

Beoordelingsmodel

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

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

Schip uit koers

1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de kinetische energie van het schip vóór het afremmen geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,55 \cdot 10^8 \cdot 7,1^2 = 3,91 \cdot 10^9 \text{ J.}$$

Het schip heeft afgeremd over een afstand van $0,50 \cdot 366 = 183 \text{ m}$.

Hieruit volgt voor de wrijvingskracht:

$$(E_k =)W = F_w s \rightarrow F_w = \frac{W}{s} = \frac{3,91 \cdot 10^9}{183} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ (N).}$$

- gebruik van $W = \Delta E_k$ met $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $s = 0,50 \cdot \ell_{\text{schip}}$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de eenheid niet vermeld is, dit niet aanrekenen.

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

$$P_{\text{motor,max}} = F_{\text{motor,max}} v_{\text{max}} \rightarrow 7,2 \cdot 10^7 = F_{\text{motor,max}} \cdot \frac{46}{3,6} \rightarrow F_{\text{motor,max}} = 5,6 \cdot 10^6 \text{ N.}$$

Deze motorkracht is kleiner dan de wrijvingskracht op het schip.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de motorkracht vergeleken moet worden met de wrijvingskracht op het schip 1

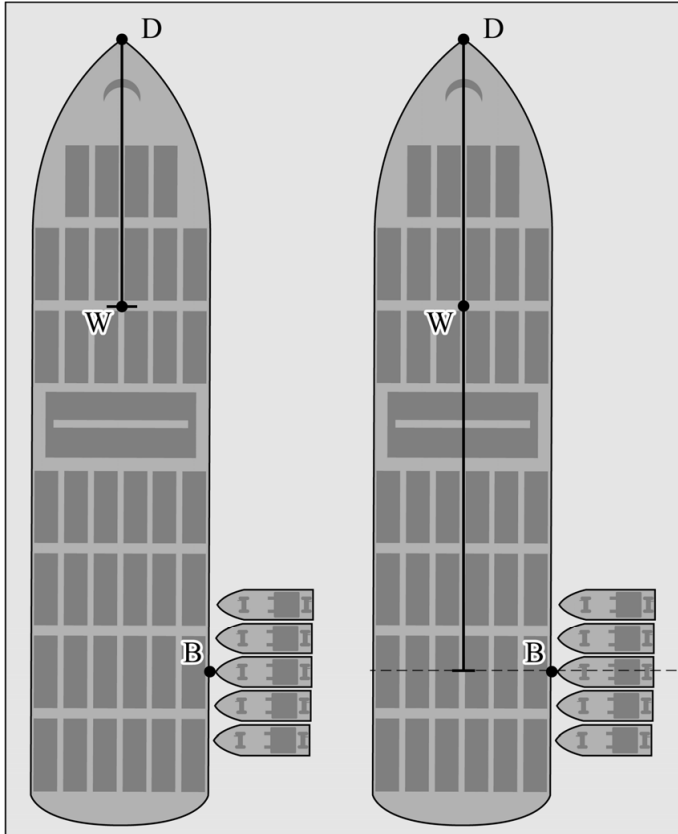
3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

–

Arm van F_W :

Arm van F_{duwboten} :



- De arm van de kracht van de duwboten is langer dan de arm van de wrijvingskracht. De momenten zijn gelijk, dus uit de hefboomwet volgt dan dat de totale duwkracht van de duwboten kleiner was dan de wrijvingskracht.

- intekenen van de armen van de krachten 1
- inzicht dat de arm van de duwkracht groter is dan de arm van de wrijvingskracht 1
- gebruik van de hefboomwet en consequente conclusie 1

Opmerking

Als de kandidaat één of twee armen verkeerd heeft ingetekend, maar deze armen consequent heeft gebruikt bij de beantwoording van de tweede deelvraag, kan de derde deelscore nog wel worden behaald.

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

4 maximumscore 2

De zwaartekracht op het schip	bleef gelijk.
De normaalkracht van de oever op het schip	werd kleiner.
De kracht die de duwboten moesten uitoefenen om de wrijvingskracht te overwinnen	werd kleiner.

- de eerste twee regels juist 1
- de derde regel consequent met de tweede 1

Kampeerbrander op hout

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor het opwarmen van het water is nodig:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,400 \cdot (100 - 10) = 1,50 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Voor de energie van het verbranden van het hout en het rendement geldt:

Binas:

$$E_{\text{ch}} = r_m m = 16 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 2,88 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{1,50 \cdot 10^5}{2,88 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 52\%.$$

Sciencedata:

$$E_{\text{ch}} = r_m m = 18,9 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 3,40 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{1,50 \cdot 10^5}{3,40 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 44\%.$$

De brander voldoet dus aan de eerste ontwerpeis.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c_{water} 1
- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_m m$ met opzoeken van r_m hout 1
- inzicht dat $\eta = \frac{Q}{E_{\text{ch}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

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

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Een stof met een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt is in staat om veel warmte per tijdseenheid te geleiden. Koper heeft een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt dan aluminium. Koper is dus de beste keuze.

- inzicht dat een grotere warmtegeleidingscoëfficiënt tot een sneller warmtetransport leidt 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als de kandidaat heeft geredeneerd vanuit gelijkblijvende massa van het koellichaam en daarmee op aluminium uitkomt, dit goed rekenen.

7 maximumscore 2

uitkomst: V K^{-1} of $\text{V}^\circ\text{C}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

$$[U] = [C][\Delta T] \rightarrow [C] = \frac{[U]}{[\Delta T]} = \text{V K}^{-1} \text{ of } \text{V}^\circ\text{C}^{-1}$$

- invullen van correcte eenheden voor U en ΔT 1
- completeren van het antwoord 1

8 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta T = 1,7 \cdot 10^2 \text{ K}$

voorbeeld van een antwoord:

$$U = C\Delta T \rightarrow C = \frac{U}{\Delta T} = \frac{2,8}{(160 - 63)} = 0,0289 \left(\frac{\text{V}}{\text{K}} \right)$$

$$U = C\Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{U}{C} = \frac{5,0}{0,0289} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ K} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

- gebruik van $U = C\Delta T$ 1
- inzicht dat de waarde van C volgt uit de meting bij 2,8 V / inzicht dat $\frac{U_1}{U_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

9 maximumscore 4

uitkomst: $R_1 = 1,0 \cdot 10^3 \Omega$ (binnen het bereik $7,8 \cdot 10^2 \Omega \leq R_1 \leq 1,4 \cdot 10^3 \Omega$)

voorbeeld van een antwoord:

Over deze weerstand staat een spanning van

$$U_R = U_{\text{pelt}} - U_{\text{led}} = 5,0 - 1,5 = 3,5 \text{ V.}$$

Uit het (I, U) -diagram volgt dat bij een spanning van 1,5 V een stroom van $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ door de schakeling gaat.

Voor de weerstand geldt: $R_1 = \frac{U_R}{I} = \frac{3,5}{3,5 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^3 \Omega.$

- gebruik van $U_{\text{tot}} = U_1 + U_2$ 1
- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ 1
- inzicht dat I uit figuur 4 afgelezen moet worden bij $U = 1,5 \text{ V}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als niet is voldaan aan de eerste deelscore, de laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

10 maximumscore 4

uitkomst: $t = 24 \text{ h}$

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de laadstroom van de accu geldt:

$$I_{\text{accu}} = I_{\text{pelt}} - I_{\text{ventilator}} = 0,41 - 0,30 = 0,11 \text{ A.}$$

Hieruit volgt voor de tijd: $t = \frac{\text{capaciteit}}{I} = \frac{2,6}{0,11} = 24 \text{ h.}$

– Een laadtijd van 24 h is veel langer dan het koken van een maaltijd duurt. Ze hebben hun vierde ontwerpeis dus niet gehaald.

- gebruik van $I_{\text{tot}} = I_1 + I_2$ 1
- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de berekende laadtijd met de kooktijd van een maaltijd vergeleken moet worden en consequente conclusie 1

Falcon heavy

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

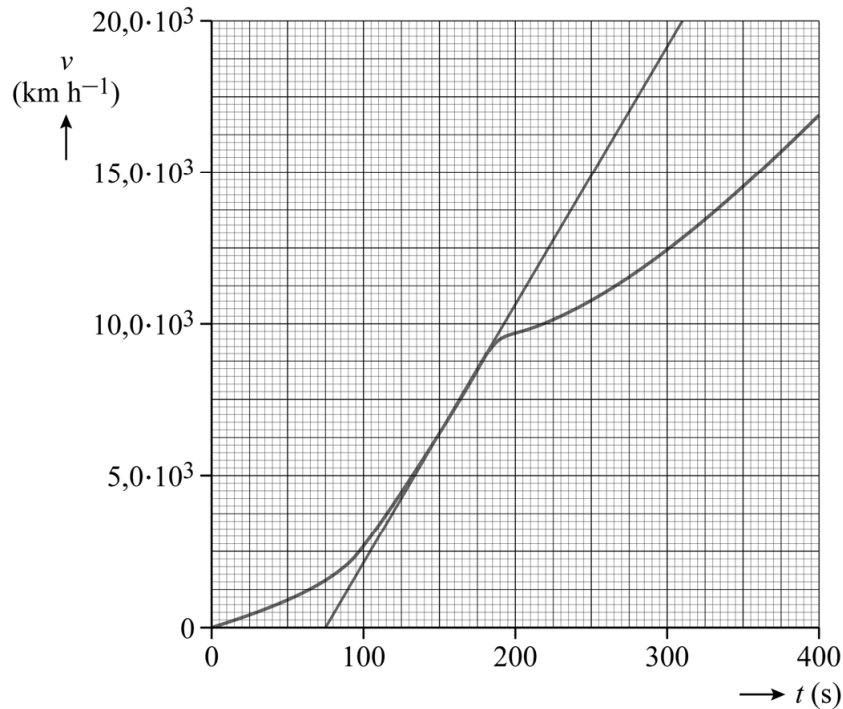
- Voor de baansnelheid geldt $v = \frac{2\pi r}{T}$. De periode van de rotatie van de aarde is altijd 24 uur. Op de evenaar is de afstand r tot de aardas het grootst, dus de baansnelheid v ook.
- Uit $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ volgt dat bij een grotere snelheid v_L er meer kinetische energie bij de start is. (De raketmotoren hoeven dan minder brandstof te verbranden.)

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ of $v = \frac{s}{t}$ met $s = 2\pi r$ 1
- inzicht dat T constant is en dat r het grootst is op de evenaar 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat er bij een start vanaf de evenaar meer kinetische energie aanwezig is 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $a = 23,6 \text{ ms}^{-2}$ (binnen het bereik $20,0 \text{ ms}^{-2} \leq a \leq 25,0 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:



Uit de raaklijn volgt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(20,0 \cdot 10^3 / 3,6)}{(310 - 75)} = 23,6 \text{ ms}^{-2}$.

- tekenen van de raaklijn op $t = 180 \text{ s}$ / aangeven van een relevant recht deel in de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- omrekenen van km h^{-1} naar ms^{-1} 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

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

13 maximumscore 5

uitkomst: $v = 7,80 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor een satellietbaan met een constante hoogte geldt:

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{6,371 \cdot 10^6 + 1,80 \cdot 10^5}} = 7,80 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat $\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$ 1
- opzoeken van waardes voor G en M 1
- bepalen van h (met een marge van 5 km) 1
- inzicht dat $r = R_A + h$ met opzoeken van R_A 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als gebruik is gemaakt van $R_A = 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$, dit goed rekenen.

14 maximumscore 3

uitkomst: $v = 8,50 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

– Uit de stelling van Pythagoras volgt:

$$s = \sqrt{\Delta h^2 + \Delta x^2} = \sqrt{(9,21 \cdot 10^6)^2 + (4,38 \cdot 10^6)^2} = 1,02 \cdot 10^7 \text{ m}.$$

– Tussen foto 1 en 2 zat een tijd van 20,0 minuten. Hieruit volgt:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1,02 \cdot 10^7}{20,0 \cdot 60} = 8,50 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat $s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h^2}$ 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekeningen 1

Sarcoïde

15 maximumscore 3

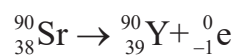
voorbeeld van een antwoord:

- De activiteit van de isotoop moet in relatief korte tijd afnemen.
Hiervoor is een korte halveringstijd nodig. De isotoop Au-198 heeft de kortste halveringstijd, dus capsule I.
- De dracht van β -straling in weefsel is heel klein.

- inzicht dat er sprake moet zijn van een korte halveringstijd 1
- consequente conclusie 1
- inzicht dat de dracht van β -straling klein is 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- alleen Sr-90 links van de pijl, β rechts van de pijl 1
- Y rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

Opmerking

Als rechts van de pijl ook γ is genoteerd, vervalt de eerste deelscore.

17 maximumscore 5

uitkomst: $t = 1,1 \cdot 10^3$ s

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de behandeling is een totale energie nodig van:

$$D = \frac{E}{m} \rightarrow E = 20 \cdot 7,9 \cdot 10^{-5} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

Per vervalreactie wordt $2,9 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 4,64 \cdot 10^{-13}$ J door het weefsel opgenomen.

In totaal zijn er dan $\frac{E}{E_{\text{verval}}} = \frac{1,58 \cdot 10^{-3}}{4,64 \cdot 10^{-13}} = 3,41 \cdot 10^9$ vervalreacties nodig.

Hiervoor is een tijd nodig van $\frac{3,41 \cdot 10^9}{3,1 \cdot 10^6} = 1,1 \cdot 10^3$ s.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $n_{\text{vervalreacties}} = \frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{vervalreactie}}}$ 1
- inzicht dat $t = \frac{n_{\text{vervalreacties}}}{A}$ 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Voor de behandeling is een totale energie nodig van:

$$D = \frac{E}{m} \rightarrow E = 20 \cdot 7,9 \cdot 10^{-5} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

Per vervalreactie wordt $2,9 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 4,64 \cdot 10^{-13}$ J door het weefsel opgenomen.

Er geldt: $P = A \cdot E_{\text{vervalreactie}} = 3,1 \cdot 10^6 \cdot 4,64 \cdot 10^{-13} = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ Js}^{-1}$.

De behandeling duurt $t = \frac{E}{P} = \frac{1,58 \cdot 10^{-3}}{1,44 \cdot 10^{-6}} = 1,1 \cdot 10^3$ s.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $P = A \cdot E_{\text{vervalreactie}}$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

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

18 maximumscore 5

uitkomst: $t = 37$ s

voorbeeld van een antwoord:

Voor de energie van een foton geldt:

$$E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,45 \cdot 10^9 = 1,62 \cdot 10^{-24} \text{ J.}$$

Hieruit volgt voor het vermogen van de stralingsbron:

$$P = 6,2 \cdot 10^{25} \cdot 1,62 \cdot 10^{-24} = 1,01 \cdot 10^2 \text{ Js}^{-1}.$$

Het opwarmen duurt $t_{\text{opw}} = \frac{E}{P} = \frac{7,2 \cdot 10^2}{1,01 \cdot 10^2} = 7,1$ s.

De minimale totale tijd voor de behandeling is $t_{\text{totaal}} = 30 + 7,1 = 37$ s.

- gebruik van $E_f = hf$ 1
- inzicht dat $P = 6,2 \cdot 10^{25} \cdot E_f$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $t_{\text{totaal}} = 30 + t_{\text{opw}}$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De temperatuur van 42 °C kan bereikt worden tot een diepte van 5,7 mm in het weefsel. De huiddikte van het paard is 4,5 mm. Hyperthermie is dus voor de hele dikte van de huid geschikt.

- vergelijken van de doordringdiepte bij 42 °C met de huiddikte 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

De huiddikte van het paard is 4,5 mm. De temperatuur die op deze diepte bereikt kan worden is 43,5 °C. Dit is hoger dan de benodigde 42 °C.

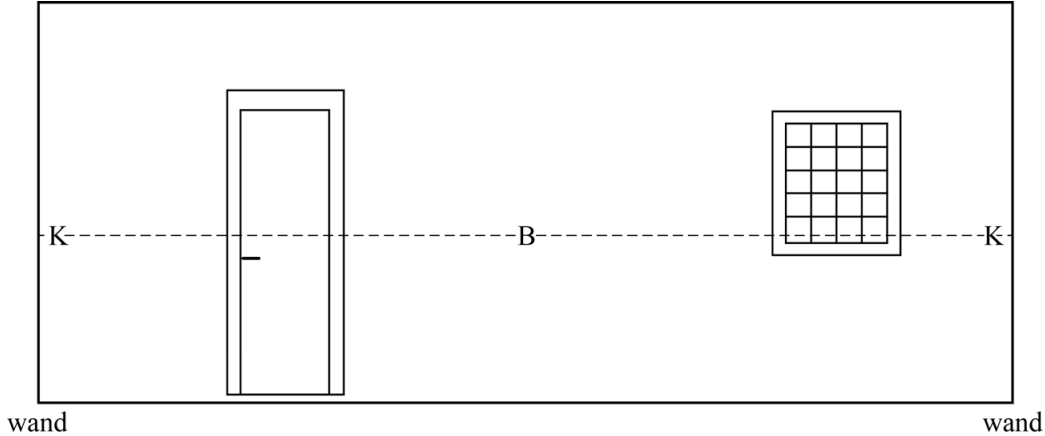
Hyperthermie is dus voor de hele dikte van de huid geschikt.

- vergelijken van de temperatuur bij 4,5 mm met de benodigde temperatuur 1
- consequente conclusie 1

Infrasone trillingen

20 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



– Voor de golflengte in de ruimte geldt:

$$\lambda = 2L \rightarrow \lambda = 2 \cdot 11,0 = 22,0 \text{ m.}$$

$$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{343}{22,0} = 15,6 \text{ Hz. (Deze frequentie ligt onder de}$$

frequentie van hoorbaar geluid.)

- aangeven van een buik in het midden en twee knopen bij de wanden 1
- inzicht dat $\lambda = 2L$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343 \text{ ms}^{-1}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

- *Als het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B, vervalt de eerste deelscore.*
- *Als de leerling een onjuist patroon van knopen en buiken heeft getekend en vervolgens de golflengte consequent met dit patroon heeft bepaald, dit in de tweede deelscore niet aanrekenen.*

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 3 blijkt dat een deel van de verdiepingen weinig tot geen klachten kende en een deel juist heel veel. Dit patroon past het best bij een staande golf, waar een deel niet in trilling is en een deel voortdurend in trilling is.

- inzicht dat de klachten niet gelijkmatig over het gebouw verdeeld waren 1
- consequente conclusie 1

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

22 **maximumscore 1**
resonantie/resoneren

23 **D**

24 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De glaswasinstallatie is een massa-veersysteem waarvoor geldt:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{350}{2,2 \cdot 10^5}} = 0,251 \text{ s.}$$

Hieruit volgt voor de frequentie:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,251} = 4,0 \text{ Hz. (De frequentie van deze infrasone trillingen is}$$

gelijk aan de eigenfrequentie van de bureaus.)

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

Bronvermeldingen

Schip uit koers

figuur 1 Shutterstock, afbeelding 705979063 door Peter Braakmann

Kampeerverbrander op hout

figuur 1 Shutterstock, afbeelding 727285984 door Sean Thomforde

Falcon heavy

figuur 1 Shutterstock, afbeelding 1366865402

Infrasone trillingen

bron 1 Infrasone trillingen: Rijksgebouwendienst, Ministerie van Binnenlandse Zaken,
Onderzoeksrapport Trillingen Westraven, 18 september 2012

figuur 2 Shutterstock, afbeelding 1056409958 door www.hollandfoto.net

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024