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.

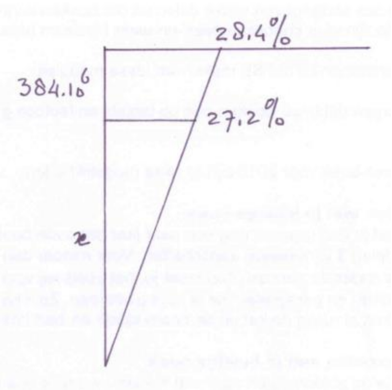
Opgaven 10.1 Aarde, zon en maan

De **Uitleg** van de introfoto –

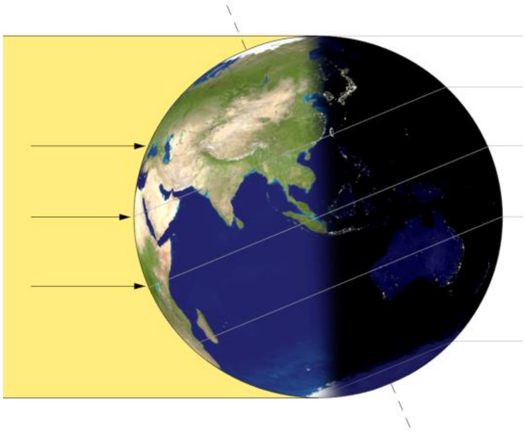
Volgens tabel 31 van *Binas* is de verhouding van de diameters van maan en aarde 1,378/6,371 = 27,2%.
Meten aan de ‘foto’ van de intro levert 25/88 = 28,4%..
Daarmee is x te berekenen (de figuur is niet op schaal):

$x : 27{,}2 = (x + 384 \cdot 10^6) : 28{,}4 \Rightarrow 28{,}4 \cdot x = 27{,}2 \cdot (x + 384 \cdot 10^6) \Rightarrow$
$1{,}2 \cdot x = 1{,}04 \cdot 10^{10} \Rightarrow x = 8{,}7 \cdot 10^9$ m

Dat is minder dan de $71 \cdot 10^9$ m die we in het boek noemen. Kennelijk hebben we toen iets andere waarden uit de ‘foto’ gehaald. De conclusie dat het om een belachelijk grote afstand gaat, blijft overeind.



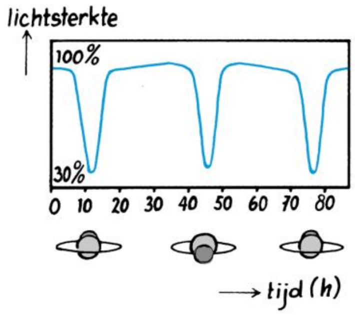
1	-	Het lichtjaar is een eenheid van afstand en niet van tijd.	–
2	*a*	$m = \rho \cdot V \Rightarrow$ m 18x zo klein, dan is V ook 18x zo klein.	1 : 18
	b[1]	$V_{bol} = {}^4/_3 \pi r^3$ (*Binas* tabel 36B)	–
	b[2]	$V \sim r^3 \sim d^3 \Rightarrow d \sim \sqrt[3]{V} \Rightarrow d_{aarde} : d_{Mercurius} = \sqrt[3]{18} : 1 = 2{,}6 : 1$	2,6 : 1
3	*a*	Geen verbetering, want de baan van de planeten is geen perfecte cirkel maar een ellips.	–
	b[1]	De excentriciteit (ε) is een maat voor de afwijking van de cirkel. Bij een cirkel is $\varepsilon = 0$ en bij een ellips is $0 < \varepsilon < 1$.	–
	b[2]	Bij Pluto is $\varepsilon = 0{,}250$ omdat Pluto de meest ellipsvormige baan heeft.	–
	c	In Binas staat onderaan tabel 31 staat bij noot 5: “De rotatierichting van Venus is tegengesteld aan de draaiing in de baan”.	–
4	*a*	$r_{Mercurius} = 0{,}0579 \cdot 10^{12}$ m en $T = 87{,}97$ d (*Binas* tabel 31) $v = 2\pi r/T = 2\pi \cdot 0{,}0579 \cdot 10^{12}/(87{,}97 \cdot 24 \cdot 3600) = 48$ km/s	48 km/s
	b	$r_{Phobos} = 9{,}37 \cdot 10^6$ m en $T = 0{,}319$ d (*Binas* tabel 31) $v = 2\pi r/T = 2\pi \cdot 9{,}37 \cdot 10^6/(0{,}319 \cdot 24 \cdot 3600) = 2{,}1$ km/s	2,1 km/s
	c	$R_{Venus} = 6{,}052 \cdot 10^6$ m en $T = 243$ d (*Binas* tabel 31) $v = 2\pi r/T = 2\pi \cdot 6{,}052 \cdot 10^6/(243 \cdot 24 \cdot 3600) = 1{,}8$ m/s	1,8 m/s
5	*a*	De maan heeft in 27,32 d een complete cirkel gemaakt, maar is nog niet vanaf de aarde volledig te zien. Dit komt omdat de aarde in die 29,5 d ook een stukje is opgeschoven.	–
	b	Je moet $T = 27{,}32$ d invullen in $v = 2\pi r/T$	–

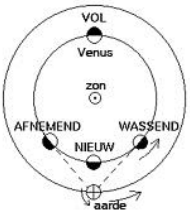
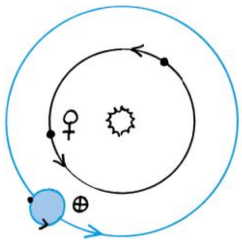
6	**-**	In de zomer wordt (een stuk van) het aardoppervlak boven de poolcirkel dag en nacht verlicht. Op de zuidpool is het dan 24 uur nacht. In de winter is dat omgekeerd. 	
7	***a1***	Nieuwe maan; klik voor de animatie op deze link: http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/maanfasen-en-verduisteringen/beelden/3951	–
	a2	Volle maan; klik voor de animatie op deze link: http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/maanfasen-en-verduisteringen/beelden/3961	–
	b	Bij nieuwe maan staat de maan tussen de zon en de aarde. De achterkant wordt verlicht. De kant waar wij naar kijken is donker.	–
	c	Nieuwe maan	–
	d	Volle maan	–
	e	Dit is de maan in de ochtend. De zon staat links en is nog niet op.	–
8	***a***	Het wereldbeeld van Brahe is zwaarder.	–
	b	Het wereldbeeld van Ptolemeus wordt verworpen.	–

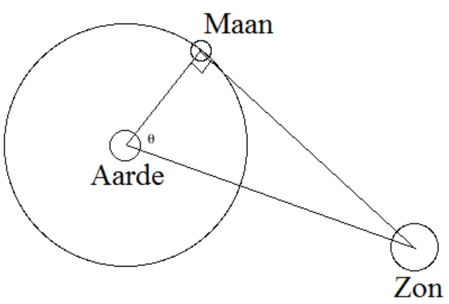
		Opgaven 10.2 – De gravitatiewet van Newton	
9	a	Schaal: 10 mm = 1 km r = 14 mm $\Rightarrow$ 1,4 km α = 103°	1,4 km 103°
	b	103° komt overeen met 103/360 = 0,286 deel van een heel rondje. $T = 2\pi r/v = 2\pi \cdot 1{,}4/100 = 0{,}0879..$ uur = 5,27.. min $t = 0{,}286 \cdot 5{,}27.. = 1{,}5$ min	1,5 min
	c	De dwarswrijvingskracht op de banden levert F_c.	
	d	v = 100 km/h = 27,8 m/s $F_c = mv^2/r = 1150 \cdot 27{,}8^2/(1{,}4 \cdot 10^3) = 6{,}3 \cdot 10^2$ N	$6{,}3 \cdot 10^2$ N
10	a	v = 9 km/h = 2,5 m/s en $T = 4 \cdot 0{,}02 = 0{,}08$ s $v = 2\pi r/T \Rightarrow r = v \cdot T/2\pi = 2{,}5 \cdot 0{,}08/2\pi = 0{,}031..$ m = 3 cm	3 cm
	b	$F_c = mv^2/r = 0{,}0002 \cdot 2{,}5^2/0{,}031.. = 0{,}04$ N	0,04 N
11	a	65/50 = 1,3	
	b	F_c wordt geleverd door F_w, dus $F_w \sim v^2$. F_w neemt toe met een factor $1{,}3^2 = 1{,}7$	1,7
12	a	$v = 2\pi r/T = 2\pi r f$ De v blijft constant en de r wordt groter $\Rightarrow$ f moet afnemen.	–
	b	f = 810/60 = 13,5 Hz $v = 2\pi r f \Rightarrow r = v/(2\pi f) = 4{,}92/(2 \cdot \pi \cdot 13{,}5) = 0{,}0580..$ m $d = 2r = 2 \cdot 0{,}058.. = 0{,}116..$ m = 11,6 cm	–
	c	Combineer $F_c = mv^2/r$ met $v = 2\pi r f \Rightarrow F_c = 4\pi^2 \cdot m \cdot r \cdot f^2$ m en f zijn voor A en B gelijk en $r_A > r_B$, dus is $F_{c,A} > F_{c,B}$.	
	d	$F_{c,A} = 4\pi^2 \cdot m \cdot r \cdot f^2$ (zie vraag c) $F_{c,A} = 4\pi^2 \cdot 0{,}001 \cdot 0{,}058 \cdot 13{,}5^2 = 0{,}4$ N	0,4 N
13	a	F_c wordt geleverd door $F_z \Rightarrow F_c = Mg = 0{,}050 \cdot 9{,}81 = 0{,}49..$ N = 0,49 N $F_c = mv^2/r \Rightarrow 0{,}49.. = 0{,}014 \cdot v^2/0{,}30 \Rightarrow v = \sqrt{(0{,}49.. \cdot 0{,}30/0{,}014)} = 3{,}2$ m/s	0,49 N 3,2 m/s
	b	Combineer $Mg = mv^2/r$ met $v = 2\pi r/T \Rightarrow Mg = 4\pi^2 \cdot m \cdot r/T^2 \Rightarrow T^2 = [4\pi^2 \cdot m/(Mg)] \cdot r$ Dus T^2 = constante$\cdot r \Rightarrow$ de $T^2(r)$-grafiek is een rechte lijn door (0,0).	–
14	a^1	*Binas* tabel 31: $m_{aarde} = 5{,}972 \cdot 10^{24}$ kg en $m_{maan} = 0{,}0735 \cdot 10^{24}$ kg; $r_{maan} = 384{,}4 \cdot 10^6$ m en $R_{maan} = 1{,}738 \cdot 10^6$ m	–
	a^2	$F_g = G \cdot mM/r^2 = 6{,}67384 \cdot 10^{-11} \cdot 0{,}0735 \cdot 10^{24} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}/(384{,}4 \cdot 10^6)^2 = 1{,}98 \cdot 10^{20}$ N	$1{,}98 \cdot 10^{20}$ N
	b	De maan valt om de aarde heen, omdat de maan voorwaartse snelheid heeft.	–
	c	$F_z = F_g \Rightarrow mg = GmM/R^2 \Rightarrow g = GM/R^2$ $g = 6{,}67384 \cdot 10^{-11} \cdot 0{,}0735 \cdot 10^{24}/(1{,}738 \cdot 10^6)^2 = 1{,}62$ m/s²	1,62 m/s²
15	a	$R_{aarde} = 6{,}371 \cdot 10^6$ m (*Binas* tabel 31) $r = R_{aarde} + h = 6{,}371 \cdot 10^6 + 400 \cdot 10^3 = 6{,}771 \cdot 10^6$ m $v = 2\pi r/T = 2\pi \cdot 6{,}771 \cdot 10^6/(90 \cdot 60) = 7{,}87.. \cdot 10^3$ m/s = 7,9 km/s	7,9 km/s
	b	F_g levert $F_c \Rightarrow GmM/r^2 = mv^2/r \Rightarrow M = r \cdot v^2/G \Rightarrow$ $M = 6{,}771 \cdot 10^6 \cdot (7{,}87.. \cdot 10^3)^2/(6{,}67384 \cdot 10^{-11}) = 6{,}3 \cdot 10^{24}$ kg	$6{,}3 \cdot 10^{24}$ kg
16	a	Nee, een geostationaire satelliet draait boven de evenaar met de aarde mee.	
	b	$r = R_{aarde} + h = 6{,}371 \cdot 10^6 + 3{,}58 \cdot 10^7 = 4{,}17.. \cdot 10^7$ m $v = 2\pi r/T \Rightarrow T = 2\pi r/v = 2\pi \cdot 4{,}17.. \cdot 10^7/(3{,}07 \cdot 10^3) = 8{,}63.. \cdot 10^4$ s $T = 8{,}63.. \cdot 10^4/3600 = 24$ h	–
	c	Radiogolven gaan met de lichtsnelheid c = 3,00·10^8 m/s (*Binas* tabel 7) $x = 2 \cdot h = 2 \cdot 3{,}58 \cdot 10^7 = 7{,}16 \cdot 10^7$ m $x = c \cdot t \Rightarrow t = x/c = 7{,}16 \cdot 10^7/3{,}00 \cdot 10^8 = 0{,}24$ s	0,24 s

17	***a***	3 s	3 s
	b	$a_c = v^2/r \Rightarrow v = \sqrt{(a_c \cdot r)} = \sqrt{(0{,}85 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}1)} = 3{,}02..$ m/s = 3,0 m/s $v = 2\pi r/T \Rightarrow T = 2\pi r/v = 2\pi \cdot 1{,}1/3{,}02.. = 2{,}28..$ s = 2,3 s	3,0 m/s 2,3 s
	c	De molen krijgt een kleinere centripetale versnelling. De molen remt af (v kleiner $\Rightarrow$ a_c kleiner)	

		Opgaven 10.3 – Sterrenlicht	
18	**-**	Doordat de aarde draait, lijken de sterren gedurende de nacht van plaats te veranderen. Op de foto zijn ze 40º verschoven. Dat is 40/360 = $^1/_9{}^e$ deel van een rondje. $\Rightarrow$ $t = {}^1/_9 \cdot 24 = 2{,}7$ uur. In deze film zie je de schijnbare beweging van de sterren rondom de poolster: http://www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/navigeren/beelden/3411	2,7 h
19	***a***	$k_w = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}$ mK (*Binas* tabel 7) $\lambda_{top} \cdot T = k_w \Rightarrow T = k_w/\lambda_{top} = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/(500 \cdot 10^{-9}) = 5{,}80 \cdot 10^3$ K	$5{,}80 \cdot 10^3$ K
	b	$\lambda_{top} \cdot T = 89{,}2 \cdot 10^{-9} \cdot 32\,500 = 2{,}90 \cdot 10^{-3} = k_w$	-
	c	$89{,}2 \cdot 10^{-9} \approx 10^{-7}$ nm $\Rightarrow$ UV (*Binas* tabel 19B)	–
	d	Het gedeelte rechts van λ_{top} in de stralingskromme (of Planck-kromme) heeft een grotere golflengte en ligt in het zichtbare gebied van het elektromagnetisch spectrum $\Rightarrow$ blauw-witte ster.	–
20	***a***	Slechts een klein gedeelte van het elektromagnetisch spectrum kan door onze ogen worden waargenomen (zie *Binas* tabel 19B). Wat we niet kunnen zien (bijvoorbeeld IR) is dan zwart. De voorwerpen in de kamer hebben een lage temperatuur en zenden IR uit.	–
	b¹	Zichtbaar licht dat door je pupil je oog binnen gaat wordt geabsorbeerd door je netvlies. Er komt geen zichtbaar licht je oog meer uit $\Rightarrow$ zwarte pupil.	–
	b²	$T = 37$ ºC $= 37 + 273 = 310$ K $\lambda_{top} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top} = k_w/T = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/310 = 9{,}35 \cdot 10^{-6}$ m (onzichtbaar, want dit is nabij IR)	–
	c¹	$T = 273 + 0 = 273$ K $\lambda_{top} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top} = k_w/T = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/273 = 1 \cdot 10^{-5}$ m $\Rightarrow$ nabij/ver IR (*Binas* tabel 19B)	–
	c²	$\lambda_{top} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top} = k_w/T = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/4 = 7 \cdot 10^{-4}$ m $\Rightarrow$ ver IR (*Binas* tabel 19B)	–
21	***a***	$\lambda_{top} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top} = k_w/T \Rightarrow$ Als T lager is, dan is λ_{top} groter.	–
	b	Het oppervlak van de zon heeft een effectieve temperatuur van $5{,}78 \cdot 10^3$ K (*Binas* tabel 32B) $\lambda_{top1} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top1} = k_w/T = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/5{,}78 \cdot 10^3 = 501$ nm (zie ook vraag 18 of *Binas* tabel 22 over de Planck-krommen). De gemiddelde oppervlaktetemperatuur van Mars (overdag) is 300 K (*Binas* tabel 31). $\lambda_{top2} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top2} = k_w/T = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/300 = 9{,}66$ μm.	501 nm 9,66 μm
22	***a***	$R_{Betelgeuze} = 700 \cdot R_{zon}$ (*Binas* tabel 32B) $= 700 \cdot 6{,}963 \cdot 10^8$ (*Binas* tabel 32C) $\Rightarrow$ $R_{Betelgeuze} = 4{,}87 \cdot 10^{11}$ m. Mars bevindt zich op $2{,}28 \cdot 10^{11}$ m van de zon en Jupiter op $7{,}79 \cdot 10^{11}$ m $\Rightarrow$ de planeetbanen van Mercurius, Venus, aarde en Mars zouden dan geheel binnen Betelgeuze vallen.	–
	b¹	$T = 3{,}6 \cdot 10^3$ K (*Binas* tabel 32B)	$3{,}6 \cdot 10^3$ K
	b²	$\lambda_{top} \cdot T = k_w \Rightarrow \lambda_{top} = k_w/T = 2{,}8978 \cdot 10^{-3}/(3{,}6 \cdot 10^3) = 8{,}0 \cdot 10^{-7}$ m	$8{,}0 \cdot 10^{-7}$ m
23	***a***¹	Zie de tekening van p. 58 $\Rightarrow$ Algol B heeft grotere snelheid v dan Algol A $\Rightarrow$ $\Delta\lambda$ van Algol B > $\Delta\lambda$ van Algol A. Dus $\Delta\lambda = \pm 0{,}45$ nm hoort bij Algol B.	–
	a²	Als $\Delta\lambda > 0$ is, dan is er ‘roodverschuiving’ en beweegt Algol B zich van ons af.	–
	b¹	$v = (\Delta\lambda/\lambda_0) \cdot c = (0{,}45/589{,}00) \cdot 3{,}00 \cdot 10^8 = 2{,}29.. \cdot 10^6$ m/s $= 2{,}3 \cdot 10^6$ m/s	$2{,}3 \cdot 10^6$ m/s
	b²	$T = 2{,}9$ d (helemaal rechts in tabel 32B)	2,9 d
	b³	$T = 2{,}9$ d $= 2{,}9 \cdot 24 \cdot 3600 = 2{,}5.. \cdot 10^5$ s $v = 2\pi r/T \Rightarrow r = vT/2\pi = 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot 2{,}5.. \cdot 10^5/2\pi = 9{,}1 \cdot 10^9$ m	$9{,}1 \cdot 10^9$ m

	c		–
24	**a**	$v = Hd \Rightarrow [H] = [v]/[d] = \text{ms}^{-1}/\text{m} = \text{s}^{-1}$	s^{-1}
	b	$v = Hd \Rightarrow d = v/H = 1209 \cdot 10^3/(2{,}28 \cdot 10^{-18}) = 5{,}30 \cdot 10^{23}$ m	$5{,}30 \cdot 10^{23}$ m
	c	$x = vt \Rightarrow t = x/v = 5{,}30 \cdot 10^{23}/(1209 \cdot 10^3) = 4{,}4.. \cdot 10^{17}$ s $t = 4{,}4.. \cdot 10^{17}/(3600 \cdot 24 \cdot 365) = 13{,}9 \cdot 10^9$ j	$13{,}9 \cdot 10^9$ j
	d	Nee, in het luchtledige heelal is het doodstil.	–

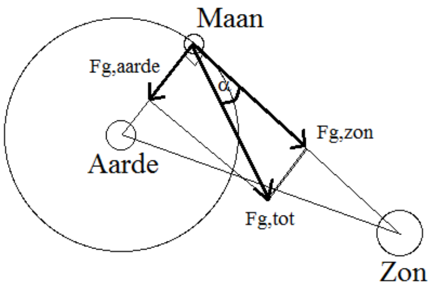
		Opgaven hoofdstuk 10	
25	***a***	Venus is een planeet en geen ster.	–
	b	1 Niet waar, de zon is een ster. 2 Niet waar, sterren bewegen ook (oerknal, roodverschuiving). 3 Niet waar, planeten hebben geen kernfusie en zenden geen zichtbaar licht uit. 4 Niet waar, Mercurius staat het dichtst bij de zon.	–
	c	r_{Venus} = 0,1082·10^{12} m en T = 224,7 d = 224,7·24·3600 = 1,941..·10^{7} s (*Binas* tabel 31) $v = 2\pi r/T = 2\pi \cdot 0{,}1082 \cdot 10^{12}/(1{,}941.. \cdot 10^{7})$ = 35,02 km/s	35,02 km/s
	d	Venus is een ‘binnen’-planeet (tussen de aarde en zon in) en Mars niet. 	–
26	**-**	T_{Venus} = = 224,7 d en T_{aarde} = 365 d (*Binas* tabel 31) Tussen 8 juni 2004 en 6 juni 2012 zitten 8·365 + 2 – 2 = 2920 d (twee dagen erbij omdat 2008 en 2012 schrikkeljaren zijn en twee dagen eraf vanwege 8 en 6 juni). In 2920 d maakt de aarde 2920/365,256 = 8 complete rondjes en Venus 2920/224,7 = 13 complete rondjes, dus staan ze op 6 juni weer op een lijn.	–
27	***a***	Op aarde gaat de zon onder ⇒ avondster	–
	b	T_{aarde} = 365,25 d en T_{Venus} = 224,7 d (*Binas* tabel 31) In een aardjaar draait venus 365,25/224,7 = 1,62.. rondje. De aarde staat weer op dezelfde plek en venus is 0,62..·360° = 225° doorgedraaid. 	–
28	***a***	Een steentje uit de ruimte dat in zijn ellipsbaan om de zon toevallig de baan van de aarde kruist (een meteoor).	–
	b	Als het steentje in de dampkring komt, wordt het door de wrijving zo heet dat het verbrandt.	–
29	***a***	Dichtbij, want dan is de hoek groter.	–
	b	AB = diameter van de aarde = 2·R_{aarde} = 2·6,371·10^{6} = 1,274..·10^{7} m (*Binas* tabel 31) en x = afstand tussen aarde en Eros. tanα = AB/x ⇒ x = AB/tanα = 1,274..·10^{7}/tan(0,0027°) = 2,7·10^{11} m	2,7·10^{11} m
30	**-**	1 lichtjaar = 9,461·10^{15} m (*Binas* tabel 5) Afstand tot Pollux = 32,0·10^{16} m (*Binas* tabel 32B) ⇒ de afstand tot Pollux = 32,0·10^{16}/(9,461·10^{15}) = 33,8 lichtjaar ⇒ Hij/zij ziet de aarde zoals die er 33,8 jaar geleden uit zag.	ca. 1980
31	**-**	r_{aarde} = 0,1496·10^{12} m en r_{Mars} = 0,228·10^{12} m (*Binas* tabel 31) Invullen: 1368·(0,1496·10^{12})^2 = I_{Mars}·(0,228·10^{12})^2 ⇒ I_{Mars} = 589 Wm^{-2}	589Wm^{-2}
32	***a***	De formule voor v invullen in de formule voor F_c levert: $F_c = m(2\pi r f)^2/r = 4\pi^2 m r f^2$	–

	b	$GmM/r^2 = mv^2/r \Rightarrow v^2 = GM/r$ $v = 2\pi r/T$ invullen geeft: $4\pi^2 r^2/T^2 = GM/r \Rightarrow r^3/T^2 = GM/4\pi^2$ [Pas op: de wet van Kepler staat verkeerd in de 5e editie van Binas tabel 35A5 ! In de 6e editie is dat verbeterd.]	–
33	**-**	$R_{zon} = 6{,}963 \cdot 10^8$ m (*Binas* tabel 32C) De vlek leg een halve omtrek af in 19 – 8 = 11 d Dus $½T = 11 \cdot 24 \cdot 3600 = 9{,}5.. \cdot 10^5$ s $\Rightarrow$ $T = 2 \cdot 9{,}5.. \cdot 10^5 = 1{,}9..10^6$ s $v = 2\pi R/T = 2\pi \cdot 6{,}963 \cdot 10^8/1{,}9..10^6 = 2{,}302$ km/s	2,302 km/s
34	***a***[1]	$V_{bol} = {}^4/_3\pi r^3$ (*Binas* tabel 36B) $V_{bol} = {}^4/_3\pi \cdot (6400 \cdot 10^3)^3 = 1{,}098.. \cdot 10^{21}$ m^3 $= 1{,}098 \cdot 10^{21}$ m^3	$1{,}098 \cdot 10^{21}$ m^3
	a[2]	$M = \rho \cdot V = 5{,}5 \cdot 1000 \cdot 1{,}098.. \cdot 10^{21} = 6{,}0.. \cdot 10^{24}$ kg $= 6 \cdot 10^{24}$ kg	$6 \cdot 10^{24}$ kg
	b	$F_z = F_g \Rightarrow mg = GmM/r^2 \Rightarrow$ $G = g \cdot r^2/M = 9{,}81 \cdot (6400 \cdot 10^3)^2/(6{,}0.. \cdot 10^{24}) = 6{,}6.. \cdot 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2} $= 7 \cdot 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}	$7 \cdot 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}
35	***a***	$v = 100$ km/h $= 27{,}7..$ m/s $v = 2\pi r/T = 2\pi r f \Rightarrow f = v/(2\pi r) = 27{,}7../(2\pi \cdot 0{,}29) = 15{,}2..$ Hz $= 15$ Hz	–
	b	$v = 2\pi r f = 2\pi \cdot 0{,}18 \cdot 15{,}2.. = 17{,}2..$ m/s $= 17$ m/s	17 m/s
	c	$F_c = mv^2/r = 0{,}050 \cdot (17{,}2..)^2/0{,}18 = 83$ N	83 N
36	***a***	$g_{maan} = 1{,}62$ ms^{-2}; $R_{maan} = 1{,}738 \cdot 10^6$ m (*Binas* tabel 31)	–
	b	$F_c = F_z = mg = 500 \cdot 1{,}62 = 810$ N $810 = mv^2/R \Rightarrow v = \sqrt{(810 \cdot 1{,}738 \cdot 10^6/500)} = 1{,}677.. \cdot 10^3$ ms^{-1} $= 1{,}68$ kms^{-1} $T = 2\pi R/v = 2\pi \cdot 1{,}738 \cdot 10^6/1{,}677.. \cdot 10^3 = 6{,}507.. \cdot 10^3$ s $= 1{,}81$ uur	810 N 1,68 km/s 1h en 49 min
37	***a***	$F_z = F_g \Rightarrow mg = GmM/r^2 \Rightarrow g = GM/r^2 \Rightarrow g$ neemt kwadratisch af met r. Dus als r 2x zo groot is, dan is g vier keer zo klein. Als $r = R_{aarde} \Rightarrow F_g = F_z = mg$ Als $r = 2 \cdot R_{aarde} \Rightarrow F_g = m \cdot ¼g = ¼ \cdot F_z$	
	b	$F_g = ¼ \cdot F_z = ¼ \cdot 2000 \cdot 9{,}81 = 4{,}91 \cdot 10^3$ N	$4{,}91 \cdot 10^3$ N
38	***a***	$F_g \sim r^{-2}$, dus als r kleiner $\Rightarrow F_g$ groter.	–
	b	$r^3/T^2 = GM/4\pi^2 \Rightarrow T^2 = \text{constante} \cdot r^3$ Dus als r kleiner, dan is T ook kleiner.	–
39	**-**	$r = 8/2 = 4$ km $= 4 \cdot 10^3$ m Normale zwaartekracht $\Rightarrow g = 9{,}81$ m/s^2 $g = v^2/r \Rightarrow v = \sqrt{(gr)} = \sqrt{(9{,}81 \cdot 4 \cdot 10^3)} = 1{,}98.. \cdot 10^2$ m/s $= 2 \cdot 10^2$ m/s $T = 2\pi R/v = 2\pi \cdot 4 \cdot 10^3/1{,}98.. \cdot 10^2 = 127$ s $= 2$ min	2 min
40	***a***	De rechte hoek zit bij de maan.  	–
	b	$M_{aarde} = 5{,}972 \cdot 10^{24}$ kg, $m_{maan} = 0{,}0735 \cdot 10^{24}$ kg en $r = 384{,}4 \cdot 10^6$ m (*Binas* tabel 31); $G = 6{,}67384 \cdot 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2} (*Binas* tabel 7) $F_{g,aarde} = GmM/r^2 = 6{,}67384 \cdot 10^{-11} \cdot 0{,}0735 \cdot 10^{24} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}/(384{,}4 \cdot 10^6)^2 = 1{,}983 \cdot 10^{20}$ N	$1{,}983 \cdot 10^{20}$ N

c M_{zon} = 1,9884·10^{30} kg en
r = 1,496·10^{11} m (Uit Binas tabel 31)
$F_{g,zon}$ = 6,67384·10^{-11}·0,0735·10^{24}·1,9884·10^{30}/(1,496·10^{11})^2 = 4,358·10^{20} N

Antwoord: 4,358·10^{20} N

d

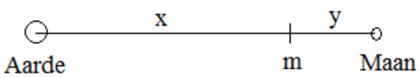


Antwoord: 4,788·10^{20} N
24°

Nu heb je Pythagoras nodig:
$(F_{g,aarde})^2 + (F_{g,zon})^2 = (F_{g,tot})^2$
(1,983·10^{20})^2 + (4,358·10^{20})^2 = $(F_{g,tot})^2$ ⇒ $F_{g,tot}$ = 4,788·10^{20} N
tanα = $F_{g,aarde}/F_{g,zon}$ = 1,983·10^{20}/4,358·10^{20} ⇒ α = 24°

41 ***a*** $F_{g,aarde}$ en F_g,maan zijn dan even groot en tegengesteld gericht ⇒ ΣF = 0 –

b m = massa ruimtevoertuig,
x = de afstand van het ruimtevaartuig tot het middelpunt aarde
y = afstand ruimtevaartuig en middelpunt maan.



$x + y$ = 384,4·10^6 m (*Binas* tabel 31)
$F_{g,aarde} = F_{g,maan}$ ⇒ $GmM_{aarde}/x^2 = GmM_{maan}/y^2$ ⇒
$(y/x)^2 = M_{maan}/M_{aarde}$ ≈ 1/81 (*Binas* tabel 31)
y/x = 1/9 ⇒ $x = 9y$
$9y + y$ = 384,4·10^6 ⇒ $10y$ = 384,4·10^6 ⇒ y = 384,4·10^5 m
$x = 9y$ = 9·384,4·10^5 = 3,45..·10^8 m
R_{aarde} = 6,371·10^6 m (*Binas* tabel 31)
Dus h = 3,45..·10^8 – 6,371·10^6 = 3,4·10^8 m boven het aardoppervlak.

Antwoord: 3,4·10^8 m

42 ***a*** Je kunt niet direct naar de zon kijken, want dan word je blind. –

b Effectieve oppervlakte temperatuur van de zon = 5,78·10^3 K (*Binas* tabel 32B)
ΔT = 1250 °C = 1250 K
Temperatuur zonnevlek = 5,78·10^3 – 1250 = 4,53·10^3 K

Antwoord: 4,53·10^3 K

c $\lambda_{top} \cdot T = k_w$
Lagere T ⇒ grotere λ_{top} ⇒ 'rodere' kleur. –

d In 100 jaar is er 9 keer een maximum van zonnevlekken geweest ⇒ gemiddeld eens in de 11 jaar zijn er veel zonnevlekken. Dus in 2001 (1990 + 11), 2012 (2001 + 11), 2023 (2012 + 11) zullen er veel zonnevlekken te zien zijn. –

43 ***a*** $\lambda_{top} \cdot T = k_w$
Blauwe ster ⇒ kleine λ_{top} ⇒ hogere T –

b De zon, want hogere T ⇒ kleine λ_{top} ⇒ 'witter'. –

44 ***a*** *Binas* tabel 32F helemaal onderaan: [H] = ms^{-1}m^{-1} = s^{-1} –

b $v = H \cdot d$ en vanaf de oerknal is de afstand afgelegd $d = v \cdot t_H$ ⇒ $t_H = d/v = d/(H \cdot d) = 1/H$ –

c $t_H = 1/H$ = 1/2,28·10^{-18} = 4,39..·10^{17} s
t_H = 4,39..·10^{17}/(3600·24·365) = 1,39·10^{10} j

Antwoord: 1,39·10^{10} j

45 ***a*** *Binas* tabel 32B: 5,78·10^3 K –

	b	$\lambda_{top} \cdot T = k_w = 2{,}8977721 \cdot 10^{-3}$ $\lambda_{top} = 2{,}8977721 \cdot 10^{-3} / 5{,}78 \cdot 10^{3} = 501$ nm Zie ook tabel 22 Planck-krommen	501 nm
46	***a***	$T = 273 + 700 = 973$ K $\lambda_{top} \cdot T = k_w = 2{,}8977721 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \lambda_{top} = 2{,}8977721 \cdot 10^{-3}/973 = 2{,}98 \cdot 10^{-6}$ m $2{,}98 \cdot 10^{-6}/750 \cdot 10^{-9} = 4$	–
	b	$\lambda_{top} = 960$ nm $= 960 \cdot 10^{-9}$ m $\lambda_{top} \cdot T = k_w = 2{,}8977721 \cdot 10^{-3} \Rightarrow T = 2{,}8977721 \cdot 10^{-3}/960 \cdot 10^{-9} = 3{,}02 \cdot 10^{3}$ K	–
47	***a***	$v_{gem} = (12{,}0 + 9{,}5)/2 = 10{,}75$ min/d aantal hoekminuten = 10,75·60,0 = 645 aantal graden = 645 / 60 = 10,75 = 10,8	10,8
	b	vertraging = rc = (9,5 – 12) / 60 = − 0,042 min/d^2	− 0,042 min/d^2