weer even groot zijn en je met die kleinere constante snelheid verder rijdt.

–

31 ***a***

$F_{rem} = m \cdot a_{rem}$

$\Rightarrow 4{,}3 \cdot 10^5 = 23 \cdot 10^3 \cdot a_{rem} \Rightarrow a_{rem} = \dfrac{4{,}3 \cdot 10^5}{23 \cdot 10^3} = 18{,}6.. = 19 \text{ m/s}^2$

19 m/s²

b

Film terugdraaien met $v = 220 \text{ km/h} (\div 3{,}6) = 61{,}1.. \text{ m/s}$

$v = a \cdot t$

$\Rightarrow 61{,}1.. = 18{,}6.. \cdot t \Rightarrow t = \dfrac{61{,}1..}{18{,}6..} = 3{,}26.. = 3{,}3 \text{ s}$

3,3 s

c

1e manier: film terugdraaien

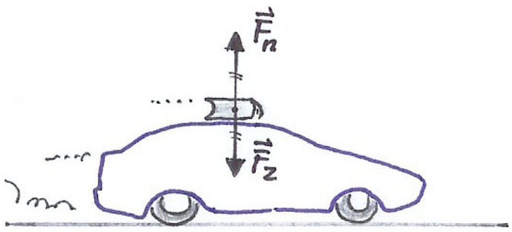
$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 18{,}6.. \cdot (3{,}26..)^2 = 99{,}8.. = 1{,}0 \cdot 10^2 \text{ m}$

2e manier: via de gemiddelde snelheid

$x = \bar{v} \cdot t = \dfrac{v_1 + v_2}{2} \cdot t = \dfrac{61{,}1.. + 0}{2} \cdot 3{,}26.. = 99{,}8.. = 1{,}0 \cdot 10^2 \text{ m}$

1,0·10² m

32 ***a***



–

b

Naar voren. De wrijving tussen de auto en het boek neemt het boek mee naar voren.

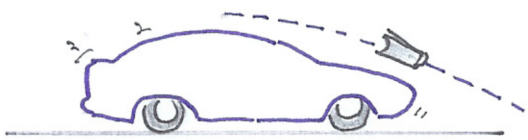
–

c

$F = m \cdot a = 0{,}500 \cdot 2{,}0 = 1 = 1{,}0 \text{ N}$

1,0 N

d



–

33 ***a***

$F_{propeller} = m \cdot a_{kar}$

$\Rightarrow 0{,}32 = 0{,}500 \cdot a_{kar} \Rightarrow a_{kar} = \dfrac{0{,}32}{0{,}500} = 0{,}64 \text{ m/s}^2$

0,64 m/s²

b

$x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

$\Rightarrow 1{,}20 = \frac{1}{2} a \cdot (2{,}55)^2 \Rightarrow a = \dfrac{2 \cdot 1{,}20}{6{,}50..} = 0{,}3690.. = 0{,}369 \text{ m/s}^2$

0,369 m/s²

c

$\Sigma F = F_{propeller} - F_w = m \cdot a$

$\Rightarrow 0{,}32 - F_w = 0{,}500 \cdot 0{,}3690.. \Rightarrow F_w = 0{,}32 - 0{,}1845.. = 0{,}135.. = 0{,}14 \text{ N}$

0,14 N

34 **a**

$v_{gem} = \dfrac{v_1 + v_2}{2} = \dfrac{0 + 1 \cdot 10^6}{2} = 0{,}5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

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

$\Rightarrow 0{,}05 = 0{,}5 \cdot 10^6 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \dfrac{0{,}05}{0{,}5 \cdot 10^6} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{1 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^{-7}} = 1 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$

$0{,}5 \cdot 10^6$ m/s
$1 \cdot 10^{-7}$ s
$1 \cdot 10^{13}$ m/s²

b

$F = m \cdot a = 1 \cdot 10^{-30} \cdot 1 \cdot 10^{13} = 1 \cdot 10^{-17} \text{ N}$

$1 \cdot 10^{-17}$ N

35 **a**

v constant, dus $\Sigma F = 0$,
dus $F_s = F_{w,water} + F_{w,lucht} = 85 + 5 = 90 \text{ N}$

90 N

b

$\Sigma F = F_s - F_{w,water} - F_{w,lucht} = m \cdot a$

$\Rightarrow F_s - 85 - 5 = 70 \cdot 0{,}60 \Rightarrow F_s = 70 \cdot 0{,}60 + 85 + 5 = 132 = 1{,}3 \cdot 10^2 \text{ N}$

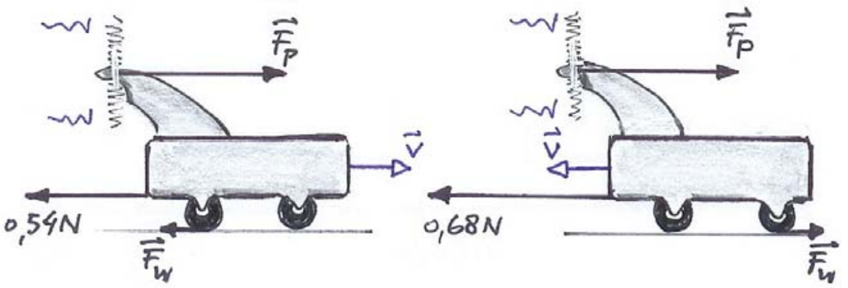
$1{,}3 \cdot 10^2$ N

36 **a**

In beide gevallen $v =$ constant $\Leftrightarrow \Sigma F = 0$

–

b



–

c

Als v naar rechts gericht is, werkt F_w naar links en er geldt

$\Sigma F = F_{propeller} - F_{trek} - F_w = F_{propeller} - 0{,}54 - F_w + = 0$

$\Rightarrow F_{propeller} - F_w = 0{,}54 \qquad (1)$

Als v naar links gericht is, werkt F_w naar rechts en er geldt

$\Sigma F = F_{propeller} - F_{trek} + F_w - = F_{propeller} - 0{,}68 + F_w + = 0$

$\Rightarrow F_{propeller} + F_w = 0{,}68 \qquad (2)$

Je hebt nu twee vergelijkingen met twee onbekenden:

F_p bereken je uit (2) + (1) =

$(F_{propeller} + F_w) + (F_{propeller} - F_w) = 2F_{propeller} = 0{,}68 + 0{,}54 = 1{,}22 \Rightarrow F_{propeller} = 0{,}61 \text{ N}$

F_w bereken je uit uit (2) - (1) =

$(F_{propeller} + F_w) - (F_{propeller} - F_w) = 2F_w = 0{,}68 - 0{,}54 = 0{,}14 \Rightarrow F_w = 0{,}07 \text{ N}$

0,61 N
0,07 N

37 **a**

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{10 - 0}{4{,}4 - 0} = 2{,}27.. = 2{,}3 \text{ m/s}^2$

2,3 m/s²

b

$\Sigma F = m \cdot a = 132 \cdot 2{,}27.. = 300 = 3{,}0 \cdot 10^2 \text{ N}$

$3{,}0 \cdot 10^2$ N

c

$\Sigma F = F_{motor} - F_w$

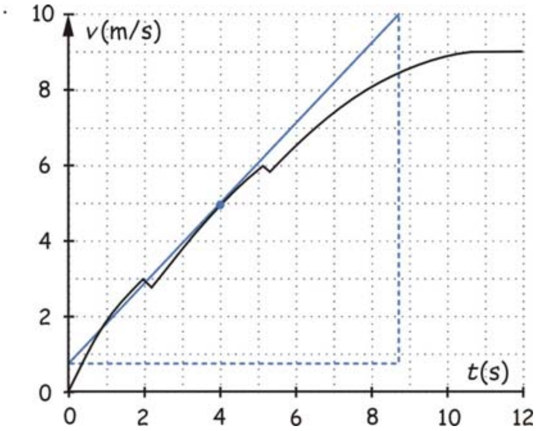
$\Rightarrow 300 = F_{motor} - 63 \Rightarrow F_{motor} = 300 + 63 = 363 = 3{,}6 \cdot 10^2 \text{ N}$

$3{,}6 \cdot 10^2$ N

d Bij constante (top)snelheid is $\Sigma F = 0$ –

e $\Sigma F = F_{motor} - F_w = 0 \Rightarrow F_w = F_{motor} = 363 = 3{,}6 \cdot 10^2$ N $3{,}6 \cdot 10^2$ N

f Helling bepalen



$a = \dfrac{10 - 0{,}8}{8{,}7 - 0} = 1{,}05.. = 1{,}1\ \text{m/s}^2$

$1{,}1$ m/s^2

g $\Sigma F = F_{motor} - F_w = m \cdot a$

$\Rightarrow 363 - F_w = 132 \cdot 1{,}05.. = 139,.. \Rightarrow F_w = 363 - 139,.. = 223,.. = 2{,}2 \cdot 10^2$ N

$2{,}2 \cdot 10^2$ N

38 a Dan is $\Sigma F = F_z - F_L = 0 = m \cdot a \Rightarrow a = 0$, dus de snelheid verandert niet meer -

b ρ_{lucht} = 1,29 kg/m^3

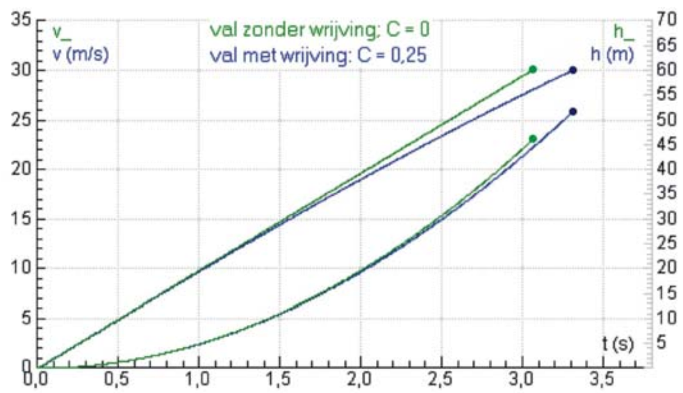
$F_L = F_z \Rightarrow \frac{1}{2} C \cdot \rho \cdot A \cdot v_{max}{}^2 = m \cdot g$

$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 1{,}42 \cdot 1{,}29 \cdot 57 \cdot v_{max}{}^2 = 70 \cdot 9{,}81$

$\Rightarrow 52{,}2.. \cdot v_{max}{}^2 = 686,.. \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\dfrac{686,..}{52{,}2..}} = 3{,}62.. = 3{,}6$ m/s

3,6 m/s

c



Bij een vrije val wordt de snelheid van 30 m/s bereikt na ongeveer 3 s en een val van ongeveer 45 m. Door de wrijving wordt die snelheid wat later bereikt. De val zal wat dieper zijn, ruim 50 m. –

d Tijdens de vertraging is $v_{gem} \approx \dfrac{v_1 + v_2}{2} = \dfrac{45 + 5}{2} = 25$ m/s .

De duur van de vertraging bereken je uit

$\Delta h = v_{gem} \cdot \Delta t \Rightarrow 30 = 25 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \dfrac{30}{25} = 1{,}2$ s

Dan $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \approx \dfrac{5 - 45}{1{,}2} = -33{,}3.. \Rightarrow a = \dfrac{-33{,}3..}{9{,}81} = -3{,}39.. = -3{,}4 \cdot g$

$-3{,}4 \cdot g$

39 ***a***

$$\left.\begin{array}{l} F_z = m_{druppel} \cdot g \\ m_{druppel} = \rho_{water} \cdot V_{bol} \\ V_{bol} = \frac{4}{3}\pi r^3 \\ \rho_{water} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \end{array}\right\} \Rightarrow F_z = \tfrac{4}{3}\pi r^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot g$$

–

b Bij constante eindsnelheid is $\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_L = F_z$

$$\tfrac{1}{2} \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}3 \cdot \pi r^2 \cdot v^2 = \tfrac{4}{3}\pi r^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot g$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot g}{\frac{1}{2} \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}3 \cdot \pi r^2} = \frac{\frac{4}{3} \cdot 10^3 \cdot 9{,}81}{\frac{1}{2} \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}3} \cdot \frac{\pi r^3}{\pi r^2} = 33{,}5.. \cdot 10^3 \cdot r$$

–

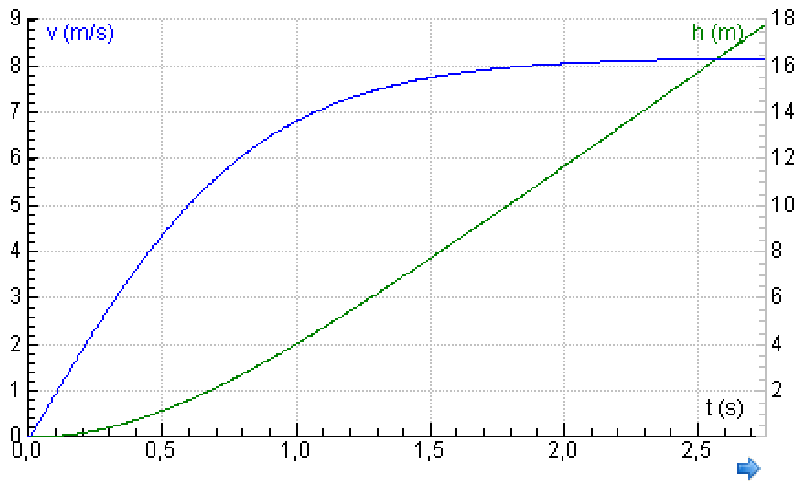
$$\Rightarrow v = \sqrt{33{,}5.. \cdot 10^3} \cdot \sqrt{r} = 183{,}.. \cdot \sqrt{r}$$

Dus v evenredig met $\sqrt{r}$: hoe groter de druppel, des te groter de eindsnelheid.

c $v = 183{,}.. \cdot \sqrt{r} = 183{,}.. \cdot \sqrt{2{,}0 \cdot 10^{-3}} = 8{,}19.. = 8{,}2$ m/s

8,2 m/s

d Met behulp van de Modelomgeving in Coach zijn de volgende grafieken gemaakt :



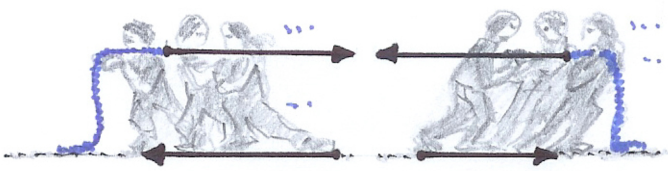
–

De eindsnelheid wordt bereikt na ongeveer 2,5 s. De druppel heeft dan ongeveer 15 m afgelegd.

40 ***a*** Schrap zetten betekent: met de hakken in de klei het weiland naar voren duwen (actie), tegelijk duwt dan het weiland de ploeg naar achter (reactie). Met precies die kracht wordt via het touw aan de tegenstander getrokken. Wie dat het beste kan, trekt de andere ploeg mee.

–

b Dit zijn de krachten op de deelnemers. De rechter ploeg verliest.



–

Dit zijn de krachten op het touw.

41 1. Ja.
Zolang de hond de worst niet te pakken heeft trekt hij de kar naar voren.

–

2. Neen.
Wel wordt door het blazen een kracht naar voren uitgeoefend op het zeil, en dus op de boot. Maar de blazende roerganger, en dus de boot, ondervindt tegelijk een even grote kracht naar achter. De netto kracht op de boot is nul.

–

3. Neen.
Wel trekt de magneet de trein naar voren. Maar tegelijkertijd trekt de trein de magneet even hard naar achter. Die kracht werkt via de hengel en de ‘machinist’ weer op de trein. De netto kracht op de trein is nul. –

4. Ja.
Door de aandrijving met de föhn duwt de schroef het water naar achter en het water de schroef, en dus de boot, naar voren. –

---

42 ***a*** Het is een krachtenpaar: $F_{aarde \to steen} = -F_{steen \to aarde}$ –

b De afzetkracht van één chinees volgt uit:

$$F_{afzet} - F_z = m \cdot a \Rightarrow F_{afzet} - m \cdot g = m \cdot (1{,}5 \cdot g) \Rightarrow F_{afzet} = m \cdot g + m \cdot (1{,}5 \cdot g) = m \cdot (2{,}5 \cdot g)$$

Stel dat de gemiddelde massa van een chinees (baby’s, kinderen en volwassenen) 40 kg is. Eén miljard chinezen samen duwen de aarde weg met een kracht

$$F_{chinezen \to aarde} = \left(1 \cdot 10^9 \cdot 40\right) \cdot (2{,}5 \cdot 10) = 1 \cdot 10^{12}\ \text{N}$$

10^{-14} m/s^2

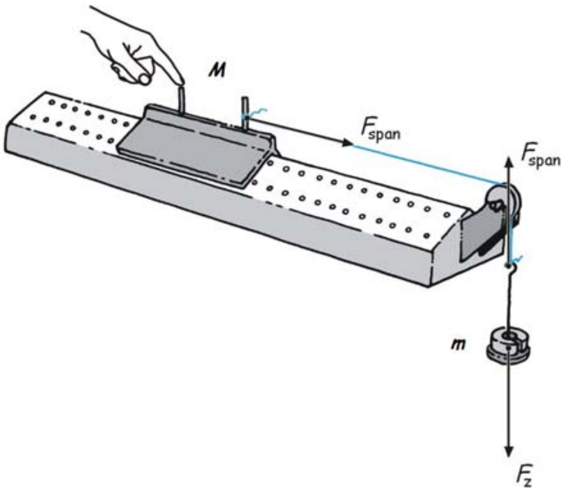
De versnelling van de aarde ($m_{aarde} = 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg; Binas tabel 31) volgt uit:

$$F_{chinezen \to aarde} = m_{aarde} \cdot a_{aarde}$$

$$\Rightarrow 1 \cdot 10^{12} = 6{,}0 \cdot 10^{24} \cdot a_{aarde} \Rightarrow a_{aarde} = \frac{1 \cdot 10^{12}}{6{,}0 \cdot 10^{24}} \approx 2 \cdot 10^{-13}\ \text{m/s}^2$$

---

43 ***a***



0,20 N

$$\Sigma F = 0 = F_{span} - F_z$$

$$\Rightarrow F_{span} = F_z = m \cdot g = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}81 = 0{,}196.. = 0{,}20\ \text{N}$$

---

b $\Sigma F = 0 = (M + m) \cdot a \Rightarrow a = 0\ \text{m/s}^2$ 0 m/s^2

---

c *M* en *m* krijgen na het loslaten dezelfde versnelling *a*, er geldt:
$\Sigma F_m = F_{z,m} - F_{span} = m \cdot a$ (en voor *M* geldt: $\Sigma F_M = F_{span} = M \cdot a$) –
F_z is niet veranderd, dus uit $\Sigma F_m \neq 0$ volgt dat F_{span} kleiner is geworden.

---

d

$$\Sigma F = F_{z,m} = (M + m) \cdot a$$

$$m \cdot g = (M + m) \cdot a$$

$$\Rightarrow m \cdot 9{,}81 = 0{,}200 \cdot 0{,}15 + m \cdot 0{,}15$$

$$\Rightarrow m \cdot (9{,}81 - 0{,}15) = 0{,}200 \cdot 0{,}15$$

3,1 g

$$\Rightarrow m = \frac{0{,}03}{9{,}66} = 3{,}10.. \cdot 10^{-3} = 3{,}1 \cdot 10^{-3}\ \text{kg}$$

---

44 ***a*** $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \Rightarrow 1{,}60 = \frac{1}{2} a \cdot (1{,}67)^2 \Rightarrow a = \frac{2 \cdot 1{,}60}{(1{,}67)^2} = 1{,}147.. = 1{,}15\ \text{m/s}^2$ Klopt –

	b	$v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{10{,}4 \cdot 10^{-3}} = 1{,}92.. = 1{,}9 \text{ m/s}$ Opmerking: bij een eenparig versnelde beweging is dit ook de echte snelheid <u>halverwege</u> de passeertijd.	1,9 m/s
	c	$\left.\begin{array}{l}\Delta v = 1{,}92.. - 0 = 1{,}92.. \text{ s} \\ \Delta t = 1{,}67 + \frac{10{,}4 \cdot 10^{-3}}{2} = 1{,}675.. \text{ s}\end{array}\right\} \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1{,}92..}{1{,}675..} = 1{,}147.. = 1{,}15 \text{ m/s}^2$ (!) Zie opmerking bij ***b***	–
	d	$\Sigma F = (m_{slee} + m_{gewichtje}) \cdot a = (0{,}200 + 0{,}030) \cdot 1{,}147.. = 0{,}2640.. = 0{,}264 \text{ N}$	0,264 N
	e	$\Sigma F = m_{gewichtje} \cdot g \Rightarrow 0{,}2640.. = 0{,}030 \cdot g \Rightarrow g = \frac{0{,}2640..}{0{,}030} = 8{,}80.. = 8{,}8 \text{ m/s}^2$ De planeet zou Venus kunnen zijn. Zie Binas tabel 31.	8,8 m/s^2
45	***a***	$h = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \Rightarrow 1{,}50 = \frac{1}{2} a \cdot (2{,}90)^2 \Rightarrow a = \frac{2 \cdot 1{,}50}{(2{,}90)^2} = 0{,}3567.. = 0{,}357 \text{ m/s}^2$	0,357 m/s^2
	b	$\Sigma m = 250 + 250 + 28 = 528 \text{ g}$	528 g
	c	$\Sigma F = (\Sigma m) \cdot a = 0{,}528 \cdot 0{,}3567.. = 0{,}1883.. = 0{,}188 \text{ N}$	0,188 N
	d	Van de massa van het extra gewichtje rechts is 8 g nodig om de wrijving van de katrol te overwinnen. Voor het versnellen blijft dan nog 20 g over. $\Sigma F = m \cdot g = 20 \cdot 10^{-3} \cdot g$	–
	e	$g = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{0{,}1883..}{0{,}020} = 9{,}41.. = 9{,}4 \text{ m/s}^2$	9,4 m/s^2

Toets

1 Een steen op de maan

a $F_{spier} = F_{z,maan} = m \cdot g_{maan} = 0{,}76 \cdot 1{,}63 = 1{,}23.. = 1{,}2\ \text{N}$ — 1,2 N

b $\Sigma F = F_{spier} - F_z = 2{,}50 - 1{,}23.. = 1{,}26..\ \text{N}$

$\Sigma F = m \cdot a \Rightarrow 1{,}26.. = 0{,}76 \cdot a \Rightarrow a = \dfrac{1{,}26..}{0{,}76} = 1{,}65.. = 1{,}7\ \text{m/s}^2$ — 1,7 m/s²

c De astronaut gooit de steen schuin omhoog, zodat die met een boog in de jeep zal vallen. Maar als de voorwaartse snelheid even groot is als op aarde zal de steen over de jeep heen vliegen, want door de geringere zwaartekracht op de maan daalt de steen daar niet zo snel als op aarde. — –

d Als hij met grote kracht gooit, zou hij door de terugslag achterover kunnen vallen. Die kans is door het kleinere gewicht op de maan groter dan op aarde: de resultante van reactiekracht en zwaartekracht is op de maan meer naar achteren gericht dan op aarde. — –

2 De maanjeep

a¹ $v = 54\ \text{km/h} (\div 3{,}6) = 15\ \text{m/s}$

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{15}{5{,}8} = 2{,}58.. = 2{,}6\ \text{m/s}^2$ — 2,6 m/s²

a² $\Sigma F = F_{motor} - F_w = m \cdot a$

$\Rightarrow F_{motor} - 150 = 480 \cdot 2{,}58.. \Rightarrow F_{motor} = 480 \cdot 2{,}58.. + 150 = 1391{,}.. = 1{,}4 \cdot 10^3\ \text{N}$ — $1{,}4 \cdot 10^3$ N

b

–

c Horizontaal gerichte krachten op de steen:

$\Sigma F = F_{span} - F_w = m \cdot a$

$\Rightarrow F_{span} - 50 = 0{,}76 \cdot 2{,}5 \Rightarrow F_{span} = 0{,}76 \cdot 2{,}5 + 50 = 51{,}9 = 52\ \text{N}$ — 52 N

3 Een blaaspijp

a¹ $v_B = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{8{,}5 \cdot 10^{-2}}{4{,}3 \cdot 10^{-3}} = 19{,}7.. = 20\ \text{m/s}$ — 20 m/s

a² $v_{gem,AB} = \dfrac{0 + v_B}{2} = \dfrac{0 + 19{,}7..}{2} = 9{,}88.. = 9{,}9\ \text{m/s}$ — 9,9 m/s

b Bereken eerst hoe lang de viltstift in de blaaspijp zit.

$l_{AB} = \bar{v}_{AB} \cdot \Delta t_{AB}$

$\Rightarrow \Delta t_{AB} = \dfrac{l_{AB}}{\bar{v}_{AB}} = \dfrac{2{,}00}{9{,}88..} = 0{,}202..\ \text{s}$

$a = \dfrac{\Delta v_{AB}}{\Delta t_{AB}} = \dfrac{19{,}7..}{0{,}202..} = 97{,}6.. = 98\ \text{m/s}^2$ — 98 m/s²

c	$\Sigma F = F_{blaas} = m \cdot a = 0{,}020 \cdot 97{,}6.. = 1{,}95.. = 2{,}0\ \text{N}$	2,0 N
d	*1^e manier:* $\Delta t_{AP} = \Delta t_{PB} = \frac{1}{2}\Delta t_{AB} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}202.. = 0{,}101..\ \text{s}$ $\Rightarrow \Delta x_{AP} = \frac{1}{2} a \cdot (\Delta t_{AP})^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}88.. \cdot (0{,}101..)^2 = 0{,}5 = 0{,}50\ \text{m}$ *2^e manier:* $\Delta t_{AP} = \Delta t_{PB} = \frac{1}{2}\Delta t_{AB}$ $\Rightarrow \Delta x_{AP} = \frac{1}{2} a \cdot (\Delta t_{AP})^2 = \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{1}{2}\Delta t_{AB}\right)^2 = \frac{1}{2} a \cdot \frac{1}{4}(\Delta t_{AB})^2 = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1}{2} a (\Delta t_{AB})^2\right) = \frac{1}{4} \cdot \Delta x_{AB}$ $\Rightarrow \Delta x_{AP} = \frac{1}{4} \cdot 2{,}00 = 0{,}5 = 0{,}50\ \text{m}$	0,50 m