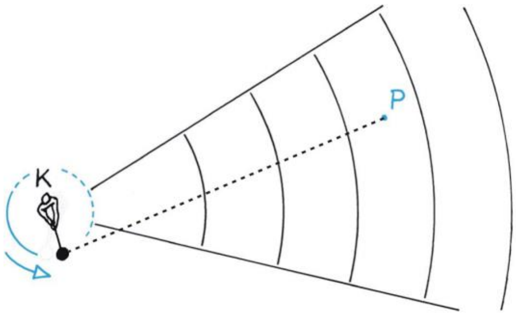
Als je een ander antwoord vindt, zijn er minstens twee mogelijkheden:
óf dit antwoord is fout, óf jouw antwoord is fout.
Als je er (vrijwel) zeker van bent dat een antwoord fout is, stuur dan een briefje naar www.stevin.info. Alvast bedankt.

Opgaven 2.1 – 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 Nee.
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.

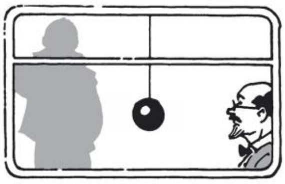
6 ***a*** De traagheid van het stof.
De (zware) mat krijgt snelheid, maar staat ineens stil. Het stof schiet door en de mat blijft schoon achter.

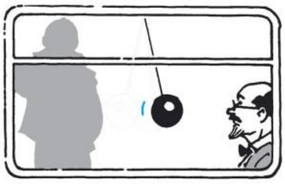
b De traagheid van de vis.
De reiger laat de vis even los. Die is door zijn traagheid nog nauwelijks in beweging gekomen als de reiger zijn bek snel naar voren beweegt om de vis heen.

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.

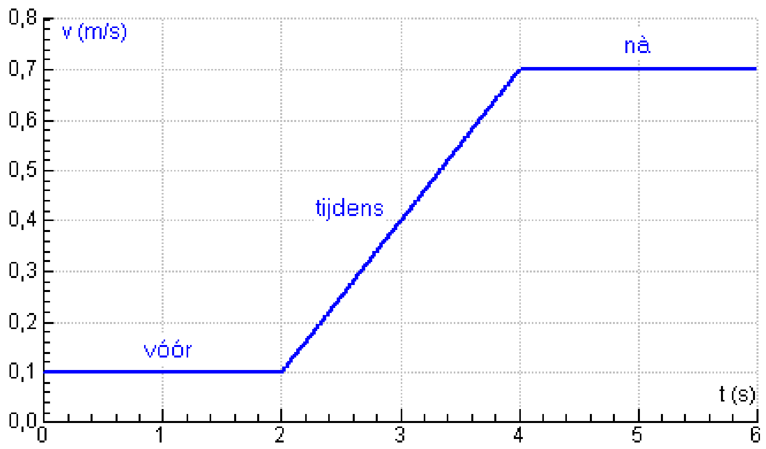
7 ***a*** De slinger blijft achter, hangt schuin naar achter (naar links dus).

b De slinger hangt stil omlaag.



	c	De slinger schiet door, hangt schuin naar voren (naar rechts dus). 	–
8		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.	–
9	***a***	Eén kant zal altijd minder goed vastzitten. Vóór de andere kant kan scheuren, is de proef voorbij.	–
	b	Door zijn traagheid zal het middenstuk wat langer op zijn plaats blijven en dat geeft de andere kant net genoeg tijd.	–

Opgaven 2.2 – De krachtwet van Newton

10		De massa van een motor is kleiner dan die van een auto. De motor is minder ‘traag’, zijn snelheid verandert makkelijker	–
11	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
12	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
13	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		–
14	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.	–
15		$\Sigma F = F_s - F_w = m \cdot a$ $\Rightarrow 1 - F_w = 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 0{,}4 \Rightarrow F_w = 1 - 0{,}4 = 0{,}6\ \text{N}$	0,6 N
16	a	*1^e manier: met de formule voor de versnelde beweging vanuit rust* $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0{,}22 \cdot t^2 \Rightarrow \frac{1}{2} a = 0{,}22 \Rightarrow a = 0{,}44\ \text{m/s}^2$ $\Sigma F = m \cdot a = 0{,}600 \cdot 0{,}44 = 0{,}264 = 0{,}26\ \text{N}$ *2^e manier: met de gemiddelde snelheid* $v_{gem} = x/t = 0{,}22 \cdot t^2/t = 0{,}22 \cdot t$ $v = 2 \cdot v_{gem} = 2 \cdot 0{,}22 \cdot t = 0{,}44 \cdot t \Rightarrow a = 0{,}44\ \text{m/s}^2$ (vergelijk $v = 0{,}44t$ met $v = at$) $\Sigma F = ma = 0{,}600 \cdot 0{,}44 = 0{,}264 = 0{,}26\ \text{N}$	0,44 m/s^2 0,26 N

	b	$\Sigma F = F_{propeller} - F_w$ $\Rightarrow 0{,}264 = F_{propeller} - 0{,}12 \Rightarrow F_{propeller} = 0{,}264 + 0{,}12 = 0{,}384 = 0{,}38$ N	0,38 N
17	***a***	$v_{gem} = x/t = 1{,}20/1{,}36 = 0{,}882..$ ms^{-1} $v_{gem} = (0 + v)/2 \Rightarrow v = 2 \cdot v_{gem} = 2 \cdot 0{,}882.. = 1{,}764..$ ms^{-1} $a = \Delta v/\Delta t = 1{,}764../1{,}36 = 1{,}297.. = 1{,}30$ ms^{-2}	1,30 m/s^2
	b	$\Sigma F = F_{propeller} = m \cdot a = 0{,}700 \cdot 1{,}297.. = 0{,}9083.. = 0{,}908$ N	0,908 N
18	***a***	Met een balans wordt de massa bepaald. $m = \frac{F_{z,Mars}}{g_{Mars}} = \frac{2{,}48}{3{,}7} = 0{,}670.. = 0{,}67$ kg	0,67 kg
	b	Krachtmeter: $F_z = m \cdot g_{aarde} = 0{,}670.. \cdot 9{,}81 = 6{,}57 = 6{,}6$ N Balans: m = 0,67 kg, zoals overal.	6,6 N 0,67 kg
	c	$v_{gem} = (0 + v)/2 \Rightarrow v = 2 \cdot v_{gem}$ $v_{gem} = x/t = 1{,}80/0{,}80 = 2{,}25$ $ms^{-1} \Rightarrow v = 2 \cdot 2{,}25 = 4{,}50$ m/s $g_x = \Delta v/\Delta t = 4{,}50/0{,}80 = 5{,}62..$ ms^{-2} $m = F_z/g_x = 4{,}0/5{,}62.. = 0{,}711.. = 0{,}71$ kg	0,71 kg

Opgaven hoofdstuk 2

19

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.

–

20 a

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

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

0,64 m/s²

b

$v_{\text{gem}} = x/t = 1{,}20/2{,}55 = 0{,}470..\ \text{ms}^{-1}$

$v_{\text{gem}} = (0 + v)/2 \Rightarrow v = 2 \cdot v_{\text{gem}} = 2 \cdot 0{,}470.. = 0{,}941..\ \text{ms}^{-1}$

$a = \Delta v / \Delta t = 0{,}941../2{,}55 = 0{,}3690.. = 0{,}368\ \text{ms}^{-2}$

0,369 m/s²

c

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

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

0,14 N

21 a

v constant, dus $\Sigma F = 0$,

dus $F_s = F_{\text{w,water}} + F_{\text{w,lucht}} = 85 + 5 = 90 \text{ N}$

90 N

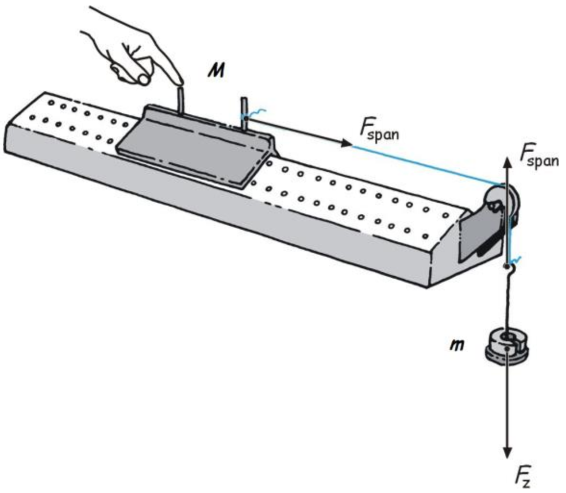
b

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

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

1,3·10² N

22 a



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

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

0,20 N

b

$F_z = (M + m) \cdot a \Rightarrow a = \dfrac{0{,}20}{0{,}200 + 0{,}020} = 0{,}909.. = 0{,}91 \text{ m/s}^2$

0,91 m/s²

23

Constante snelheid betekent: resultante nul. Ze duwen dus met 500 N; ieder gemiddeld met 500/3 = 167 N.

167 N

24 a

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

–

b

Door zijn lichaam op te rollen tot een bol of nog beter door te duiken.

–

c

F_L neemt sterk toe want A wordt plotseling zeer groot.

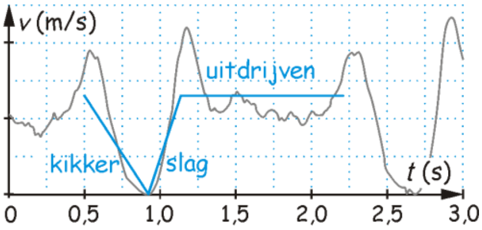
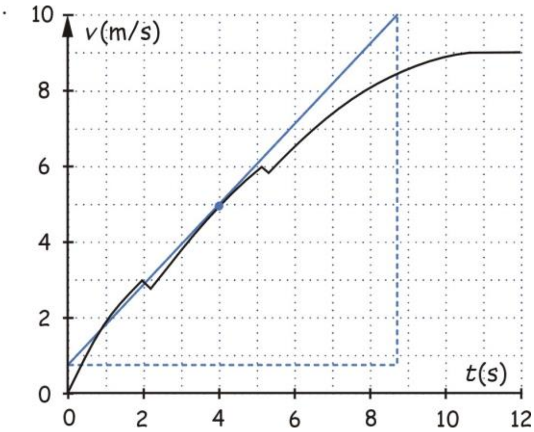
–

d

Nee.
Vlak boven de grond geldt (hopelijk) in beide gevallen: $F_z = F_L$.

Uit $mg = kAv^2$ volgt voor beide: $v = \sqrt{\dfrac{mg}{kA}}$

–

25	***a***	Constante snelheid → ΣF = 0 N. Dus de trekkracht is even groot als de som van alle weerstandskrachten.	–
	b	Nu is er een versnelling, dus is $F_{voorwaarts} > F_{w,totaal}$	–
26	***a***	 a = (0 − 1,3)/(0,9 − 0,5) = −3,25 m/s² m = 55 kg ⇒ F_{rem} = −55·3,25 = 1,8·10² N	1,8·10² N
	b	Δx_{kikker} = ½·1,3·0,4 = 0,26 m Δx_{slag} = ½·1,3·(1,15 − 0,9) = 0,16 m $\Delta x_{uitdriven}$ = 1,3·(2,2 − 1,15) = 1,37 m Δx_{totaal} = 0,26 + 0,16 + 1,37 = 1,79 m	1,79 m
27		Door snel te trekken. De trage (zware) bol geeft de kracht dan niet snel genoeg door.	–
28	***a***	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10-0}{4,4-0} = 2,27.. = 2,3 \text{ m/s}^2$	2,3 m/s²
	b	$\Sigma F = m \cdot a = 132 \cdot 2,27.. = 300 = 3,0 \cdot 10^2 \text{ N}$	3,0·10² N
	c	$\Sigma F = F_{motor} - F_w$ $\Rightarrow 300 = F_{motor} - 63 \Rightarrow F_{motor} = 300 + 63 = 363 = 3,6 \cdot 10^2 \text{ N}$	3,6·10² N
	d	Bij constante (top)snelheid is $\Sigma F = 0$	–
	e	$\Sigma F = F_{motor} - F_w = 0 \Rightarrow F_w = F_{motor} = 363 = 3,6 \cdot 10^2 \text{ N}$	3,6·10² N
	f	Helling bepalen  $a = \frac{10-0,8}{8,7-0} = 1,05.. = 1,1 \text{m/s}^2$	1,1 m/s²
	g	$\Sigma F = F_{motor} - F_w = m \cdot a$ $\Rightarrow 363 - F_w = 132 \cdot 1,05.. = 139,.. \Rightarrow F_w = 363 - 139,.. = 223,.. = 2,2 \cdot 10^2 \text{ N}$	2,2·10² N
29	***a***	a = rc van de recht lijn = Δv / Δt = 29/5,0 = 5,8 m/s². ΣF = ma = 100·5,8 = 580 N = 5,8·10² N	5,8·10² N
	b	Als de topsnelheid wordt bereikt op t = 9,0 s, dan is a = 0 ⇒ ΣF = 0 N	9,0 s

30 ***a*** v_{geluid} = 343 m/s , zie tabel 15A — 343 m/s

b Het eerste half uur beweegt de shuttle eenparig $\Rightarrow$ ΣF = 0 N.
De kracht van de motoren compenseert de zwaartekracht. (Zie de toelichting hierna.) — $-7{,}7 \cdot 10^5$ N
$F_z = 78 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 = 7{,}65.. \cdot 10^5$ N $\Rightarrow$ $F_{\text{rem}} = -7{,}7 \cdot 10^5$ N

c De vraag is veranderd. Er wordt nu naar de resultante gevraagd die tijdens de blackout voor de snelheidvermindering zorgt.
a = rc van de rechte lijn = $\Delta v / \Delta t = -\,23 \cdot 343\,/(30 \cdot 60) = -\,4{,}38..$ m/s^2 $\Rightarrow$ — $-\,3{,}4 \cdot 10^5$ N
$\Sigma F = ma = 78 \cdot 10^3 \cdot (-\,4{,}38..) = -\,3{,}41.. \cdot 10^5$ N

Toelichting bij deze opgave.

Via Google hebben we de volgende interessante links en plaatjes gevonden:

https://www.grc.nasa.gov/www/BGH/hihyper.html

https://www.physicsforums.com/threads/why-the-angle-of-attack-is-40-degrees-for-shuttle-started-to-enentry.1972/

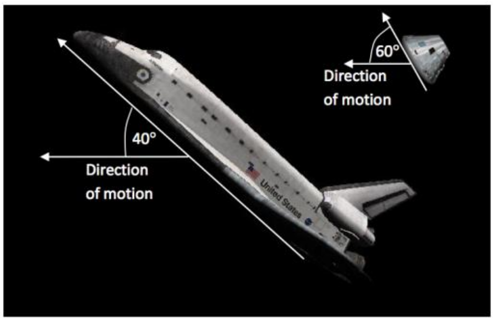
Bij vraag *b*: Als de daling wordt ingezet, wordt hij hij eerst achterste-voren gedraaid zodat hij met zijn stuwraketten kan remmen. In het laatste plaatje hieronder zie je dat de hoogte afneemt en de snelheid constant blijft. De kracht van de raketten compenseert dan de zwaartekracht.

Bij vraag *c*: Aan het einde van dat halve uur wordt de shuttle weer met zijn neus naar voren gedraaid en vanaf dat moment komt hij in een glijvlucht naar beneden.

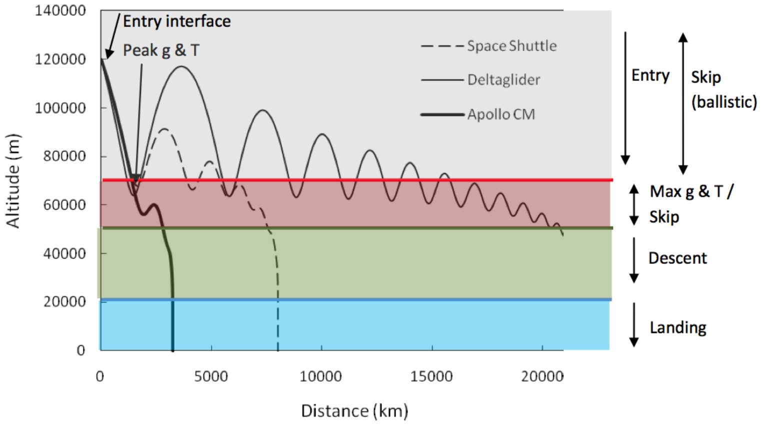
De shuttle is een baksteen met vleugeltjes.De 40° uit het volgende plaatje wordt teruggebracht tot 20° en daarna tot ongeveer 4°. Deze hoeken slaan op de stand van de shuttle, de snelheid is praktisch horizontaal, namelijk ongeveer 5000 km bij een daling van 50 km! Dat wil zeggen langs het aardoppervlak zo'n 1/8 van de omtrek van de aarde.

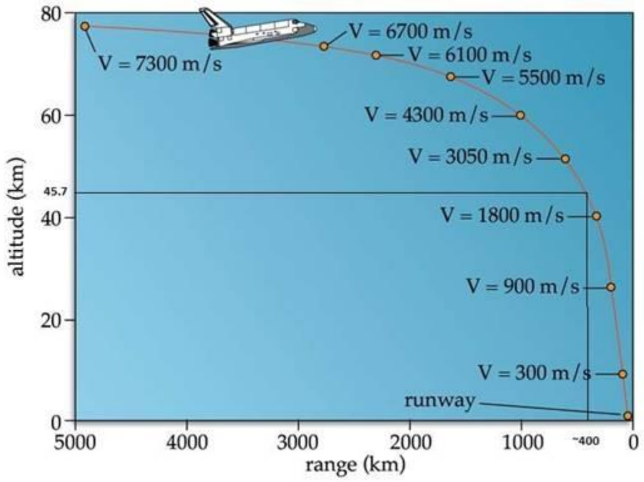
De afremming vindt nu plaats door de weerstand van de lucht.

De luchtweerstand zorgt ook voor een verticale component die de zwaartekracht compenseert.



http://www.orbiterwiki.org/wiki/GPIS_6:_Reentry :





Deze rode lijn is de bron geweest voor de opgave. De grafiek in het boek is een vereenvoudiging.