

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

Oude horloges

18 maximumscore 1

eigenfrequentie/resonantiefrequentie/grondtoon/grondfrequentie

Opmerking

Alleen resonantie: geen scorepunt toekennen.

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

$$T = \frac{8,4 \cdot 10^{-3}}{3} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,8 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2 \text{ Hz. Dit ligt in het hoorbare gebied.}$$

- bepalen van T met een marge van $0,1 \cdot 10^{-3}$ s 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

of

methode 2

$$f = \frac{3}{8,4 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2 \text{ Hz. Dit ligt in het hoorbare gebied.}$$

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- bepalen van een aantal trillingen en de daarvoor benodigde tijd met een marge van $0,1 \cdot 10^{-3}$ s 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
<p>20 maximumscore 2</p>	<p>voorbeeld van een antwoord: In een massa-veersysteem (met een bepaalde C) hangt T alleen af van m. Hierin is m onafhankelijk van de plaats. Dus T is dan overal hetzelfde; de NASA hoeft geen rekening te houden met een andere T in de ruimte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat m onafhankelijk is van de plaats • consequente conclusie over T 	<p>1 1</p>
<p>21 maximumscore 3</p>	<p>voorbeeld van een antwoord: ${}_{61}^{147}\text{Pm} \rightarrow {}_{62}^{147}\text{Sm} + {}_{-1}^0\text{e}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • alleen bètadeeltje als vervaldeeltje rechts van de pijl • Sm rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) • aantal nucleonen links en rechts gelijk 	<p>1 1 1</p>
<p>22 maximumscore 2</p>	<p>voorbeeld van een antwoord: β-straling komt (blijkbaar) niet of nauwelijks door de behuizing heen. Röntgenstraling komt er door het grote doordringende vermogen wel doorheen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het doordringend vermogen van β-straling kleiner is dan dat van röntgenstraling • conclusie dat röntgenstraling wel door de wand van het horloge doordringt en β-straling niet 	<p>1 1</p>
<p>23 maximumscore 3</p>	<p>uitkomst: 0 tot 20%</p> <p>voorbeelden van een antwoord:</p> <p>methode 1 (Binas) De halveringsdikte van ijzer bij 0,05 MeV is 0,049 cm. Er is dus $\frac{0,147}{0,049} = 3,0$ maal gehalveerd. Dus $100 \cdot (\frac{1}{2})^3 = 12,5\%$ van de röntgenstraling dringt door de achterzijde van het horloge, dus 0 tot 20%.</p> <p>of</p>	

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

methode 2 (Sciencedata)

De halveringsdikte van ijzer bij 0,05 MeV is 0,045 cm.

Voor 3 keer halveren is een ijzerdikte van $3 \cdot 0,045 = 0,135 \text{ cm} = 1,35 \text{ mm}$ nodig. Dan zou 12,5% van de röntgenstraling overblijven.

De achterkant van het horloge is nog dikker, dus er blijft nog minder over, dus 0 tot 20%.

- opzoeken halveringsdikte van ijzer 1
- inzicht dat geldt $\frac{\text{dikte horlogewand}}{\text{halveringsdikte}} = \text{aantal halveringen}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Bij een juist antwoord waarbij dit niet is omcirkeld in de tabel, dit niet aanrekenen.*
- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*

24 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Per seconde ontvangt de pols een energie van

$$E = 25 \cdot 0,05 = 1,25 \text{ MeV.}$$

Dit komt overeen met $1,25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 2,0 \cdot 10^{-13} \text{ J.}$

$$D = \frac{E}{m} = \frac{2,0 \cdot 10^{-13}}{0,075} = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ Gy per seconde.}$$

Uit $H = w_R D$ volgt per jaar: $H = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 10^{-12} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Sv.}$

Het dragen van het horloge blijft dus (ruimschoots) onder de limiet van $50 \cdot 10^{-3} \text{ Sv.}$

- inzicht dat E gelijk is aan het aantal geabsorbeerde fotonen maal de energie van een foton 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ en gebruik van $H = w_R D$ 1
- omrekenen van seconde naar jaar of omgekeerd 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Het gebruik van $H = w_R D$ mag ook impliciet.*
- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*