

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Kerncentrale

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In een reactor met een constant vermogen wordt elke splijting gevolgd door één nieuwe splijting (zodat de vermenigvuldigingsfactor $k = 1$).

Dit wordt bereikt door de regelstaven tot de juiste diepte in de reactorkern te steken (zodat de overtollige neutronen worden weggevangen).

Wil men nu een hoger, constant vermogen produceren dan zal men eerst de regelstaven iets uit de reactorkern moeten halen (waardoor de vermenigvuldigingsfactor $k > 1$ wordt), maar als het vereiste vermogen bereikt is, zal men de regelstaven weer naar het oude niveau terug moeten brengen (zodat de vermenigvuldigingsfactor k weer 1 wordt).

- inzicht dat de regelstaven iets uit de reactorkern moeten worden gehaald 1
- inzicht dat de regelstaven daarna weer tot de juiste diepte in de reactorkern moeten worden gestoken 1

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

2 maximumscore 4

uitkomst: $m = 0,077$ kg

voorbeeld van een berekening:

De centrale produceert een totaal vermogen van $\frac{600 \cdot 10^6}{0,38} = 1,58 \cdot 10^9$ W.

Per uur wordt dus $1,58 \cdot 10^9 \cdot 3600 = 5,68 \cdot 10^{12}$ J geproduceerd.

Per splijting komt vrij $180 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} = 2,884 \cdot 10^{-11}$ J.

Per uur worden dus $\frac{5,68 \cdot 10^{12}}{2,884 \cdot 10^{-11}} = 1,97 \cdot 10^{23}$ uraniumkernen gespleten.

Deze kernen hebben een massa van

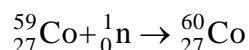
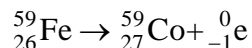
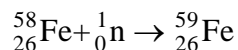
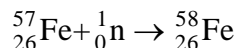
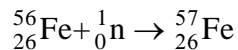
$1,97 \cdot 10^{23} \cdot 235 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} = 0,077$ kg.

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{totaal}}} \cdot 100\%$ 1
- inzicht dat aantal gespleten kernen = $\frac{\text{geproduceerde energie}}{\text{energie per splijting}}$ 1
- gebruik van $m = \text{massagetal} \cdot u$ 1
- completeren van de berekening 1

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

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht in herhaaldelijk invangen van neutronen door ijzerisotopen 1
- notie dat ${}_{26}^{59}\text{Fe}$ via β -verval overgaat in ${}_{27}^{59}\text{Co}$ 1
- inzicht dat ${}_{27}^{59}\text{Co}$ neutron invangt 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Wanneer geëindigd met ${}_{26}^{60}\text{Fe} \rightarrow {}_{27}^{60}\text{Co} + {}_{-1}^0\text{e}$: goed rekenen.

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor het aantal kernen geldt: $N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ met $\tau = 5,27$ jaar.

Na 40 jaar geldt dus: $N(40) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{40}{5,27}} = 5,19 \cdot 10^{-3} N(0)$.

Het aantal kernen is dus 193 keer zo klein geworden.

De uitspraak is dus niet juist.

- inzicht dat $N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ met $\tau = 5,27$ jaar 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

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

5 maximumscore 3

uitkomst: $x = 46$ cm

voorbeeld van een berekening:

Voor de verzwakking van de γ -straling geldt:

$$I(x) = I(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_{\frac{1}{2}}}}$$
 met $d_{\frac{1}{2}} = 4,6$ cm.

Invullen leidt tot $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{4,6}} = 0,0010$ en hieruit volgt dat $x = 46$ cm.

- gebruik van $I(x) = I(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- inzicht dat $d_{\frac{1}{2}} = 4,6$ cm 1
- completeren van de berekening 1

6 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Schat de lengte van de persoon op 1,75 m en de (gemiddelde) breedte op 40 cm. Het oppervlak van de man is $175 \cdot 40 = 7,0 \cdot 10^3$ cm².

Elke seconde treffen hem $4 \cdot 7,0 \cdot 10^3 = 2,8 \cdot 10^4$ γ -deeltjes.

Deze vertegenwoordigen een energie van $2,8 \cdot 10^4 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} = 4,5 \cdot 10^{-9}$ J.

Voor de ontvangen stralingsenergie in 1 minuut geldt dan:

$$E_{\text{str}} = 4,5 \cdot 10^{-9} \cdot 60 = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ J.}$$

Voor de ontvangen equivalente dosis geldt dan:

$$H = \frac{1 \cdot 2,7 \cdot 10^{-7}}{85} = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ Sv.}$$

In Binas tabel 27G wordt als dosislimiet voor individuele leden van de bevolking de waarde 1 mSv per jaar vermeld. De berekende waarde ligt hier (ver) onder.

- schatten van A ($0,4 \text{ m}^2 \leq A \leq 1 \text{ m}^2$) 1
- berekenen van aantal γ -deeltjes dat de man treft 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

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

Opgave 2 Xylofoon

7 maximumscore 3

uitkomst: $v = 1,72 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de afstand PQ geldt: $PQ = \frac{1}{2}\lambda = 0,195 \text{ m} \rightarrow \lambda = 0,390 \text{ m}$.

De voortplantingssnelheid $v = f\lambda = 440 \cdot 0,390 = 1,72 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$.

- inzicht dat de lengte PQ gelijk is aan $\frac{1}{2}\lambda$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

8 maximumscore 3

uitkomst: $l = 18,2 \text{ cm}$

voorbeeld van een berekening:

De voortplantingssnelheid van geluidsgolven in lucht bij $20 \text{ }^\circ\text{C}$ is 343 m s^{-1} .

De golflengte $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{440} = 0,780 \text{ m} = 78,0 \text{ cm}$.

De lengte van de buis $= \frac{1}{4}\lambda - 1,3 \text{ cm} = 19,5 - 1,3 = 18,2 \text{ cm}$.

- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343 \text{ m s}^{-1}$ 1
- inzicht dat de lengte van de buis $= \frac{1}{4}\lambda - 1,3 \text{ cm}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

9 maximumscore 3

uitkomst: De verhouding is 50:1.

voorbeeld van een berekening:

methode 1

Zonder resonantiebuïs geldt voor het geluidsdrukniveau

$$L_{\text{zonder}} = 60 = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ met } I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W m}^{-2} \text{ zodat}$$

$$I_{\text{zonder}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ W m}^{-2}.$$

Met resonantiebuïs geldt voor het geluidsdrukniveau

$$L_{\text{met}} = 77 \text{ dB en dat levert } I_{\text{met}} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ W m}^{-2}.$$

De intensiteit is 50 maal zo groot geworden.

- gebruik van $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ met $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ 1
- berekenen van I_{met} of I_{zonder} 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

De stijging van het geluidsdrukniveau $\Delta L = L_{\text{met}} - L_{\text{zonder}} = 10 \log \frac{I_{\text{met}}}{I_{\text{zonder}}}$.

Invullen levert: $17 = 10 \log \frac{I_{\text{met}}}{I_{\text{zonder}}}$ zodat $\frac{I_{\text{met}}}{I_{\text{zonder}}} = 50$.

De intensiteit met resonantiebuïs is dus 50 maal zo groot geworden.

- inzicht dat $\Delta L = L_{\text{met}} - L_{\text{zonder}} = 10 \log \frac{I_{\text{met}}}{I_{\text{zonder}}}$ 2
- completeren van de berekening 1

methode 3

Het geluidsniveau neemt $17 \text{ dB} = 10 + 10 - 3 \text{ dB}$ toe; 10 dB wil zeggen dat de intensiteit een factor 10 scheelt en 3 dB een factor 2.

In dit geval neemt de intensiteit dan met een factor $10 \times 10 : 2 = 50$ toe.

- inzicht dat het geluidsniveau $10 + 10 - 3 \text{ dB}$ toeneemt 1
- inzicht dat 10 dB een factor 10 in intensiteit scheelt en 3 dB een factor 2 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 3 Jan-van-gent

10 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Voor een vrije val geldt: $s_y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 30 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 2,47 \text{ s}$.

De snelheid op het water is dan: $v = gt = 9,81 \cdot 2,47 = 24,3 \text{ ms}^{-1}$.

Omgerekend in km h^{-1} is dat $24,3 \cdot 3,6 = 87 \text{ km h}^{-1}$.

Dat is minder dan de 100 km h^{-1} die in werkelijkheid wordt gehaald.

- gebruik van $s_y = \frac{1}{2}gt^2$ 1
- berekenen van de valtijd 1
- berekenen van de snelheid 1
- conclusie 1

methode 2

Volgens de wet van behoud van energie geldt bij een vrije val zonder beginsnelheid: $E_{z,\text{boven}} = E_{k,\text{beneden}}$.

Dat betekent: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30} = 24,3 \text{ ms}^{-1}$.

Omgerekend in km h^{-1} is dat $24,3 \cdot 3,6 = 87 \text{ km h}^{-1}$.

Dat is minder dan de 100 km h^{-1} die in werkelijkheid wordt gehaald.

- inzicht dat $E_{z,\text{boven}} = E_{k,\text{beneden}}$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- berekenen van de snelheid 1
- conclusie 1

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

11 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{vleugel}} = 65 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de versnelling geldt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27}{0,82} = 32,9 \text{ ms}^{-2}$.

Voor de totale kracht geldt: $\sum F = F_{\text{vleugel}} + F_z = ma = 2,8 \cdot 32,9 = 92,2 \text{ N}$.

Voor de spierkracht geldt dus: $F_{\text{vleugel}} = 92,2 - 2,8 \cdot 9,81 = 65 \text{ N}$.

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- gebruik van $\sum F = ma$ 1
- inzicht dat $\sum F = F_{\text{vleugel}} + F_z$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 3

uitkomst: $v = 36 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Als alleen de zwaartekracht werkt, geldt: $E_{\text{kin,beneden}} = E_{\text{kin,boven}} + E_{z,\text{boven}}$.

Invullen levert: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m27^2 + m9,81 \cdot 28$.

De snelheid waarmee de jan-van-gent het wateroppervlak raakt is dus 36 ms^{-1} .

- inzicht dat $E_{\text{kin,beneden}} = E_{\text{kin,boven}} + E_{z,\text{boven}}$ 1
- gebruik van $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$ en $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 4 Ruimtewiel

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De benodigde middelpuntzoekende kracht wordt geleverd door de gravitatiekracht. Er geldt dus $F_g = F_{\text{mpz}}$.

Hieruit volgt $\frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ en dit levert: $v^2 = \frac{GM}{r}$. Dus $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$.

- inzicht dat $F_g = F_{\text{mpz}}$ 1
- gebruik van $F_g = \frac{GmM}{r^2}$ en $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de afleiding 1

14 maximumscore 3

uitkomst: $T = 2,018$ uur

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,6726 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}{(1730 \cdot 10^3 + 6,378 \cdot 10^6)}} = 7,0129 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(8,108 \cdot 10^6)}{7,0129 \cdot 10^3} = 7264 \text{ s} = 2,018 \text{ uur}.$$

- inzicht dat $r = R_{\text{aarde}} + h$ 1
- gebruik van $T = \frac{2\pi r}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Goede antwoord berekend met behulp van wet van Kepler: geen aftrek.

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het ruimtewiel met de astronaut draait rond. De kracht van de vloer op de astronaut zorgt voor de benodigde centripetale kracht.

Uit de derde wet van Newton volgt dat de astronaut een kracht op de vloer uitoefent.

Deze kracht fungeert als een “kunstmatige zwaartekracht”.

- inzicht dat de vloer een kracht op de astronaut uitoefent 1
- completeren van de uitleg 1

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

16 maximumscore 4

uitkomst: $2,5 \cdot 10^2$ m

voorbeeld van een berekening:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{6,28}{22} = 0,286 \text{ rad s}^{-1}.$$

$$\frac{1}{3}F_z = F_{\text{mpz}} \text{ en } F_{\text{mpz}} = m\omega^2 r \rightarrow \frac{1}{3}mg = m\omega^2 r$$

$$r = \frac{\frac{1}{3} \cdot 9,81}{(0,286)^2} = 40 \text{ m} \rightarrow \text{omtrek} = 2\pi r = 2,5 \cdot 10^2 \text{ m}.$$

- gebruik van $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 1
- inzicht dat $\frac{1}{3}F_z = F_{\text{mpz}} = m\omega^2 r$ 1
- gebruik van $\text{omtrek} = 2\pi r$ 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 3

uitkomst: $I = 4,4 \cdot 10^2$ A

voorbeeld van een berekening:

De hoeveelheid energie die per seconde op de zonnepanelen valt, bedraagt:

$$200 \cdot 0,7 \cdot 10^3 \text{ J} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ J}.$$

Hiervan wordt nuttig gebruikt: $0,15 \cdot 1,4 \cdot 10^5 = 2,1 \cdot 10^4 \text{ J}.$

Voor het vermogen geldt: $P = UI.$

$$\text{Hieruit volgt dat } I = \frac{2,1 \cdot 10^4}{48} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ A}.$$

- inzicht dat $P_{\text{elektrisch}} = \eta I_{\text{str}} A$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 5 Schudlamp

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij het naderen van de magneet neemt de magnetische flux in de spoel toe.

(Hierdoor ontstaat er een spanningspuls.)

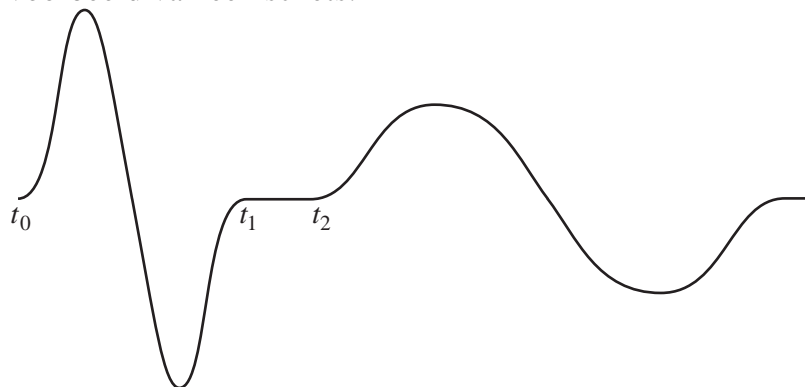
Als de magneet de spoel verlaat, neemt de flux weer af.

Hierdoor ontstaat een tegenovergestelde spanningspuls.

- noemen van respectievelijke fluxtoename en fluxafname 1
- completeren van de uitleg 1

19 maximumscore 3

voorbeeld van een schets:

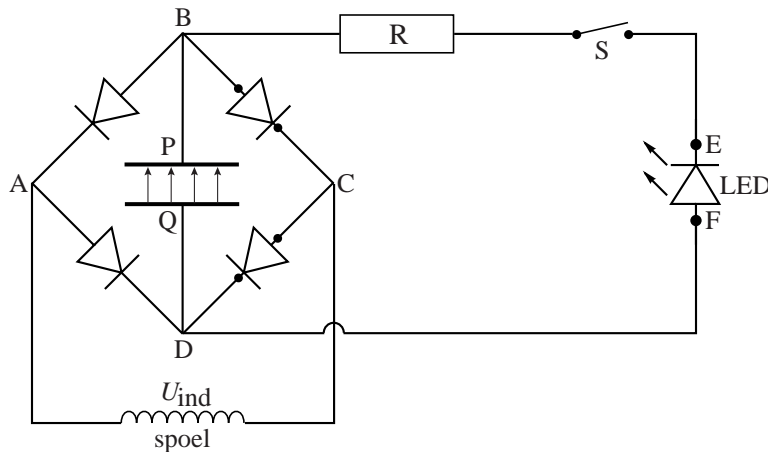


- inzicht dat het tijdsinterval groter wordt 1
- inzicht dat de maximale waarde van de spanning kleiner is 1
- inzicht dat de spanning begint met een positieve puls 1

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

20 maximumscore 3

antwoord:



- tekenen van (minimaal 2) veldlijnen van Q naar P 1
- tekenen van twee diodes, één diode richting BC en één diode richting CD 1
- richting van de LED, in overeenstemming met de veldlijnen tussen P en Q 1

21 maximumscore 4

uitkomst: $R = 6,0 \cdot 10^2 \Omega$

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte valt te berekenen met $I(t) = I(0) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$.

Als de stroomsterkte tot 20% van de beginwaarde is gedaald, geldt:

$$0,20 I(0) = I(0) \cdot e^{-\frac{4,0 \cdot 60}{R_{\text{totaal}} \cdot 0,22}}. \text{ Hieruit volgt } R_{\text{totaal}} = 678 \Omega.$$

Dit is de som van de ohmse weerstand R en de weerstand van de LED.

Voor de waarde van R geldt: $R = 678 - 75 = 6,0 \cdot 10^2 \Omega$.

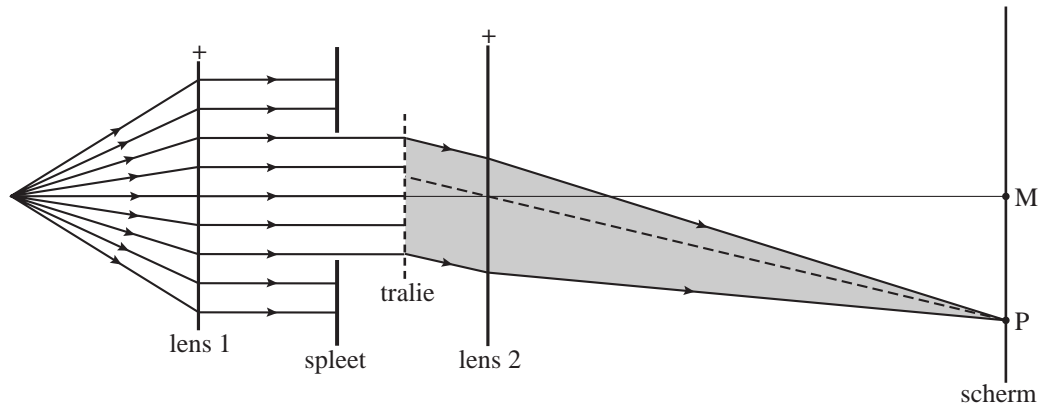
- gebruik van $I(t) = I(0) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ 1
- inzicht dat $I(240) = 0,20 I(0)$ 1
- berekenen van R_{totaal} 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 6 Witte LED

22 maximumscore 3

voorbeeld van een constructie:



- een constructiestraal door het optisch midden van lens 2 naar P 2
- completeren van de constructie 1

23 maximumscore 4

uitkomst: $\lambda = 5,4 \cdot 10^{-7}$ m

voorbeeld van een berekening:

$$d = \frac{1}{4,00 \cdot 10^5} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{l} = \frac{6,3}{28,6} = 0,221 \rightarrow \alpha = 12,4^\circ \text{ en } \sin \alpha = 0,215 = \frac{n\lambda}{d}.$$

Met $n = 1$ volgt $\lambda = d \sin \alpha = 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,215 = 5,4 \cdot 10^{-7}$ m.

- inzicht dat $d = \frac{1}{\text{aantal spleten per meter}}$ 1
- inzicht dat $\tan \alpha = \frac{x}{l}$ 1
- gebruik van $\sin \alpha = \frac{n\lambda}{d}$ met $n = 1$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

Wanneer gebruik gemaakt van benadering met $\frac{x}{l} = \frac{\lambda}{d}$: maximaal 3 punten.

Wanneer α opgemeten is uit de figuur: maximaal 3 punten.

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

24 maximumscore 2

antwoord: Bij het filter van 650 tot 700 nm.

voorbeeld van een antwoord:

Er treedt geen foto-elektrisch effect op als de opvallende golflengte groter is dan de grensgolflengte. De grensgolflengte voor cesium is 639 nm. Alleen bij het filter van 650 - 700 nm is er dus geen foto-elektrisch effect.

- inzicht dat er geen foto-elektrisch effect optreedt als de golflengte groter is dan de grensgolflengte 1
- opzoeken van de grensgolflengte van Cs en consequente keuze 1

25 maximumscore 5

uitkomst: $U_{\text{rem}} = 0,31 \text{ V}$

voorbeeld van een berekening:

De remspanning is te berekenen met: $eU_{\text{rem}} = E_{\text{foton}} - W_{\text{u}}$.

$$E_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{550 \cdot 10^{-9}} = 3,612 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_{\text{u}} = 1,94 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1,94 = 3,108 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Hieruit volgt: $eU_{\text{rem}} = 3,612 \cdot 10^{-19} - 3,108 \cdot 10^{-19} = 5,04 \cdot 10^{-20} \text{ J}$.

$$U_{\text{rem}} = \frac{5,04 \cdot 10^{-20}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 0,31 \text{ V}$$

- inzicht dat $eU_{\text{rem}} = E_{\text{foton}} - W_{\text{u}}$ 1
- gebruik van $E_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- gebruik van $\lambda = 550 \text{ nm}$ 1
- opzoeken van W_{u} en omrekenen naar J 1
- completeren van de berekening 1

Bronvermeldingen

Opgave 1 naar De Volkskrant, april 2003