

Correctievoorschrift

6V SE2.1 Sterrenkunde

OEFENTOETS

Natuurkunde vwo

Maximaal aantal punten: 65

INTERNATIONAL SPACE STATION (ISS)

1 maximumscore 4

Benodigde snelheid v op 420 km hoogte is: $v = \frac{2\pi(R_{aarde}+h)}{T} =$
 $\frac{2\pi \times 6,791 \cdot 10^6}{93 \times 60} = 7,64 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

$$E_{g \text{ aarde}} + E_{k \text{ aarde}} = E_{g \text{ 420 km}} + E_{k \text{ 420 km}} \rightarrow -G \frac{mM}{r} + \frac{1}{2}mv^2 =$$
$$-G \frac{mM}{r} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$-\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \times 5,972 \cdot 10^{24}}{6,371 \cdot 10^6} + \frac{1}{2}v^2 = -\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \times 5,972 \cdot 10^{24}}{6,791 \cdot 10^6} +$$
$$\frac{1}{2}(7,64 \cdot 10^3)^2$$

$$\rightarrow v = 8,1 \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{\text{s}}$$

- 1p inzicht dat op aarde en op 420 km hoogte ISS zowel E_{kin} als $E_{\text{potentieel}}$ heeft
- 1p berekening snelheid op 420 km hoogte met $r = 6,791 \cdot 10^6 \text{ m}$ en T in seconden met $v = \frac{2\pi(R_{aarde}+h)}{T}$
- 1p gebruik van energiebehoud
- 1p completeren van de berekening

2 maximumscore 2

Door de luchtweerstand neemt de kinetische energie af. Door te dalen wordt er potentiële/gravitatie energie omgezet in kinetische energie waardoor het ISS in een lagere baan kan bewegen.

- 1p inzicht dat door wrijving de $E_{\text{kinetisch}}$ afneemt waardoor ISS niet in die baan kan blijven. (eigenlijk in een hogere baan zou moeten met die snelheid. Maar het kost energie voor de hogere $E_{\text{gravitatie}}$ en die is er juist niet)
- 1p inzicht dat er alleen kinetische energie bij kan komen door te dalen, waardoor de gravitatie/potentiële energie vrijkomt die kan worden omgezet in kinetische energie. (in een lagere baan is de snelheid hoger dus is er extra kinetische energie nodig)

3 maximumscore 2

Extra massa heeft geen invloed op de snelheid. Voor de berekening van v stel je de gravitatiekracht gelijk aan de middelpuntzoekende kracht. De massa valt dan uit de formule.

Bouwen aan de buitenkant verandert de vorm. Dat heeft invloed op de luchtweerstandskracht en dus de snelheid.

- 1p inzicht dat voor de berekening van de benodigde v de F_{mpz} gelijk wordt gesteld aan de gravitatiekracht en dat daarbij de massa uit de berekening wegvalt.
- 1p inzicht dat de vorm verandert en dus de luchtweerstand toeneemt. Hierdoor verandert de snelheid, ongeacht de massatoename.

KOMEET SHOEMAKER LEVY

4 maximumscore 3

Bij een cirkelbaan zou gelden $F_{\text{grav}} = F_{\text{mpz}}$ en $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} =$

$\sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 1900 \cdot 10^{24}}{1,3 \times 69,91 \cdot 10^6}} = 37 \text{ km/s}$. De T die daarbij hoort bereken je met

$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi 1,3 \cdot 69,91 \cdot 10^6}{37 \cdot 10^3} = 15425 \text{ s}$. Dat is geen 2 jaar, dus is het geen cirkelbaan.

- 1p inzicht dat als het een cirkelbaan is, je v en T berekent met $F_{\text{grav}} = F_{\text{mpz}}$
- 1p opzoeken van de straal en massa van Jupiter en inzicht dat $r = 1,3R$
- 1p completeren van de berekening

5 maximumscore 3

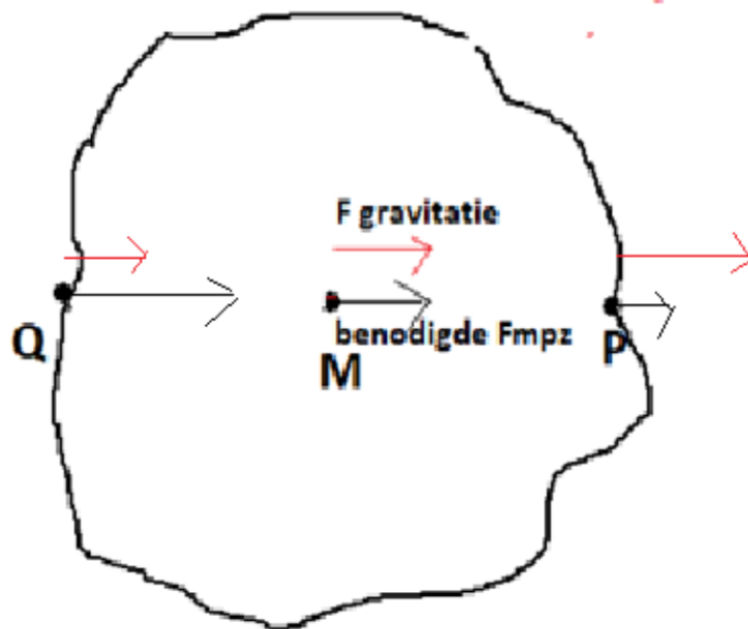
$$F_{mpz} = \frac{mv^2}{r} \text{ en } v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow F_{mpz} = \frac{4m\pi^2 r}{T^2}$$

De variabelen m en T zijn in deze situatie constant, dus is F_{mpz} recht evenredig met r

- 1p inzicht dat $v = \frac{2\pi r}{T}$ ingevuld moet worden in de formule voor F_{mpz}
- 1p correcte wiskundige bewerking
- 1p inzicht dat de variabelen m en T constant zijn en dus F_{mpz} (recht) evenredig met r .

6 maximumscore 3

Aan de hand van de evenredigheid van de vorige vraag kan worden gesteld dat bij grotere r de F_{mpz} in Q groter is dan in M en die in P kleiner. De gravitatiekrachten zijn omgekeerd kwadratisch evenredig met r en dus juist kleiner in Q dan in M en P.



- 1p gebruik van het gegeven van evenredigheid F_{mpz} voor de vectoren in Q en P
- 1p inzicht omgekeerd kwadratische evenredigheid (of via formule) van F_g
- 1p tekenen van de vectoren F_g

7 maximumscore 4

De gravitatiekrachten in P en Q matchen niet met de benodigde middelpuntzoekende krachten in P en Q. Omdat de materiaalbindingen de resterende krachten leveren, blijft de komeet heel. Als er breuken in de komeet zitten, zal de komeet in stukken vallen. Alle brokstukken hebben dezelfde snelheid v . De benodigde F_{mpz} wordt geleverd door de gravitatiekracht. De massa heeft geen invloed op de straal (je deelt deze uit de formule) en dus zullen ze allemaal in dezelfde baan cirkelen.

- 1p inzicht dat in P en Q de gravitatiekrachten niet matchen met de benodigde F_{mpz}
- 1p inzicht dat bij breukvlakken het materiaal niet in staat is om de ontbrekende krachten in Q en P te compenseren en er dus een nettokracht naar buiten ontstaat
- 1p inzicht dat alle brokstukken dezelfde snelheid hebben
- 1p inzicht dat de F_{mpz} geleverd wordt door de gravitatiekracht en bij de berekening de massa eruitvalt

8 maximumscore 4

Voorbeeld van een berekening:

$$E_{totaal} = -G \frac{mM}{r_j+h} + \frac{1}{2}mv^2 - \left(-G \frac{mM}{r_j} \right) \rightarrow$$
$$- \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \times 8,6 \cdot 10^{12} \times 1900 \cdot 10^{24}}{74,91 \cdot 10^6} + \frac{1}{2} \cdot 8,6 \cdot 10^{12} \cdot (6,1 \cdot 10^4)^2 +$$
$$\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \times 8,6 \cdot 10^{12} \times 1900 \cdot 10^{24}}{69,91 \cdot 10^6} = 1,7 \cdot 10^{22} \text{ J}$$

- 1p gebruik van de formules voor gravitatie-energie en kinetische energie
- 1p inzicht dat de gravitatie-energie aan het oppervlak van Jupiter ervanaf moet worden getrokken
- 1p opzoeken van de massa en de straal van Jupiter en (juiste) verwerking van de hoogte
- 1p completeren van de berekening

9 maximumscore 3

De energie van één atoombom is $15 \cdot 10^3 \times 4,2 \cdot 10^9 = 63 \cdot 10^{12} \text{ J}$.

Totaal was de energie t.o.v. Jupiter aan het begin van de atmosfeer:

$$1,7 \cdot 10^{22} \text{ J}$$

Dit komt overeen met $\frac{1,7 \cdot 10^{22}}{63 \cdot 10^{12}} = 2,7 \cdot 10^8$. Dit is inderdaad 270 miljoen atoombommen. De benadering klopt.

- 1p correcte berekening van hoeveelheid energie per atoombom
- 1p inzicht dat daarvoor de energie van vorige vraag gebruikt moet worden
- 1p completeren van de berekening

TEMPERATUUR OP VENUS

10 maximumscore 1

Een zwarte straler absorbeert alle straling die erop valt en zendt afhankelijk van de temperatuur straling uit in alle golflengtes volgens de planckkrommen uit je tabellenboek.

- 1p Juiste definitie

11 maximumscore 3

Als de temperatuur op venus niet verandert, moet de planeet evenveel straling uitzenden als hij absorbeert. Dus is de uitgezonden intensiteit ook twee keer zo groot als die van de aarde.

Er geldt: $I = \sigma T^4$. Als I 2 keer zo groot als die van de aarde, dan is de temperatuur van Venus $\sqrt[4]{2} = 1,1892$ keer zo groot en zou $(15 + 273) \times 1,1892 = 342$ K moeten zijn.

- 1p Toepassen dat bij gelijkblijvende temperatuur het inkomend vermogen gelijk aan het uitgaand vermogen moet zijn.
- 1p Inzicht dat $I = \sigma T^4$ gebruikt moet worden voor de redenering met T_{aarde} in Kelvin
- 1p Completeren van redenering

Als m.b.v. een berekening iets met het vermogen van de zon, afstand zon-venus en het loodrechte oppervlak wordt berekend, dan is niet aan de opdracht voldaan.

12 maximumscore 4

Volgens Wien: $\lambda_{max} T = k_W$ dus $\lambda_{max} = 3935$ nm. Deze golflengte ligt ver in het infrarode gebied dus een IR sensor is nodig.

Je moet aan de schaduwzijde meten omdat je anders de terugkaatsing van de zonnestraling meeneemt. Je wilt alleen de uitstraling van Venus meten.

- 1p Gebruik van de wet van Wien
- 1p Berekening van λ_{max}
- 1p Consequente conclusie soort sensor
- 1p Inzicht dat de door Venus teruggekaatste straling van de zon niet mee gemeten mag worden. (Het gaat specifiek om de teruggekaatste straling en niet om de directe straling; daartegen kan worden afgeschermd)

DELTA CASSIOPEDIA

13 maximumscore 2

De lijnen behoren tot de Balmerreeks.

- 1p Gebruik tabellenboek
- 1p Omzetting in nanometers (mag impliciet) en consequente conclusie

14 maximumscore 5

$$I_{ster} = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} (7.98 \cdot 10^3)^4 = 2,30 \cdot 10^8 \text{ W m}^{-2}$$

Afstand ster aarde is $99,4 \cdot 10^{15} = 9,40 \cdot 10^{17} \text{ m}$

Straal ster is: $3,90 \times 6,957 \cdot 10^8 = 2,71 \cdot 10^9 \text{ m}$

Intensiteit op aarde: $\frac{(2,71 \cdot 10^9)^2}{(9,40 \cdot 10^{17})^2} 2,30 \cdot 10^8 = 1,91 \cdot 10^{-9} \text{ W m}^{-2}$

- 1p Gebruik van $I_{ster} = \sigma T^4$
- 1p Opzoeken straal van de zon en bepaling straal van de ster
- 1p Correcte omzetting van lichtjaar naar meters
- 1p Gebruik verhouding kwadraat van de afstanden (kwadratenwet)
- 1p Completeren van de berekening

Opmerking: eventueel eerst het vermogen uitrekenen en vervolgens de intensiteit op aarde berekenen is uiteraard ook correct

15 maximumscore 5

Het gehele oppervlak onder de ononderbroken lijn is ongeveer

$$0,5 \times 1,4 \cdot 10^x \text{ W m}^{-2} \text{ Å}^{-1} \times (8600 - 3450 \text{ Å}) = 3,6 \cdot 10^3 10^x \text{ W m}^{-2}$$

De bepaalde waarde is in de orde van grootte van $10^3 \times 10^x$

De berekende waarde uit vraag 3 is in de orde van grootte van 10^{-9}

De eenheid moet dus $10^{-12} \text{ W m}^{-2} \text{ Å}^{-1}$ zijn.

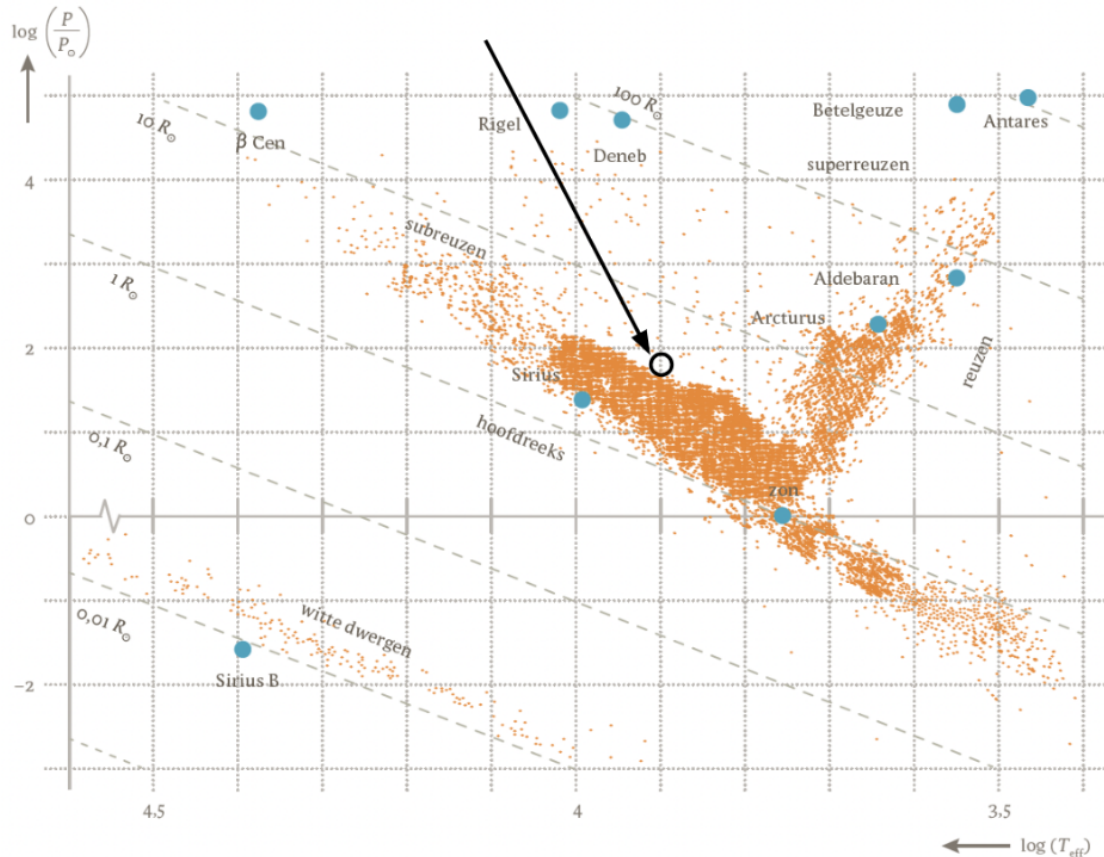
- 1p Inzicht dat het oppervlak onder de grafiek genomen moet worden
- 1p Bepalen gehele oppervlak onder de grafiek met λ in Ångström
- 1p Completeren van de bepaling met een marge van $0,5 \cdot 10^3$
- 1p Correct opstellen van de beide ordes van grootte
- 1p Consequente conclusie

16 maximumscore 2

Bepaling van de plek op de horizontale as: $\log T_{\text{eff}} = \log 7980 = 3,9$

Bepaling van de plek op de verticale as: $\log (P/P_{\text{zon}}) = \log 74,88 = 1,87$

- 1p Berekening $\log T$ en $\log P/P_{\text{zon}}$
- 1p Correct aangeven van de plaats in het HR-diagram



17 maximumscore 3

$\log T_{\text{Sirius B}} - \log T_{\text{Sirius}} = 0,4$. Dus $\log (T_{\text{Sirius B}} / T_{\text{Sirius}}) = 0,4$. Hieruit volgt dat $T_{\text{Sirius B}} / T_{\text{Sirius}} = 10^{0,4} = 2,5$.

- 1p Aflezen dat $\log T_{\text{Sirius B}} - \log T_{\text{Sirius}} = 0,4$
- 1p Correcte logaritmische bewerking
- 1p Completeren van de bepaling

EXOPLANEET

18 maximumscore 1

Volgens de derde wet van Newton oefent de exoplaneet een even grote kracht uit op de ster als de ster op de exoplaneet. De kracht van de planeet op de ster levert dus de middelpuntzoekende kracht.

19 maximumscore 3

Er geldt $a_g = G \frac{M}{r^2}$. Voor de valversnelling op de exoplaneet in

vergelijking met de aarde geldt dan: $\frac{a_g}{g} = \frac{G \frac{M_{exo}}{r_{exo}^2}}{G \frac{M_a}{r_a^2}} = \frac{1,3}{1,2^2} = 0,90 \rightarrow$

$$a_g = 0,90 \text{ g}$$

- 1p inzicht dat gebruik gemaakt moet worden van $ma_g = G \frac{mM}{r^2}$ waaruit volgt: $a_g = G \frac{M}{r^2}$
- 1p inzicht (evt. impliciet) dat als voor M en r de massa en straal van de aarde ingevuld is dat $a_g = g$
- 1p completeren van de berekening

20 maximumscore 3

Voor een de baan van een planeet rond een ster geldt: $F_{mpz} = F_g$

Vul de formules in: $\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow v^2 = G \frac{M}{r}$ (1)

Voor de baansnelheid geldt ook: $v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow v^2 = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2$ (2)

Stel (2) gelijk aan (1): $\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = G \frac{M}{r} \rightarrow \frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$

- 1p gebruik $G \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$
- 1p gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$
- 1p correcte omzetting tot eindformule

21 maximumscore 2

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \rightarrow \frac{r^3}{(11 \cdot 24 \cdot 3600)^2} = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \times 0,123 \times 1,988 \cdot 10^{30}}{4\pi^2} \rightarrow r = 7,2 \cdot 10^9 \text{ m}$$

- 1p gebruik formule met $M = 0,123 \cdot M_{zon}$ en T in seconden.
- 1p completeren van de berekening met het juiste aantal significante cijfers.

22 maximumscore 3

$$\text{Voorbeeld van een berekening: } t = \frac{s}{v} = \frac{(4,2 \times 9,46 \cdot 10^{15})}{0,0006 \cdot 2,998 \cdot 10^8} = 2,224 \cdot 10^{11} \text{ s} = 7060 \text{ jaar}$$

Of sneller: $4,2/0,0006 = 7000$ jaar. Dat zijn minstens 70 menslevens dus dit is niet haalbaar.

- 1p juiste verwerking van de 0,06 procent
- 1p gebruik $t=s/v$ en correcte verwerking van het lichtjaar en de lichtsnelheid
- 1p completeren van de berekening en consequente conclusie