Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Massa meten in de ruimte

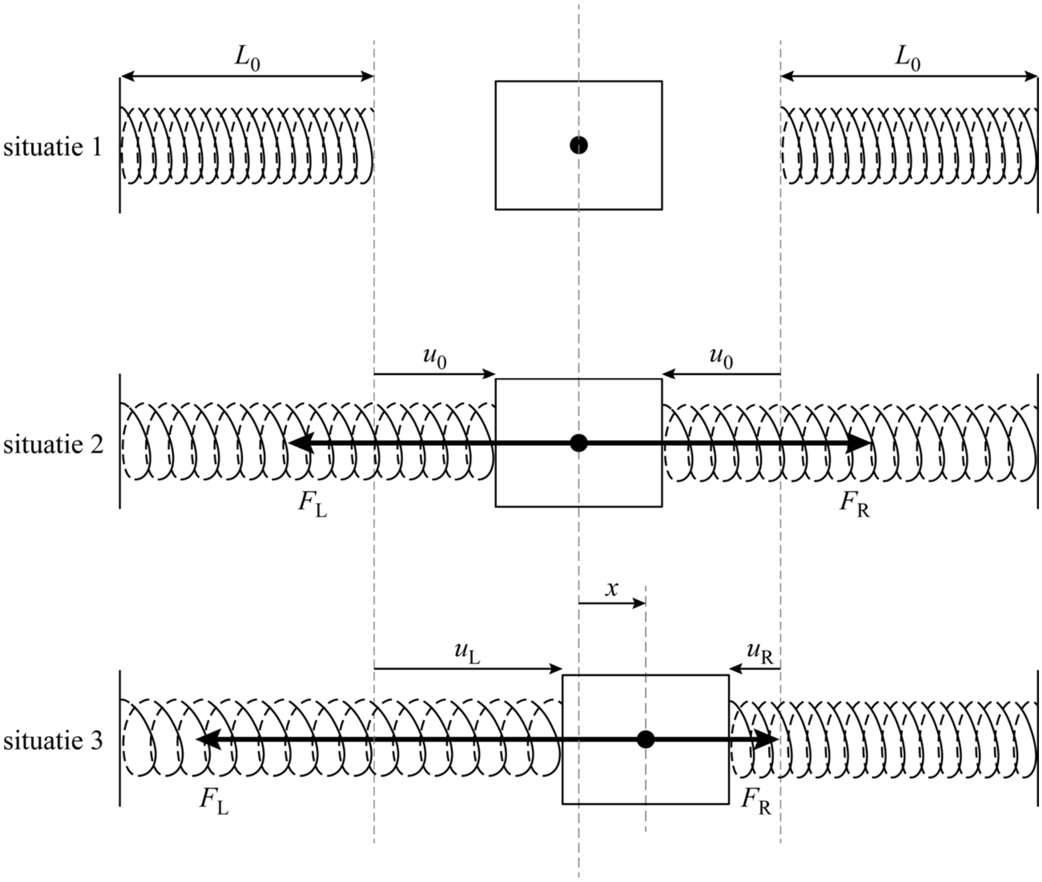
1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Een weegschaal waar je op moet staan, meet je gewicht. In het ruimtestation ben je gewichtloos, dus kan je de schaal niet indrukken.

- inzicht dat je in het ruimtestation gewichtloos bent 1
- inzicht dat een weegschaal gewicht meet 1

2 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



(In de evenwichtsstand is F_L gelijk aan F_R, maar tegengesteld gericht, dus $F_{res} = F_R - F_L = Cu_0 - Cu_0 = 0$.)
Bij een uitwijking x uit de evenwichtsstand naar rechts, wordt F_L groter en F_R evenveel kleiner. Deze verandering is gelijk aan Cx.

Examen gemak.nl

De verandering van de resulterende kracht is twee keer zo groot, dus $\left|F_{\text{res}}\right| = 2Cx$. De veerconstante van de twee veren samen is dus $2C$.

- tekenen van F_{R} in situatie 2, even lang als F_{L} maar tegengesteld gericht — 1
- tekenen van F_{R} in situatie 3, evenveel korter als F_{L} langer is in vergelijking met situatie 2 / beide pijlen samen even lang in situatie 2 en 3 — 1
- inzicht dat de verandering van de resulterende kracht twee keer zo groot is als de verandering van de afzonderlijke veerkrachten — 1
- inzicht dat $\left|F_{\text{res}}\right| = C_{\text{totaal}}x$ en completeren van de uitleg — 1

Opmerking
Als de kandidaat een redenering heeft in de trant van twee veren dus twee keer zo groot, de laatste twee scorepunten niet toekennen.

3 **maximumscore 3**
uitkomst: m = 0,22 kg (met een marge van 0,01 kg)

voorbeeld van een antwoord:
Uit het (x,t)-diagram volgt dat de trillingstijd $T = 0{,}42\ \text{s}$.

Voor de trillingstijd geldt: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}}$. Omschrijven geeft voor de massa:

$$m = \frac{T^2 C}{4\pi^2} = \frac{0{,}42^2 \cdot 50}{4\pi^2} = 0{,}22\ \text{kg}$$

- inzicht dat de trillingstijd bepaald moet worden — 1
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{C}}$ — 1
- completeren van de bepaling en significantie — 1

4 **maximumscore 5**

uitkomst: $v_{max} = 0{,}84 \text{ m s}^{-1}$ (met een marge van $0{,}10 \text{ m s}^{-1}$)

voorbeelden van een antwoord:

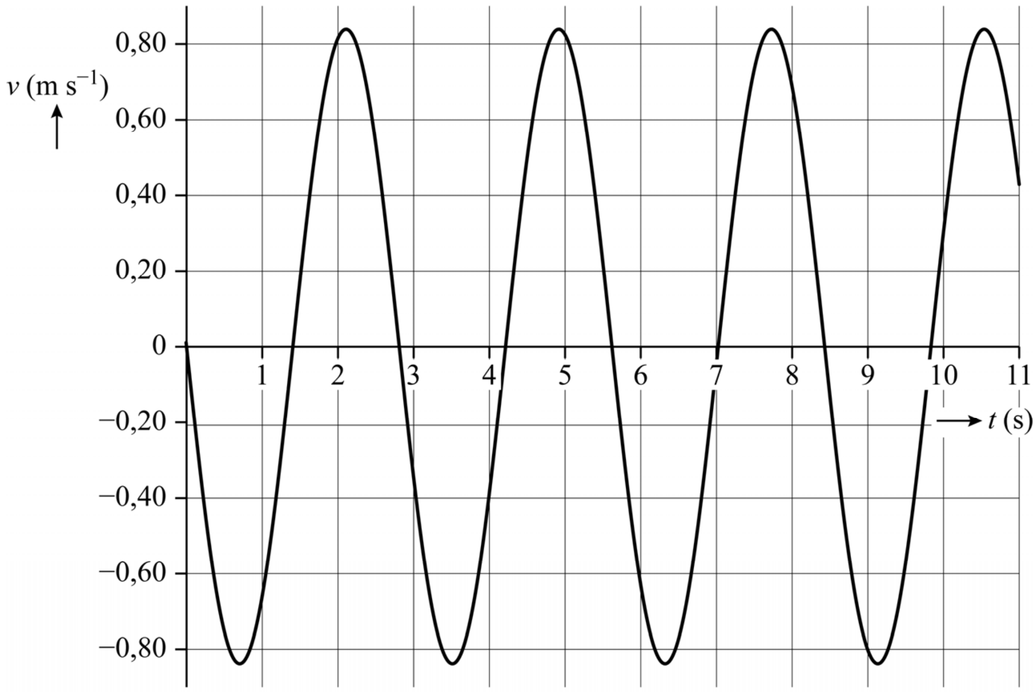
Methode 1:

– Voor de maximale snelheid geldt: $v_{max} = \dfrac{2\pi A}{T}$.

Bepalen van de amplitudo en de periode levert:

$$v_{max} = \frac{2\pi \cdot 0{,}375}{2{,}8} = 0{,}84 \text{ m s}^{-1}$$

–



- inzicht dat A en T bepaald moeten worden 1
- gebruik van $v_{max} = \dfrac{2\pi A}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- inzicht dat $v = 0$ op $t = 0 \text{ s}$ en vervolgens negatief 1
- tekenen van het (v,t)-diagram 1

Opmerking
Het laatste scorepunt kan alleen toegekend worden als het volledige bereik van 11 s is gebruikt, het getekende diagram een vloeiende kromme is en de volgende elementen correct zijn: v_{max} consequent met de berekening en corresponderend met $x = 0$, T in overeenstemming met het (x,t)-diagram.

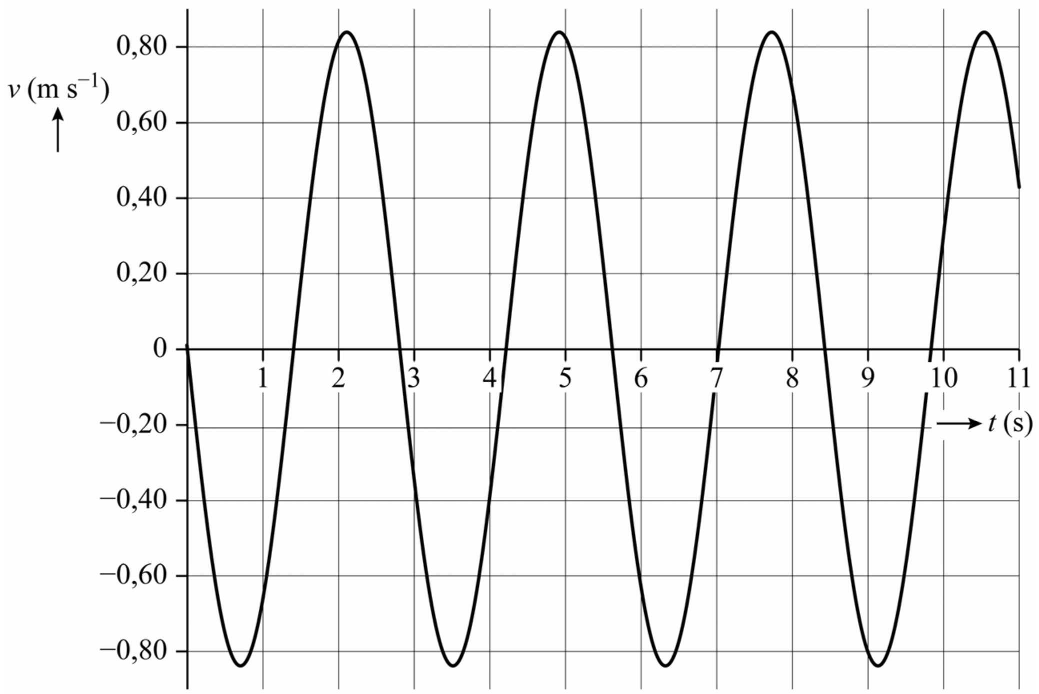
of

Methode 2:

– Voor de maximale snelheid geldt $v_{max} = \left(\dfrac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$ als $x = 0\,\text{m}$.

Tekenen van een raaklijn en aflezen levert: $v_{max} = \dfrac{0{,}80\,\text{m}}{0{,}95\,\text{s}} = 0{,}84\,\text{m s}^{-1}$

–



- inzicht dat de maximale snelheid overeenkomt met de helling van het (x,t)-diagram als $x = 0$ — 1
- gebruik van $v = \left(\dfrac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{raaklijn}$ — 1
- completeren van de bepaling en significantie — 1
- inzicht dat $v = 0$ op $t = 0\,\text{s}$ en vervolgens negatief — 1
- tekenen van het (v,t)-diagram — 1

Opmerking
Het laatste scorepunt kan alleen toegekend worden als het volledige bereik van 11 s is gebruikt, het getekende diagram een vloeiende kromme is en de volgende elementen correct zijn: v_{max} *consequent met de berekening en corresponderend met* $x = 0$ *,* T *in overeenstemming met het (x,t)-diagram.*

Examen gemak.nl

5 **B**

6 **maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:
De veren zijn voorgespannen dus de veerenergie zal nooit 0 J worden.

- inzicht dat de veren een voorspanning hebben 1

7 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
Voor het energieverlies per seconde geldt $P = F_w v$. Dit is dus afhankelijk van de snelheid van de stoel, ook als F_w niet van de snelheid afhangt. De grafiek zal dus na de aanpassing van het model nog steeds vergelijkbare hobbels vertonen. André's verwachting is dus niet terecht.

- inzicht dat $P = F_w v$ 1
- consequente conclusie 1

Examen gemak.nl

ECG in MRI

8 maximumscore 3

uitkomst: 68 (min^{-1}) met een marge van 1 (min^{-1})

voorbeeld van een antwoord:
De afstand op het ECG tussen de eerste en vijfde top is 8,8 cm. Dit komt overeen met $\frac{8,8}{2,5} = 3,5\text{ s}$. Dit zijn vier periodes, dus $T = 0,88\text{ s}$.

Het hartritme is dus $\frac{60}{0,88} = 68\text{ min}^{-1}$.

- inzicht dat de afstand tussen twee pieken bepaald moet worden 1
- inzicht dat de frequentie berekend moet worden / gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De spanningswet van Kirchhoff geeft voor de spanningen in een kring:
$\sum_i U_i = 0$. Dus geldt: $U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}} + U_{\text{CA}} = 0$
Hieruit volgt dat $-U_{\text{CA}} = U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}}$. Omdat $U_{\text{AC}} = -U_{\text{CA}}$ volgt:
$U_{\text{AC}} = U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}}$
(Dus de spanning over AC is hetzelfde als de som van de spanningen over AB en BC.)

- inzicht dat volgens Kirchhoff $U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}} + U_{\text{CA}} = 0$ 1
- inzicht dat $U_{\text{AC}} = -U_{\text{CA}}$ en completeren van de uitleg 1

10 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:
Bij een MRI-scan wordt de patiënt niet bestraald met ioniserende straling.

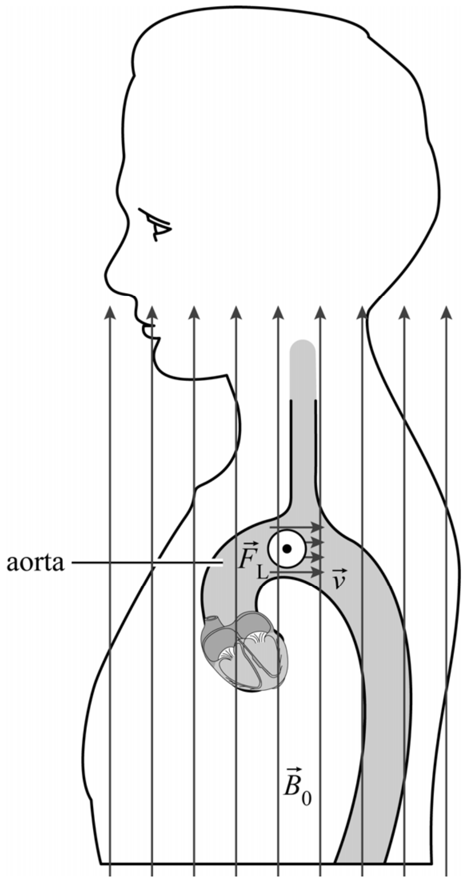
- inzicht dat bij een MRI-scan geen ioniserende straling wordt gebruikt 1

Examen gemak.nl

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

–



– De stroom I, veroorzaakt door de positieve ionen, heeft dezelfde richting als $\vec{v}$. De negatieve ionen zorgen voor een stroom I in tegengestelde richting van $\vec{v}$. Met een richtingsregel volgt dan dat de lorentzkracht op de positieve en de negatieve ionen in tegengestelde richting staat. Dus treedt er ladingsscheiding op.

– De lorentzkracht staat in de richting van AB, dus de ladingsscheiding ontstaat ook langs deze lijn en zal dus U_{AB} het meest beïnvloeden.

- tekenen van de lorentzkracht het papier uit — 1
- inzicht dat de richting van de elektrische stroom van de negatieve ionen tegengesteld is aan de richting van de elektrische stroom van de positieve ionen / inzicht dat de lorentzkrachten op de negatieve en positieve ionen tegengesteld zijn — 1
- inzicht dat de ladingsscheiding in de aorta in de richting van de werklijn van de lorentzkracht ontstaat en consequente conclusie — 1

Opmerking

Als de lorentzkracht niet in de cirkel ingetekend is, maar de juiste richting blijkt wel eenduidig uit het antwoord van de kandidaat dan kan het eerste scorepunt worden toegekend.

Examen gemak.nl

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Invullen van formule (2) met $A = \frac{1}{4}\pi d_{\text{aorta}}^2$ geeft voor de stroomsnelheid:

$$v = \frac{600 \cdot 10^{-6}}{\frac{1}{4}\pi\,(3 \cdot 10^{-2})^2} = 0{,}85 \text{ m s}^{-1}$$

Invullen van formule (1) en uitwerken levert:

$$d = \frac{U_{\text{ls}}}{vB_0} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0{,}85 \cdot 3{,}0} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

De berekende afstand is kleiner dan de diameter van de aorta. (De gegeven verklaring kan dus kloppen.)

- gebruik van formule (2) en $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ / $A = \pi r^2$ met $d = 2r$ — 1
- omrekenen van mL s^{-1} naar m^3s^{-1} — 1
- gebruik van formule (1) en completeren van de berekening — 1
- vergelijken van de berekende afstand met de diameter van de aorta — 1

Adelaarsnevel

13 maximumscore 5

uitkomst: $E_f = 1{,}8892$ (eV)

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $E_f = \dfrac{hc}{\lambda}$

Invullen levert $E_f = \dfrac{6{,}62607 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}99792 \cdot 10^{8}}{656{,}28 \cdot 10^{-9}} = 3{,}02682 \cdot 10^{-19}$ J

Omrekenen naar eV geeft:

$E_f = \dfrac{3{,}02682 \cdot 10^{-19}}{1{,}60218 \cdot 10^{-19}} = 1{,}8892$ eV

– Voor de energieniveaus van het waterstofatoom geldt $E_n = -\dfrac{13{,}6 \text{ eV}}{n^2}$.

Het eerste aangeslagen niveau is $n = 2$ en het tweede is $n = 3$, dus voor de energie van de overgang geldt:

$\left|E_{2\to3}\right| = \left(\dfrac{1}{2^2} - \dfrac{1}{3^2}\right) \cdot 13{,}6 \text{ eV} = 1{,}89 \text{ eV}$.

(Deze energie is gelijk aan de fotonenergie van de 656,28 nm-lijn.)

– (Het gaat om een emissielijn, dus) de overgang is van de tweede aangeslagen toestand naar de eerste.

- gebruik van $E_f = \dfrac{h \cdot c}{\lambda}$ — 1
- omrekenen van J naar eV — 1
- gebruik van $E_n = -\dfrac{13{,}6 \text{ eV}}{n^2}$ met $n = 2$ en $n = 3$ — 1
- inzicht dat het een overgang van een hogere naar een lagere aangeslagen toestand betreft — 1
- completeren van de berekeningen en significantie van E_f — 1

Opmerking

Als de kandidaat voor het omrekenen van J *naar* eV *gebruikmaakt van ScienceData tabel 1.3 is het juiste aantal significante cijfers twee.*

Examen gemak.nl

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Voor het aanslaan of het ioniseren van waterstof is veel energie nodig (respectievelijk 12,1 eV en 13,6 eV). De fotonenergie van zichtbaar licht is daarvoor niet voldoende. (Dus moet de frequentie van de uitgezonden straling groter zijn dan van zichtbaar licht.)

- inzicht dat waterstof geïoniseerd / voldoende aangeslagen moet worden 1
- inzicht dat de fotonenergie van zichtbaar licht niet voldoende is 1

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De ster zendt het overgrote deel van de straling uit in het golflengtegebied onder 380 nm. (Dus met een frequentie groter dan van zichtbaar licht.)

- inzicht in de golflengtes van zichtbaar licht 1
- inzicht dat de ster vrijwel alleen straling met kleinere golflengtes uitzendt 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De top van het spectrum ligt bij $\lambda_{\text{max}} = 0{,}07\ \mu\text{m}$.
Er geldt: $\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{W}}$.
Invullen levert: $T = \dfrac{k_{\text{W}}}{\lambda_{\text{max}}} = \dfrac{2{,}90\cdot 10^{-3}}{0{,}07\cdot 10^{-6}} = 4\cdot 10^{4}\ \text{K}$

- gebruik van $\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{W}}$ 1
- bepalen van λ_{max} tussen $0{,}065\ \mu\text{m}$ en $0{,}080\ \mu\text{m}$ 1
- completeren van de bepaling 1

17 maximumscore 5

uitkomst: $R = 1\cdot 10^{10}\ \text{m}$

voorbeeld van een antwoord:
– Voor een ster op de hoofdreeks volgt uit het HR-diagram bij $T = 4\cdot 10^{4}\ \text{K}$ dat $\dfrac{P}{P_{\text{zon}}} = 10^{5{,}7}$.
Dus $P_{\text{ster}} = 10^{5{,}7}\cdot P_{\text{zon}} = 10^{5{,}7}\cdot 3{,}85\cdot 10^{26}\ \text{W} = 1{,}93\cdot 10^{32}\ \text{W}$.
Dit is gelijk aan $2\cdot 10^{32}\ \text{W}$.

Examen gemak.nl

Vraag	Antwoord	Scores

– Voor het uitgestraalde vermogen geldt: $P = \sigma A T^4$ met $A = 4\pi R^2$.
Invullen en uitwerken levert:

$$R = \left(\frac{P}{4\pi\sigma T^4}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2\cdot 10^{32}}{4\pi\cdot 5{,}6\cdot 10^{-8}\cdot(4\cdot 10^4)^4}\right)^{\frac{1}{2}} = 1\cdot 10^{10}\text{ m}$$

- bepalen van $\dfrac{P}{P_{zon}}$ tussen $10^{5,6}$ en $10^{5,8}$ — 1
- opzoeken van P_{zon} — 1
- gebruik van $P = \sigma A T^4$ — 1
- gebruik van $A = 4\pi R^2$ — 1
- completeren van de bepaling en de berekening — 1

Opmerking
In Science Data staat voor het vermogen van de zon $3{,}84\cdot 10^{26}$ W.

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
De stralingsintensiteit tussen 400 en 800 nm is
$\dfrac{4{,}7\cdot 10^{-11}\text{ W m}^{-2}}{0{,}60} = 7{,}8\cdot 10^{-11}\text{ W m}^{-2}$. Dit komt overeen met 0,2 hokje in het diagram.
De oppervlakte onder de grafiek tussen 0 en $0{,}4\ \mu\text{m}$ is 8,5 hokjes. (De totale oppervlakte is dus 8,7 hokje.) Dus de totale ontvangen stralingsintensiteit is $\dfrac{8{,}7}{0{,}2}\cdot 7{,}8\cdot 10^{-11} = 3{,}4\cdot 10^{-9}\text{ W m}^{-2}$

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek gelijk is aan de ontvangen stralingsintensiteit — 1
- inzicht dat de oppervlakte van 400-800 nm vergeleken moet worden met de totale oppervlakte onder de grafiek — 1
- bepalen van de totale oppervlakte onder de grafiek tussen 8 en 10 hokjes en in rekening brengen van de factor 0,60 — 1
- completeren van de bepaling — 1

Examen gemak.nl

19 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$ dus $r = \left(\dfrac{P}{4\pi I}\right)^{\frac{1}{2}}$.

Invullen levert: $r = \left(\dfrac{2 \cdot 10^{32}}{4\pi \cdot 3{,}4 \cdot 10^{-9}}\right)^{\frac{1}{2}} = 7 \cdot 10^{19}\ \text{m}$.

Omrekenen geeft: $r = \dfrac{7 \cdot 10^{19}}{9{,}46 \cdot 10^{15}} = 7 \cdot 10^{3}\ \text{lichtjaar}$. De ster bevindt zich dus in of nabij de Adelaarsnevel. (Dus aan voorwaarde 1 kan zijn voldaan.)

- gebruik van $I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$ — 1
- omrekenen naar lichtjaar — 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie — 1

Examen gemak.nl

LEO-satelliet

20 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ met $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ en $F_{\text{g}} = G\dfrac{mM}{r^2}$

Invullen en omschrijven geeft: $v^2 = \dfrac{GM}{r}$, dus $v = \sqrt{\dfrac{GM}{r}}$

Er geldt: $E_{\text{t}} = E_{\text{k}} + E_{\text{g}}$, waarbij

$E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ met $v = \sqrt{\dfrac{GM}{r}}$ en $E_{\text{g}} = -G\dfrac{mM}{r}$

Invullen en omschrijven geeft: $E_{\text{t}} = \dfrac{1}{2}G\dfrac{mM}{r} - G\dfrac{mM}{r} = -\dfrac{1}{2}G\dfrac{mM}{r}$

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ — 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ en $F_{\text{g}} = G\dfrac{mM}{r^2}$ — 1
- gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ en $E_{\text{g}} = -G\dfrac{mM}{r}$ — 1
- completeren van de afleidingen — 1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de snelheid van de satelliet geldt:

$v = \sqrt{\dfrac{GM}{r}}$. Opzoeken van de waarden van G, M en r, met r gelijk aan de straal van de aarde plus de hoogte van de satelliet, en invullen geeft:

$$v = \sqrt{\frac{6{,}674 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}}{6{,}371 \cdot 10^{6} + 425 \cdot 10^{3}}} = 7{,}658 \cdot 10^{3}\ \text{m s}^{-1}$$

(Op een hoogte van 425 km heeft de LEO-satelliet dus een snelheid van $7{,}658\ \text{km s}^{-1}$.)

- gebruik van $v = \sqrt{\dfrac{GM}{r}}$ met opzoeken van G en M — 1
- inzicht dat $r = R_{\text{aarde}} + h$ met opzoeken van R_{aarde} — 1
- completeren van de berekening — 1

Examen gemak.nl

22 maximumscore 4

uitkomst: $0,43 \text{ J s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
Voor het energieverlies per seconde geldt: $P = Fv$
Het energieverlies wordt veroorzaakt door de wrijving: $F_w = \frac{1}{2}\rho c_w A v^2$
Combineren van deze formules geeft: $P = \frac{1}{2}\rho c_w A v^3$
De dichtheid van de lucht op 425 km hoogte is $2,28 \cdot 10^{-12} \text{ kg m}^{-3}$.
Invullen van de gegevens levert:

$$P = \frac{1}{2} \cdot 2,28 \cdot 10^{-12} \cdot 2,2 \cdot 0,385 \cdot (7,658 \cdot 10^3)^3 = 0,43 \text{ J s}^{-1}$$

- gebruik van $P = Fv$ — 1
- gebruik van $F_w = \frac{1}{2}\rho c_w A v^2$ — 1
- bepalen van ρ tussen $2,26 \cdot 10^{-12} \text{ kg m}^{-3}$ en $2,30 \cdot 10^{-12} \text{ kg m}^{-3}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– $\frac{dE_t}{dr} = \frac{1}{2} GmMr^{-2}$

– (G, m, M en r zijn positief, dus) $\frac{dE_t}{dr}$ is positief.
Door wrijving neemt E_t af, dus dE_t is negatief.
Hieruit volgt dat dr negatief is. (Dus door de wrijving neemt de hoogte van de satelliet af.)

- noteren van de afgeleide van $E_t(r)$ — 1
- inzicht dat door wrijving de totale energie afneemt — 1
- inzicht dat $\frac{dE_t}{dr}$ positief is en dat dr dus hetzelfde teken heeft als dE_t — 1

Examen gemak.nl

24 **maximumscore 4**

uitkomst: 61 m (met een marge van 10 m)

voorbeeld van een antwoord:
Het hoogteverlies per dag is gelijk aan de steilheid van de raaklijn aan de grafiek bij $h = 425$ km . Tekenen van de raaklijn en bepalen van de helling levert: $\left(\frac{\Delta h}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{450{,}0 - 399{,}5}{60{,}0 - 7{,}0} = 0{,}953 \text{ km dag}^{-1}$.

De omlooptijd van de satelliet kan berekend worden met $v = \frac{2\pi r}{T}$, met $r = R_{\text{aarde}} + h$. Invullen en uitwerken levert:

$$T = \frac{2\pi \cdot (6{,}371 \cdot 10^6 + 425 \cdot 10^3)}{7{,}658 \cdot 10^3} = 5{,}576 \cdot 10^3 \text{ s} = 6{,}454 \cdot 10^{-2} \text{ dag}$$

Dus het hoogteverlies per omwenteling is $0{,}953 \cdot 10^3 \cdot 6{,}454 \cdot 10^{-2} = 61$ m

- inzicht dat de steilheid van het diagram bij $h = 425$ km bepaald moet worden — 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ met $r = R_{\text{aarde}} + h$ — 1
- inzicht dat $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ vermenigvuldigd moet worden met de omlooptijd — 1
- completeren van de bepaling en significantie — 1

Opmerking
Als de kandidaat bij vraag 21 het inzicht dat $r = R_{\text{aarde}} + h$ niet heeft getoond of hierin een rekenfout heeft gemaakt en dit antwoord opnieuw gebruikt, dan dit bij deze vraag niet opnieuw aanrekenen.

25 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
Omdat de hoogte h afneemt, neemt ook de straal r af. (G en M zijn constant,) dus volgens de formule $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ neemt de snelheid toe.

- inzicht dat de straal r afneemt — 1
- gebruik van formule (1) en consequente conclusie — 1

Examen gemak.nl

Bronvermeldingen

Massa meten in de ruimte	
figuur 1	bron: NASA Space shuttle, vlucht van 5 tot 14 juni 1991. https://lsda.jsc.nasa.gov/Mission/miss/3
ECG in MRI	
figuur 3	bron: http://mriquestions.com/magnet-changes-ekg.html
Adelaarsnevel	
figuur 1	bron: https://apod.nasa.gov/apod/image/1406/m16_32block.jpg
vraag 17 (uitwerkbijlage)	bron: https://www.eso.org/public/images/eso0728c/