Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

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

Koper−67

1 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

$$^{67}_{29}\mathrm{Cu} \rightarrow {}^{67}_{30}\mathrm{Zn} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\gamma$$

- β en γ rechts van de pijl 1
- Zn als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De γ-straling heeft een groot doordringend vermogen waardoor de straling gemakkelijk het lichaam kan verlaten. De straling is daarmee geschikt voor beeldvorming.
De β- en/of γ-straling heeft/hebben ioniserend vermogen en is/zijn daarmee geschikt om het tumorweefsel te behandelen.

- inzicht dat de γ-straling geschikt is voor beeldvorming (vanwege het doordringend vermogen) 1
- inzicht dat de β- en/of γ-straling geschikt is/zijn voor behandeling (vanwege het ioniserend vermogen) 1

3 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Bij de reactie komt een deeltje vrij bestaande uit 4 nucleonen waarvan 2 protonen. Dit komt overeen met $^{4}_{2}\mathrm{He}$ (of α).

- inzicht dat $\Delta A = 4$ en $\Delta Z = 2$ 1
- consequente naam bij het deeltje 1

Opmerking

Aan het antwoord: $^{4}_{2}\mathrm{He}$ *of* α *zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.*

4 maximumscore 3

uitkomst: $v = 5,4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:
De kans is het grootste bij een kinetische energie van
$15 \text{ MeV} = 15 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 2,40 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.
Voor de snelheid geldt:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,40 \cdot 10^{-12}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 5,4 \cdot 10^7 \text{ m s}^{-1}.$$

- aflezen van E_k met een marge van 1 MeV en omrekenen naar J — 1
- inzicht dat $E_k = \frac{1}{2} m_p v^2$ met opzoeken m_p — 1
- completeren van de bepaling — 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $n = 2,1 \cdot 10^4$

voorbeeld van een berekening:
De protonen-stroomsterkte is $43 \ \mu\text{A} = 43 \cdot 10^{-6} \text{ C s}^{-1}$. Dat komt neer op

$$\frac{43 \cdot 10^{-6}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 2,69 \cdot 10^{14}$$ protonen per seconde.

Voor de productie zijn $2,69 \cdot 10^{14} \cdot (70 \cdot 3600) = 6,77 \cdot 10^{19}$ protonen afgeschoten per $3,2 \cdot 10^{15}$ koperkernen. Dat is $2,1 \cdot 10^4$ protonen per koperkern.

- inzicht $\frac{I}{e_{\text{proton}}} = n$ protonen per seconde — 1
- inzicht dat voor het aantal protonen en het aantal koperkernen dezelfde tijdsperiode moet worden gebruikt — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerking
Er hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.

Vraag	Antwoord	Scores

6 maximumscore 3

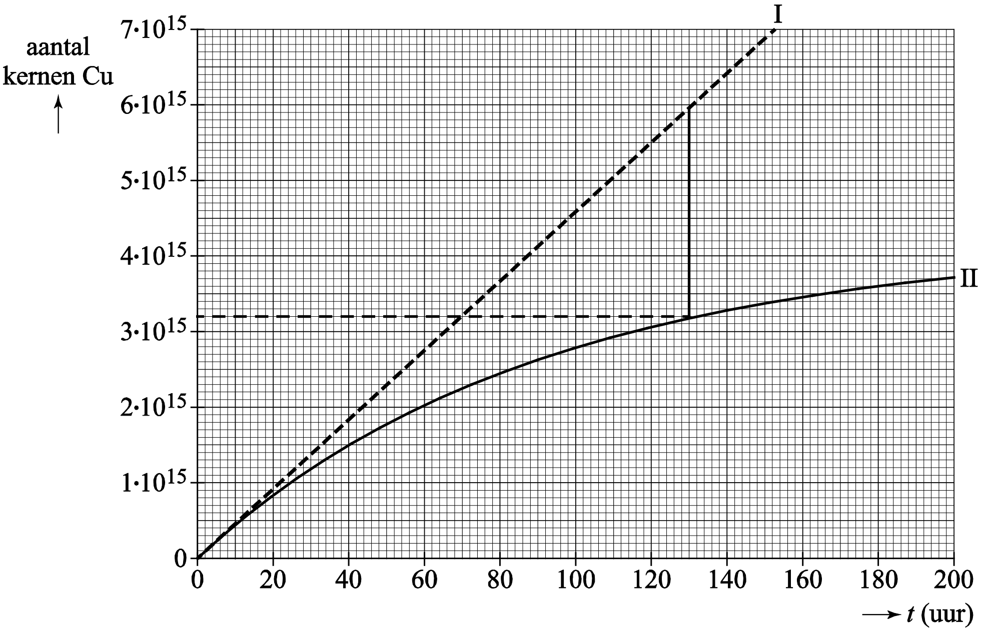
antwoord:

– t = 130 uur (met een marge van 4 uur)

- Binnen de marge aflezen van de grafiek op $n = 3{,}2 \cdot 10^{15}$ 1

voorbeeld van een bepaling:

– Het aantal kernen dat tijdens de productie vervallen is, is het verschil in aantal kernen tussen lijn I en lijn II op t = 130 uur. Hiervoor geldt: $\Delta n = 6{,}0 \cdot 10^{15} - 3{,}2 \cdot 10^{15} = 2{,}8 \cdot 10^{15}$ kernen.



- inzicht dat de onderlinge afstand tussen de twee grafieklijnen het aantal vervallen kernen weergeeft 1
- consequente bepaling van het aantal kernen op het eerder afgelezen tijdstip (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^{15}$ kernen) 1

Buisisolatie

7 maximumscore 4

uitkomst: $U_{bron} = 23$ V

voorbeeld van een antwoord:

− Er geldt: $P = UI$ en $U = IR$.

Hieruit volgt: $P = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right)$. (En dus $P = \frac{U^2}{R}$.)

- inzicht dat $P = UI$ en $U = IR$ gebruikt moeten worden — 1
- inzicht dat daaruit volgt dat $P = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right)$ — 1

voorbeeld van een berekening:

− Door de parallelschakeling staat over iedere weerstand een spanning gelijk aan de bronspanning. Voor deze spanning over een weerstand geldt:

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow 20 = \frac{U^2}{27} \rightarrow U = \sqrt{20 \cdot 27} = 23 \text{ V}.$$

- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ met (impliciet) het inzicht dat $U_{bron} = U_1 = U_2$ — 1
- completeren van de berekening — 1

8 maximumscore 4

uitkomst: $t = 1{,}5 \cdot 10^2$ s

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmte die aan het water wordt toegevoerd geldt:

$Q = cm\Delta T = 4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 26 \cdot 10^{-3} \cdot (75 - 18) = 6{,}19 \cdot 10^3$ J.

Voor de benodigde tijd geldt dan:

$Q = Pt \rightarrow 6{,}19 \cdot 10^3 = (2 \cdot 20)t \rightarrow t = 1{,}5 \cdot 10^2$ s.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken c_{water} — 1
- gebruik van $E = Pt$ met inzicht dat $E = Q$ — 1
- inzicht dat $\Delta T = 75 - 18$ — 1
- toepassen factor 2 en completeren van de berekening — 1

9 **maximumscore 1**

voorbeelden van een antwoord:
Er wordt minder water opgewarmd. / Het opgewarmde water bereikt de thermometer eerder dan wanneer de weerstanden verder onderin de buis zouden zitten.

Opmerking
Het antwoord moet (impliciet) verwijzen naar de hogere plaatsing van de weerstanden.

10 **maximumscore 2**

antwoord:

tijdstip	$P_{\text{elektrisch}} > P_{\text{verlies}}$	$P_{\text{elektrisch}} = P_{\text{verlies}}$	$P_{\text{elektrisch}} < P_{\text{verlies}}$
t_1	X		
t_2	X		
t_3		X	

indien drie regels juist 2
indien twee regels juist 1
indien één of geen regel juist 0

11 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
De warmtegeleidingscoëfficiënt λ van koper is veel groter dan die van ijzer. (Alle overige variabelen zijn constant.) Uit de formule volgt dat de warmtestroom P voor koper groter is dan voor ijzer.

- inzicht dat $\lambda_{\text{koper}} > \lambda_{\text{ijzer}}$ 1
- consequente conclusie 1

12 maximumscore 3

uitkomst: $n = 3{,}3$

voorbeeld van een berekening:
De warmtestroom door de wand van de geïsoleerde buis is gelijk aan
$P = \lambda A \frac{\Delta T}{d} = 0{,}038 \cdot 4{,}9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{57}{13 \cdot 10^{-3}} = 8{,}2$ W.
Zonder isolatie is deze warmtestroom 27 W.
P_{verlies} is dus $\frac{27}{8{,}2} = 3{,}3$ keer zo klein geworden door het gebruik van buisisolatie.

- gebruik van $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$ met $\lambda = 0{,}038\ \text{W m}^{-1}\ \text{K}^{-1}$ — 1
- inzicht $n = \frac{P_{\text{verlies ongeïsoleerd}}}{P_{\text{verlies geïsoleerd}}}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Opmerking
Wanneer de kandidaat aangeeft dat P_{verlies} met een factor 0,30 vergroot wordt: dit goed rekenen.

Hyperloop

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
In deel II is geen motor in gebruik, maar de snelheid vermindert wel. (Er is een resulterende kracht.) Dus er is wel sprake van wrijving.

- inzicht dat de snelheid in deel II afneemt — 1
- conclusie dat er rekening is gehouden met wrijving — 1

Opmerking
Als een kandidaat uitgaat van een redenering op basis van deel I of deel III: geen scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores

14 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De totale afstand die de pod aflegt wordt gegeven door de oppervlakte onder de grafiek. Hiervoor geldt:

$$s = \left(\tfrac{1}{2}\cdot 125\cdot 4{,}0\right)_{\mathrm{I}} + \left(\frac{125+120}{2}\cdot(12{,}0-4{,}0)\right)_{\mathrm{II}} + \left(\tfrac{1}{2}\cdot 120\cdot(18{,}0-12{,}0)\right)_{\mathrm{III}} =$$

$1{,}6\cdot 10^3$ m.

Het testtraject is dus lang genoeg.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek bepaald moet worden — 1
- bepalen van de afstand volgens $1{,}55\cdot 10^3\,\mathrm{m} \leq s \leq 1{,}64\cdot 10^3\,\mathrm{m}$ — 1
- consequente conclusie — 1

15 **maximumscore 2**

antwoorden:

– $1\cdot 10^2$ keer zo groot

– $1\cdot 10^3$ keer zo klein zijn

per goed antwoord — 1

16 **maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

– De baansnelheid van een massa aan de rand van het wiel is $1{,}2\cdot 10^3\ \mathrm{km\,h^{-1}} = 3{,}33\cdot 10^2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Voor de middelpuntzoekende kracht op één massa geldt: $F_{\mathrm{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r} = \dfrac{2{,}5\cdot\left(3{,}33\cdot 10^2\right)^2}{0{,}225} = 1{,}23\cdot 10^6\ \mathrm{N}$.

– Er geldt: $\sigma = \dfrac{F}{A} = \dfrac{1{,}23\cdot 10^6}{15\cdot 10^{-4}} = 8{,}2\cdot 10^8\ \mathrm{N\,m^{-2}}$.

De treksterkte van aluminium is $0{,}4\cdot 10^8$ tot $0{,}5\cdot 10^8$ Pa (Binas tabel 8 of Sciencedata blz 40), dus de spaak is niet sterk genoeg.

- gebruik van $F_{\mathrm{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ — 1
- gebruik van $\sigma = \dfrac{F}{A}$ — 1
- completeren van de berekeningen — 1
- vergelijken met de treksterkte van aluminium en consequente conclusie — 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

17 **maximumscore 3**

uitkomst: $C = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Door de belading van $1,30 \cdot 10^3 - 0,80 \cdot 10^3 = 0,50 \cdot 10^3$ kg zakt de pod 3,0 cm.

Hieruit volgt: $C = \dfrac{F}{u} = \dfrac{0,50 \cdot 10^3 \cdot 9,81}{3,0 \cdot 10^{-2}} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}$.

- inzicht dat $F_z = m_{\text{belading}} g$ met $m_{\text{belading}} = m_{\text{pod beladen}} - m_{\text{pod leeg}}$ — 1
- gebruik van $F_v = Cu$ — 1
- completeren van de berekening — 1

18 **maximumscore 3**

uitkomst: $\Delta t = 5,5$ h

voorbeeld van een bepaling:

Het pod-traject van San Fransisco naar Los Angeles heeft op de kaart een lengte van ongeveer 6,0 cm. Uit de schaal volgt dat 1 cm gelijk staat aan 100 km, dus de afstand is $6,0 \cdot 10^2$ km. De hyperloop legt deze afstand af in

$t = \dfrac{s}{v} = \dfrac{6,0 \cdot 10^2}{1,2 \cdot 10^3} = 0,50$ uur.

De tijdswinst is daarmee $6,0 - 0,50 = 5,5$ h.

- bepalen van de werkelijke afstand van San Fransisco naar Los Angeles met een marge van $1,0 \cdot 10^2$ km — 1
- gebruik van $s = vt$ — 1
- inzicht Δt en completeren van de bepaling — 1

Opmerking

- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

- Wanneer een kandidaat zwart-wit combinaties heeft geteld op het spoortraject en dit heeft vermenigvuldigd met 200 km: dit niet aanrekenen.

PWM

19 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:
De led brandt fel als weerstand R_1 is ingeschakeld en zwak als R_2 is ingeschakeld. De spanning U is dus hoog over R_1 en laag over R_2.

In de serieschakeling geldt: $I_1 = I_3 \rightarrow \dfrac{U}{R_1} = \dfrac{U_3}{R_3}$.

Hieruit volgt dat in een serieschakeling over een grotere weerstand een hogere spanning staat. (Weerstand R_3 is constant.) Weerstand R_1 is dus groter dan weerstand R_2.

- inzicht dat in stand 1 spanning U hoog is of dat in stand 2 spanning U laag is — 1
- inzicht dat in een serieschakeling over een hogere weerstand een grotere spanning staat — 1
- consequente conclusie — 1

20 **maximumscore 3**

uitkomst: $\eta = 0{,}17$ (= 17%)

voorbeeld van een berekening:
(Het nuttig vermogen is het vermogen dat de schakeling aan de led levert.)
Voor het rendement van de schakeling geldt dus:

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{P_{\text{nuttig}}}{UI} = \frac{0{,}52}{8{,}4 \cdot 0{,}375} = \frac{0{,}52}{3{,}15} = 0{,}17\ (=17\%).$$

- gebruik van $\eta = \dfrac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ — 1
- inzicht dat $P_{\text{in}} = UI$ — 1
- completeren van de berekening — 1

21 **maximumscore 3**

uitkomst: $f = 1{,}2 \cdot 10^3$ Hz

voorbeeld van een bepaling:
Uit figuur 5 blijkt dat de led 23 keer heeft geknipperd van ‘uit’ naar ‘aan’ en terug. Hieruit volgt:

$$T = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{23} = 8{,}70 \cdot 10^{-4} \text{ s} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8{,}70 \cdot 10^{-4}} = 1{,}2 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat $T = \dfrac{\text{totale tijd}}{\text{aantal flitsen}}$ en $f = \dfrac{1}{T}$ of $f = \dfrac{\text{aantal flitsen}}{\text{totale tijd}}$ — 1
- bepalen van het aantal flitsen n volgens $21 \leq n < 25$ — 1
- completeren van de bepaling — 1

22 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
De accu heeft aan de PWM-schakeling gedurende 1 periode een energie geleverd van $E = Pt = 4{,}7 \cdot 3{,}0 \cdot 10^{-3} = 1{,}4 \cdot 10^{-2}$ J .
In de andere schakeling heeft de accu in dezelfde tijd een energie geleverd van $E = Pt = 3{,}2 \cdot 9{,}0 \cdot 10^{-3} = 2{,}9 \cdot 10^{-2}$ J.
(Daan heeft dus gelijk,) de PWM-schakeling heeft minder energie nodig.

- inzicht dat de oppervlaktes onder de grafieken vergeleken moeten worden voor één of meer periodes — 1
- consequente conclusie — 1

Proxima b

23 **maximumscore 2**

uitkomst: T = 12 dagen met een marge van 1 dag

voorbeeld van een bepaling:
Er zijn 3,5 omlopen geweest in 63,5 − 22,5 = 41,0 dagen. Hieruit volgt voor de periode $T = \dfrac{41{,}0}{3{,}5} = 12$ dagen.

- bepalen van de benodigde tijd voor een of meer trillingen — 1
- completeren van de bepaling — 1

24 **A**

25 **maximumscore 4**

uitkomst: $g_b = 0,90 g_{aarde}$

voorbeeld van een berekening:

methode 1

Voor de valversnelling g geldt: $F_z = F_g$. Hieruit volgt:

$$mg = G\frac{mM}{r^2} \rightarrow g_b = G\frac{M_b}{r_b^2} = 6,674\cdot 10^{-11}\frac{1,3\cdot 5,972\cdot 10^{24}}{\left(1,2\cdot 6,371\cdot 10^6\right)^2} = 8,86\ \mathrm{m\,s^{-2}}.$$

Dus: $g_b = \left(\dfrac{8,86}{9,81}\right) g_{aarde} = 0,90 g_{aarde}$.

- inzicht dat $F_z = F_g$ — 1
- gebruik van $F_g = G\dfrac{mM}{r^2}$ en $F_z = mg$ — 1
- opzoeken van waardes voor G, M_{aarde} en r_{aarde} — 1
- completeren van de berekening — 1

of

methode 2

Voor de valversnelling g geldt: $F_z = F_g$. Hieruit volgt:

$$mg = G\frac{mM}{r^2} \rightarrow g_b = \frac{GM_b}{r_b^2} = \frac{G\cdot 1,3\cdot M_{aarde}}{(1,2\cdot r_{aarde})^2} = \frac{1,3}{1,44}\cdot\frac{GM_{aarde}}{r_{aarde}^2} = 0,90 g_{aarde}.$$

- inzicht dat $F_z = F_g$ — 1
- gebruik van $F_g = G\dfrac{mM}{r^2}$ met $M_b = 1,3 M_{aarde}$ en $r_b = 1,2 r_{aarde}$ — 1
- inzicht dat $\dfrac{GM_{aarde}}{r_{aarde}^2} = g_{aarde}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Uit de wet van Wien volgt dat bij een grotere waarde van λ_{max} een lagere temperatuur T hoort. Volgens Binas tabel 32B of Sciencedata 3.3d is de temperatuur van de zon $5{,}8\cdot10^3$ K. Dit is hoger dan de temperatuur van Proxima Centauri. Figuur 5 hoort bij Proxima Centauri.

- inzicht dat bij een hogere waarde voor λ_{max} een lagere temperatuur T hoort of vice versa — 1
- vergelijken T_{zon} met $T_{Centauri}$ en consequente conclusie — 1

– In figuur 5 is af te lezen dat relatief meer rood licht dan blauw licht wordt uitgezonden. Dus Proxima Centauri is roder dan de zon.

- inzicht dat de ster uit figuur 5 relatief veel rood licht uitzendt — 1
- consequente conclusie — 1

27 maximumscore 3

uitkomst: $t = 28$ (jaar)

voorbeeld van een berekening:

methode 1

De afstand vanaf de aarde is 4,22 lichtjaar. Dit komt overeen met $4{,}22\cdot 9{,}461\cdot10^{15} = 3{,}99\cdot10^{16}$ m. Met 15% van de lichtsnelheid duurt dat

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{gem}} = \frac{3{,}99\cdot10^{16}}{0{,}15\cdot 3{,}00\cdot10^{8}} = 8{,}87\cdot10^{8}\text{ s.}$$ Dit komt overeen met 28 jaar.

- gebruik van $v_{gem} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ — 1
- omrekenen van lichtjaar naar m of km — 1
- completeren van de berekening — 1

of

Vraag	Antwoord	Scores

methode 2
Licht legt de totale afstand af in 4,22 jaar met een snelheid c. Het ruimteschip legt dezelfde afstand af met een snelheid 0,15c.
Hieruit volgt:

$$ct_{\text{licht}} = vt_{\text{ruimteschip}} \rightarrow t_{\text{ruimteschip}} = \frac{ct_{\text{licht}}}{v} = \frac{c \cdot 4,22}{0,15c} = 28 \text{ jaar.}$$

- inzicht dat licht deze afstand in 4,22 jaar aflegt — 1
- inzicht dat $t_{\text{ruimteschip}} = \frac{ct_{\text{licht}}}{v}$ — 1
- completeren van de berekening — 1