

Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Kunstmatige meteoroiden

1 maximumscore 4

uitkomst: $s_{\max} = 85 \text{ km}$

voorbeeld van een antwoord:

De maximale lengte van de baan wordt bereikt bij de maximale snelheid.

Hieruit volgt: $s_{\max} = v_{\max} t = \left(\frac{2,5 \cdot 10^5}{3,6} \right) \cdot 1,22 = 8,5 \cdot 10^4 \text{ m} = 85 \text{ km}$.

- inzicht dat de maximale snelheid gebruikt moet worden 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $T = 2,81 \cdot 10^3 \text{ (}^\circ\text{C)}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de wet van Wien volgt: $T = \frac{k_W}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{940 \cdot 10^{-9}} = 3,083 \cdot 10^3 \text{ K}$.

Dit komt overeen met $3,083 \cdot 10^3 - 273 = 2,81 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$.

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ 1
- omrekenen van K naar $^\circ\text{C}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 4

uitkomst: $v = 7,7 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

voorbeeld van een antwoord:

Voor de baansnelheid van de satelliet geldt:

$$F_{\text{mpz}} = F_g \rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6 + 4,0 \cdot 10^5)}} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_g$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ 1
- inzicht dat $r = R_A + h$ 1
- completeren van de berekening 1

4 C

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\frac{1}{2}mv_v^2 + mgh_v = \frac{1}{2}mv_n^2 + mgh_n$

$$\rightarrow \frac{1}{2}(7,5 \cdot 10^3)^2 + 9,8 \cdot 4,0 \cdot 10^5 = \frac{1}{2}v_n^2 + 9,8 \cdot 1,0 \cdot 10^5$$

Hieruit volgt: $v_n = 7,9 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$. Dit komt overeen met

$v = 2,8 \cdot 10^4 \text{ km h}^{-1}$. (Deze snelheid is lager dan van een echte meteoroïde).

- inzicht dat $E_{k \text{ voor}} + E_{z \text{ voor}} = E_{k \text{ na}} + E_{z \text{ na}}$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en $E_z = mgh$ 1
- omrekenen van ms^{-1} naar km h^{-1} of vice versa 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt voor de straal van het cirkelvormige gebied:

$$\tan\left(\frac{77}{2}\right) = \frac{r}{100} \rightarrow r = 80 \text{ km. Het gebied heeft dus een diameter van}$$

$1,6 \cdot 10^2$ km. Dit komt in orde van grootte overeen met gebied III, op auto-afstand.

- inzicht dat $\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{r}{h}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Knakworstenverwarmer

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De stroommeter moet in serie zijn aangesloten met de knakworst. Dat is meter II.

- inzicht dat een stroommeter in serie moet worden aangesloten 1
- consequente keuze voor meter II 1

8 maximumscore 6

uitkomst: $R = 2,6 \cdot 10^2 \Omega$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \Omega$)

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $R = \frac{U}{I} = \frac{20,0}{0,076} = 2,6 \cdot 10^2 \Omega$.

– De knakworst heeft een doorsnede met een oppervlakte van $A = \pi r^2 = \pi(7,5 \cdot 10^{-3})^2 = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Hieruit volgt: $\rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{2,6 \cdot 10^2 \cdot 1,77 \cdot 10^{-4}}{8,0 \cdot 10^{-2}} = 0,58 \Omega\text{m}$.

Dat is niet hetzelfde als de soortelijke weerstand van zout water.

- gebruik van $U = IR$ 1
- aflezen van een bij elkaar passende U en I 1
- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ of $A = \frac{1}{4} \pi d^2$ met $r = \frac{1}{2} d$ 1
- completeren van de bepaling en de berekening en significantie 1
- consequente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Tijdens het opwarmen neemt de stroomsterkte toe. De weerstand neemt dus af (omdat de spanning constant blijft). Dit is een eigenschap van een NTC.

- inzicht dat de stroomsterkte toeneemt 1
- inzicht in het verband tussen de stroomsterkte en de weerstand van de knakworst 1
- consequente conclusie 1

10 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,70$ (= 70%)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

$$Q = cm\Delta T = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot (60 - 22) = 2,28 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

En voor de benodigde elektrische energie:

$$E = Pt = 3,9 \cdot (14 \cdot 60) = 3,28 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

Dus:

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{2,28 \cdot 10^3}{3,28 \cdot 10^3} = 0,70 \text{ (= 70\%).}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{Q}{E_{\text{el}}}$ of $\eta = \frac{P_{\text{verwarmen}}}{P_{\text{el}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuren 2 en 3 volgt dat één knakworst is aangesloten op een stroomsterkte van ongeveer 0,1 A bij een spanning van ongeveer 30 V.

De voeding kan geen veelvoud van deze spanning leveren, maar wel een veelvoud van deze stroomsterkte. Dat kan alleen als de worsten parallel op de voeding worden aangesloten.

- inzicht dat figuren 2 en 3 gebruikt moeten worden om de stroomsterkte door en de spanning over 1 knakworst te bepalen 1
- inzicht dat bij serieschakeling de maximale spanning wordt overschreden / dat de totale stroomsterkte moet toenemen 1
- consequente conclusie 1

Boombrommer

12 maximumscore 2

tijdstip (s):	de motorkracht verricht arbeid	de remkracht verricht arbeid	er wordt geen arbeid verricht
7			X
23	X		
36		X	

indien drie antwoorden juist
indien twee antwoorden juist
indien één of geen antwoord juist

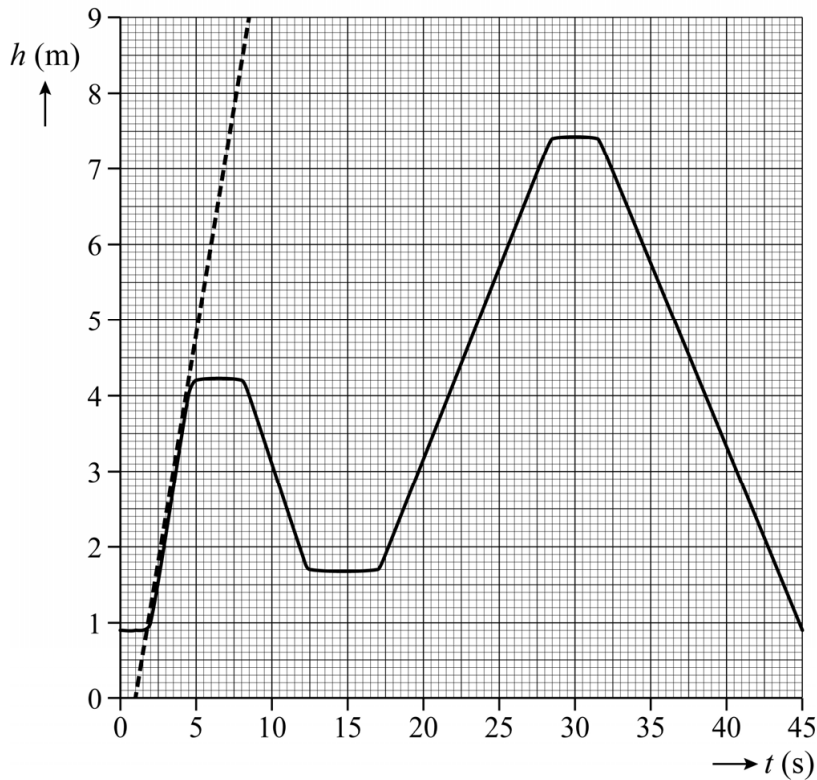
2
1
0

13 maximumscore 4

uitkomst: $v = 1,2 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,1 \text{ ms}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:

De maximale snelheid wordt bereikt in het steilste deel van de grafiek, tussen 2,0 s en 4,5 s.



Hieruit volgt:

$$v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \left(\frac{9,0 - 0}{8,5 - 1,0} \right) = 1,2 \text{ ms}^{-1}.$$

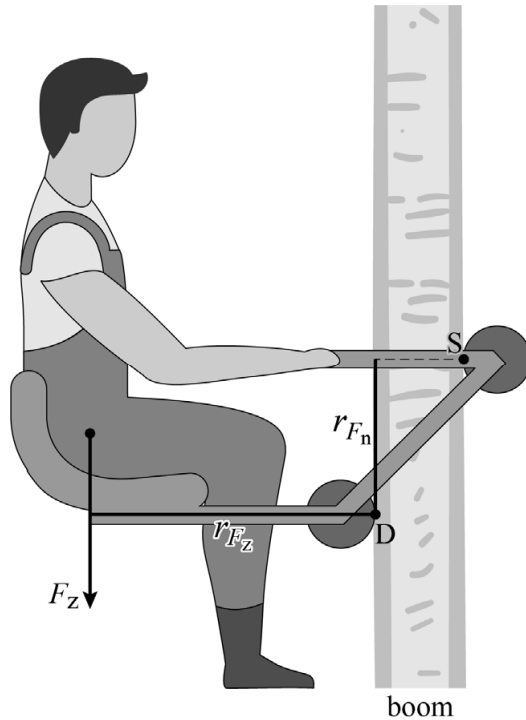
- inzicht dat de steilheid bepaald moet worden in het steilste deel van de grafiek 1
- tekenen van een raaklijn aan de grafiek of gebruik van een relevant recht deel van de grafiek 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

14 maximumscore 4

uitkomst: $F_n = 1,9 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

–



– Uit de hefboomwet volgt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_n = \frac{(104 \cdot 9,81) \cdot 3,8}{2,0} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- intekenen van de arm van de zwaartekracht 1
- gebruik van de hefboomwet 1
- bepalen van de lengtes van de getekende armen (met een marge van 2,0 mm) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als de kandidaat de arm verkeerd heeft ingetekend, maar deze arm consequent heeft gebruikt bij de beantwoording van de tweede deelvraag, kunnen de tweede, derde en vierde deelscore nog wel worden behaald.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De arm r_{Fn} neemt af als de afstand SD kleiner wordt. Het moment M van de normaalkracht blijft gelijk, dus bij de afname van de afstand r_{Fn} zal de normaalkracht F_n groter worden.

- inzicht dat de arm r_{Fn} kleiner wordt 1
- inzicht dat het moment van de normaalkracht gelijk blijft 1
- consequente conclusie 1

16 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

De brommer gebruikt 1,5 liter benzine. Dit levert een chemische energie van $E_{ch} = r_v V = 33 \cdot 10^9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 4,95 \cdot 10^7$ J.

De verbrandingsmotor kan dan een nuttige energie leveren van

$$E_{nuttig} = \eta E_{in} = \frac{18}{100} \cdot 4,95 \cdot 10^7 = 8,91 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Om een boom te beklimmen is een energie nodig van

$$E_z = mgh = 104 \cdot 9,81 \cdot 30 = 3,06 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

Met de brommer kunnen dan $\frac{8,91 \cdot 10^6}{3,06 \cdot 10^4} = 2,9 \cdot 10^2$ bomen worden

beklimmen. Dat is meer dan de bewering van de uitvinder, dus de bewering kan kloppen.

- gebruik van $E_{ch} = r_v V$ met opzoeken van r_v 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{ch}}$ en gebruik van de factor 100 1
- inzicht dat $n_{bomen} = \frac{E_{nuttig}}{E_{z \text{ boom}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

methode 2

De brommer gebruikt 1,5 L benzine. Dit levert een chemische energie van

$$E_{\text{ch}} = r_V V = 33 \cdot 10^9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 4,95 \cdot 10^7 \text{ J.}$$

Om alle bomen te beklimmen is een totale energie nodig van

$$E_z = mgh = 104 \cdot 9,81 \cdot (135 \cdot 30) = 4,13 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Het rendement dat hier uit volgt is gelijk aan

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100 = \frac{E_z}{E_{\text{ch}}} \cdot 100 = \frac{4,13 \cdot 10^6}{4,95 \cdot 10^7} \cdot 100 = 8,3\%. \text{ Dit rendement is lager}$$

dan het rendement van de benzinemotor, dus de bewering van de uitvinder kan kloppen.

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_V V$ met opzoeken van r_V 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{ch}}}$ en gebruik van de factor 100 1
- toepassen van de factor 135 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Wiebelgenerator

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- knoop bij de basis en buik aan het uiteinde 1
- afwisseling van buiken en knopen met in totaal twee buiken en twee knopen 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

18 maximumscore 4

uitkomst: $v = 98 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

In figuur 2 is af te lezen dat er 16 trillingen in 8,2 s gemaakt zijn. Hieruit

volgt dat de frequentie van de toon gelijk is aan $f = \frac{16}{8,2} = 1,95 \text{ Hz}$.

Uit figuur 1 volgt: $\frac{1}{4}\lambda = 12,5 \text{ m} \rightarrow \lambda = 50,0 \text{ m}$.

Dus: $v = \lambda f = 50,0 \cdot 1,95 = 98 \text{ ms}^{-1}$.

- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- bepalen van de frequentie (met een marge van 0,1 Hz) 1
- inzicht dat $\lambda = 4\ell$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

19 maximumscore 2

Wanneer de windsnelheid en dus de frequentie f_w afneemt, moet de trillingstijd van de paal **toenemen**.

De veerconstante moet dan **verlaagd** worden.

- eerste zin correct 1
- tweede zin consequent met de eerste zin 1

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen dat de wind overdraagt op de generator geldt:

$$P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \rightarrow P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot 1,293 \cdot 1,2 \cdot 12^3 = 804 \text{ W}$$

Het rendement van de generator is dan:

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{100}{804} = 0,12 (= 12\%).$$

Het rendement is dus lager dan het rendement van de reguliere windmolen.

- gebruik van $P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ met opzoeken van ρ_{lucht} 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{wiebelgenerator}}}{P_{\text{wind}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Gebitsfoto

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de frequentie van de gebruikte fotonen geldt:

$$f = \frac{E_f}{h} = \frac{85 \cdot 10^3 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = \frac{1,36 \cdot 10^{-14}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 2,05 \cdot 10^{19} \text{ Hz.}$$

En voor de golflengte:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,05 \cdot 10^{19}} = 1,46 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 0,015 \text{ nm.}$$

(Deze waarde ligt binnen het gegeven golflengtegebied).

- omrekenen van eV naar J 1
- gebruik van $E_f = hf$ 1
- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 3

uitkomst: $n_{\text{fotonen}} = 3,8 \cdot 10^{14}$ (fotonen per seconde)

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte is gelijk aan $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ Cs}^{-1}$, dus:

$$n_{\text{elektronen}} = \frac{I}{e} = \frac{6,0 \cdot 10^{-3}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 3,75 \cdot 10^{16} \text{ elektronen per seconde.}$$

Per 100 elektronen wordt er 1 foton vrijgemaakt, dus

$$n_{\text{fotonen}} = \frac{3,75 \cdot 10^{16}}{100} = 3,8 \cdot 10^{14} \text{ fotonen per seconde.}$$

- inzicht dat $n_{\text{elektronen}} = \frac{I}{e}$ 1
- toepassen van de factor 100 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 3

uitkomst: $D = 2,9 \cdot 10^{-3}$ Gy

voorbeeld van een berekening:

Tijdens de scan ontvangt de pop een totale energie van

$$E = Pt = 2,6 \cdot 10^{-4} \cdot 16,7 = 4,34 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

De pop ontvangt hierdoor een dosis van

$$D = \frac{E}{m} = \frac{4,34 \cdot 10^{-3}}{1,5} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ Gy.}$$

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De scan is lichter van kleur op de plek van het implantaat, dus het implantaat heeft meer straling geabsorbeerd dan de originele kies. Gezien de gelijke dikte heeft het implantaat dus een kleinere halveringsdikte dan de originele kies.

- inzicht dat het implantaat meer straling absorbeert/minder straling doorlaat dan de originele kies 1
- consequente conclusie 1

Bronvermeldingen

Kunstmatige meteoroiden

figuur 1 Shutterstock 1172443615 door Jasmine_K

figuur 2 Shutterstock 1158434647 door NicoElNino

Boombrommer

figuur 1 Shutterstock 865445 door Hashim Pudiypura

figuur 2 <https://www.youtube.com/watch?v=7hr0z3vFJIA>, Discover Agriculture -
2-11-2020

Gebitsfoto

figuur 3 Shutterstock 1286263486 door Kira Yan

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024