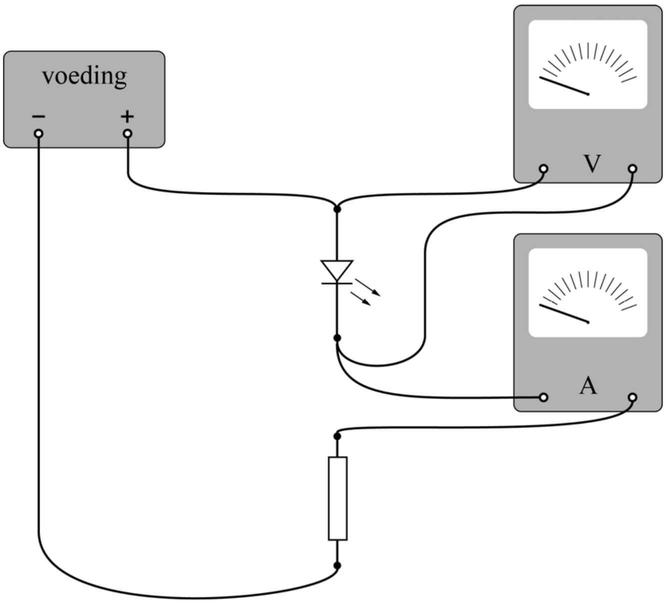
Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Schakeling van LED's

1 maximumscore 3
voorbeeld van een antwoord:



- gesloten stroomkring met de stroommeter in serie met de LED en de weerstand 1
- spanningsmeter parallel aan de LED 1
- de LED in de geleidingsrichting aangesloten op de spanningsbron 1

Opmerking
Als, bijvoorbeeld door het tekenen van extra verbindingen, een niet-werkende schakeling is ontstaan: maximaal 2 scorepunten toekennen.

2 **maximumscore 4**

uitkomst: $\eta = 0,70 = 70\%$ (met een marge van 0,02 (2%))

voorbeeld van een berekening:
Voor de energie van één foton geldt:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^{8}}{645 \cdot 10^{-9}} = 3,08 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Per seconde komt dus totaal aan lichtenergie vrij:

$$E = 4,2 \cdot 10^{16} \cdot 3,08 \cdot 10^{-19} = 1,30 \cdot 10^{-2} \text{ J.}$$

Voor het elektrisch vermogen van de LED geldt:

$$P = UI = 1,85 \cdot 0,010 = 1,85 \cdot 10^{-2} \text{ W.}$$

Voor het rendement geldt dan: $\eta = \dfrac{1,30 \cdot 10^{-2}}{1,85 \cdot 10^{-2}} = 0,70 = 70\%.$

- gebruik van $E = \dfrac{hc}{\lambda}$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $\eta = \dfrac{P_{\text{licht}}}{P_{\text{elek}}}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

3 **maximumscore 4**

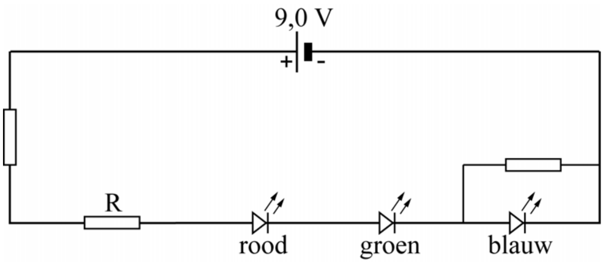
uitkomst: $R = 1,7 \cdot 10^{2}\ \Omega$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^{2}\ \Omega$)

voorbeeld van een berekening:
Voor de serieschakeling geldt: $U_{\text{batt}} = U_{\text{R}} + U_{\text{rood}} + U_{\text{groen}} + U_{\text{blauw}} = 9,0$ V.
Bij 10 mA lezen we de spanning over de LEDs af:
U_{rood} = 1,85 V; U_{groen} = 2,57 V; U_{blauw} = 2,85 V.
Hieruit volgt: $U_{\text{R}} = 9,0 - (1,85 + 2,57 + 2,85) = 1,73$ V.
Voor de stroom door R geldt: I = 0,010 A.
Hieruit volgt: $R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{1,73}{0,010} = 173\ \Omega = 1,7 \cdot 10^{2}\ \Omega$..

- gebruik van de spanningsregel voor de serieschakeling 1
- aflezen van de spanningen bij 0,010 A 1
- gebruik van $R = \dfrac{U}{I}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat een (regelbare) weerstand parallel staat aan de blauwe LED 1
- inzicht dat een andere (regelbare) weerstand in de seriekring geplaatst moet worden 1

Parkeren in de ruimte

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de middelpuntzoekende kracht geldt: $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ met $v = \dfrac{2\pi r}{T}$.

Invullen levert: $F_{\text{mpz}} = \dfrac{4\pi^2 mr}{T^2}$.

– De gravitatiekracht van de aarde werkt in tegengestelde richting aan die van de zon. Zonder de gravitatiekracht van de aarde is de netto aantrekkingskracht groter. Uit de formule blijkt dat (bij gelijke m en T) de baanstraal dan groter is.

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ en $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de afleiding 1
- inzicht dat de aarde de aantrekkingskracht van de zon op Soho tegenwerkt 1
- consequente conclusie aan de hand van formule (1) 1

6 **maximumscore 2**

uitkomst: $F_{\text{mpz}} = 10{,}9\ \text{N}$

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $F_{\text{mpz}} = \dfrac{4\pi^2 mr}{T^2}$, met $m = 1850\ \text{kg}$, $r = 1{,}48 \cdot 10^{11}\ \text{m}$ en T één jaar.

Invullen levert: $F_{\text{mpz}} = \dfrac{4\pi^2 \cdot 1850 \cdot 1{,}48 \cdot 10^{11}}{\left(3{,}15 \cdot 10^7\right)^2} = 10{,}9\ \text{N}.$

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = \dfrac{4\pi^2 mr}{T^2}$ met T één jaar — 1
- completeren van de berekening — 1

7 **maximumscore 4**

uitkomst: $F_{\text{ga}} = 0{,}33\ \text{N}$ en $F_{\text{gz}} = 11{,}2\ \text{N}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_g = G\dfrac{mM}{r^2}$.

Voor de gravitatiekracht van de aarde op Soho geldt:

$$F_g = 6{,}674 \cdot 10^{-11} \frac{1850 \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}}{\left(1{,}5 \cdot 10^9\right)^2} = 0{,}33\ \text{N}.$$

Voor de gravitatiekracht van de zon op Soho geldt:

$$F_g = 6{,}674 \cdot 10^{-11} \frac{1850 \cdot 1{,}988 \cdot 10^{30}}{\left(1{,}48 \cdot 10^{11}\right)^2} = 11{,}2\ \text{N}.$$

- gebruik van $F_g = G\dfrac{mM}{r^2}$ — 1
- opzoeken van de massa van de zon en/of de aarde — 1
- gebruik van de afstand zon-L_1 en/of aarde-L_1 — 1
- completeren van de berekeningen — 1

Opmerking
Als één van de krachten berekend is, mag de andere kracht ook berekend worden met behulp van de waarde van de middelpuntzoekende kracht van vraag 6.

8 **maximumscore 2**

uitkomst: $T = 5{,}0 \cdot 10^3$ K

voorbeeld van een bepaling:
Het spectrum van de zonnevlek vertoont een maximum bij $\lambda = 580$ nm.

methode 1
Dit komt overeen met de op één na laagste Planck-kromme uit BiNaS tabel 22 / de op twee na laagste Planck-kromme uit ScienceData tabel 5.1.f, en dus met $T = 5{,}0 \cdot 10^3$ K.

- aflezen van λ_{max} met een marge van $0{,}3 \cdot 10^{-7}$ m — 1
- gebruik van BiNaS tabel 22 / ScienceData tabel 5.1.f en completeren van de bepaling en significantie — 1

of

methode 2
Uit de wet van Wien volgt: $T = \dfrac{k_W}{\lambda_{max}} = \dfrac{2{,}9 \cdot 10^{-3}}{5{,}8 \cdot 10^{-7}} = 5{,}0 \cdot 10^3$ K.

- aflezen van λ_{max} met een marge van $0{,}3 \cdot 10^{-7}$ m — 1
- gebruik van de wet van Wien en completeren van de bepaling en significantie — 1

9 **maximumscore 3**

antwoord:

baanstraal	$r(L_1)$	<	$r(L_2)$
omlooptijd	$T(L_1)$	=	$T(L_2)$
baansnelheid	$v(L_1)$	<	$v(L_2)$
middelpuntzoekende kracht	$F_{mpz}(L_1)$	<	$F_{mpz}(L_2)$

indien vier antwoorden goed — 3
indien drie antwoorden goed — 2
indien twee antwoorden goed — 1
indien één of geen antwoord goed — 0

Radon in de kelder

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Het vervalproduct X van Po-214 is Pb-210. De halveringstijd van dit isotoop bedraagt 22 jaar. Dit is veel langer dan de halveringstijd van Rn-222. (En dus is Pb-210 geen radondochter).

- het vervalproduct is Pb-210 — 1
- opzoeken van de halveringstijd van Pb-210 en vergelijken met de halveringstijd van Rn-222 — 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
– De activiteit *A* van Rn-222 is evenredig met de hoeveelheid die aanwezig is. Er komt een moment waarop per seconde evenveel kernen vervallen als dat er nieuwe bijkomen. Vanaf dat moment is het aantal Rn-222-kernen constant en dus ook de activiteit.
– De radondochters hebben een veel kortere halveringstijd dan Rn-222, dus iedere keer als er een Rn-222-kern vervalt, vervallen de radondochters snel daarna.

- inzicht dat de activiteit *A* evenredig is met het aantal aanwezige kernen — 1
- inzicht dat verval en toevoer in evenwicht komen — 1
- inzicht in het gevolg van de korte halveringstijd van de radondochters — 1

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
– Leg een velletje papier tussen de radioactieve bron en de Geigerteller. Als hierdoor de gemeten activiteit niet (of nauwelijks) afneemt, worden geen alfadeeltjes gemeten.
– Leg een (dun) plaatje metaal tussen de radioactieve bron en de Geigerteller. Als hierdoor de gemeten activiteit (vrijwel) nul wordt, worden geen gammadeeltjes gemeten.

- inzicht hoe met een velletje papier nagegaan kan worden of er alfadeeltjes geregistreerd worden — 1
- inzicht hoe met een (dun) plaatje metaal nagegaan kan worden of er gammastraling geregistreerd wordt — 1

Opmerking
Als de kandidaat in plaats van papier of metaal een ander geschikt materiaal noemt kunnen alle scorepunten worden toegekend.

13 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

– Een gewone vervalcurve heeft betrekking op één isotoop en hier worden twee isotopen tegelijkertijd gemeten.
– Er vindt ook nieuwe aanmaak van de isotopen plaats.

- inzicht dat er twee isotopen gemeten worden 1
- inzicht dat er nieuwe aanmaak is 1

14 **maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

De Geigerteller registreert in het begin ongeveer 29000 deeltjes in 5 minuten. Dit komt overeen met $\frac{29000}{300} = 96{,}7$ deeltjes per seconde.
Deze zijn in gelijke mate afkomstig van Bi-214 en Pb-214.
Per isotoop dus $\frac{96{,}7}{2} = 48$ deeltjes per seconde. Oorspronkelijk zijn daarvoor dus 48 kernen van Rn-222 per seconde vervallen.
Het werkelijk aantal uitgezonden deeltjes is een factor 6 groter. De activiteit van elk isotoop en dus ook van Rn-222 bedraagt dus $6 \cdot 48 = 288\ \text{Bq}$. Dit is meer dan de norm van 100 Bq.

- inzicht dat de activiteit op $t = 0\ \text{s}$ bepaald moet worden 1
- inzicht dat de geregistreerde deeltjes afkomstig zijn van 2 isotopen 1
- in rekening brengen van factor 6 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerking
Het laatste scorepunt voor completeren kan alleen behaald worden als het eerste scorepunt is behaald.

Parasailing

15 **maximumscore 3**
uitkomst: $s = 13$ m (met een marge van 1 m).

voorbeeld van een antwoord:
De oppervlakte onder het (v,t)-diagram tot t = 8,0 s is 6,5 hokje. Elk hokje komt overeen met 2,0 m. De afgelegde afstand tot t = 8,0 s is dus 13 m.

- inzicht dat de oppervlakte onder een (v,t)-diagram overeenkomt met de verplaatsing — 1
- gebruik van een methode om de oppervlakte te bepalen tussen $t = 0$ s en $t = 8{,}0$ s — 1
- completeren van de bepaling en significantie — 1

16 **maximumscore 3**
uitkomst: $a = 0{,}88 \text{ m s}^{-2}$ (met een marge van $0{,}06 \text{ m s}^{-2}$).

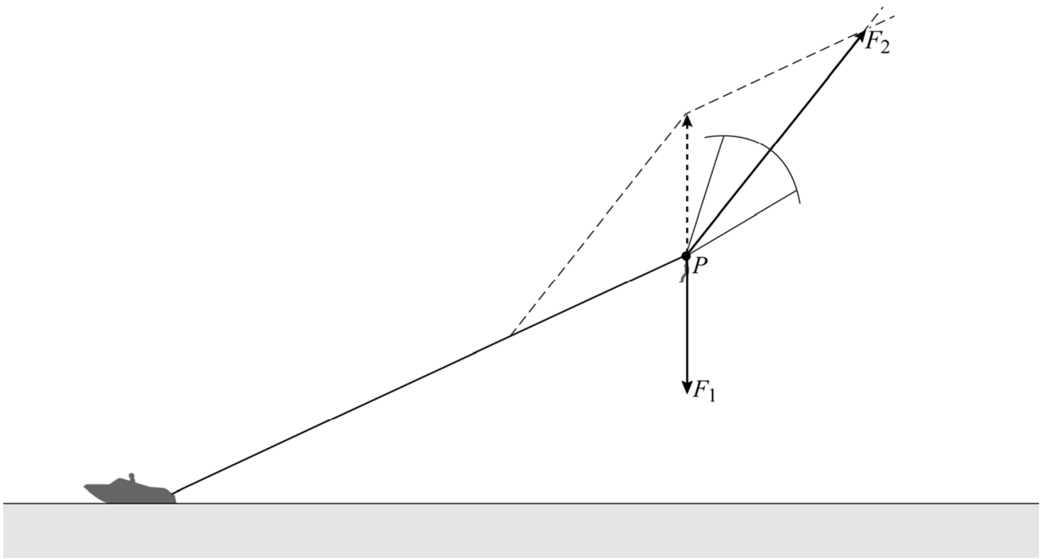
voorbeeld van een bepaling:
De versnelling kan bepaald worden uit de helling van (de raaklijn aan) het (v,t)-diagram. Voor de versnelling geldt: $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = 0{,}88 \text{ m s}^{-2}$

- inzicht dat de helling van (de raaklijn aan) het (v,t)-diagram overeenkomt met de versnelling — 1
- gebruik van $a = \left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ op $t = 6{,}0$ s — 1
- completeren van de bepaling en significantie — 1

17 **maximumscore 4**

uitkomst: $F_2 = 1,7 \cdot 10^3$ N (met een marge van $0,3 \cdot 10^3$ N)

voorbeeld van een bepaling:



De lengte van de vector F_2 kan worden opgemeten als 39 mm.
De schaalfactor kan worden bepaald met behulp van de vector F_1 die een lengte heeft van 19 mm.

Er geldt: $F_2 = \frac{39}{19} mg = \frac{39}{19} \cdot 85 \cdot 9,81 = 1,7 \cdot 10^3$ N.

- inzicht dat de resulterende kracht gelijk is aan 0 N — 1
- uitvoeren van de krachtenconstructie — 1
- gebruik van $F_z = mg$ en gebruik van de schaalfactor — 1
- completeren van de bepaling en significantie — 1

Compton

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de botsing geldt de wet van behoud van energie:
$E_{\text{f, voor}} = E_{\text{f, na}} + E_{\text{k, elektron}}$
Hieruit volgt dat moet gelden: $E_{\text{f, na}} < E_{\text{f, voor}}$
Dit levert: $\frac{hc}{\lambda'} < \frac{hc}{\lambda} \quad \Leftrightarrow \quad \lambda' > \lambda$

– Voor de impuls van het foton geldt: $p = \frac{h}{\lambda}$.
Als de golflengte toeneemt zal de impuls van het foton dus afnemen.

• inzicht dat $E_{\text{f, na}} < E_{\text{f, voor}}$	1
• gebruik van $E_{\text{f}} = \frac{hc}{\lambda}$	1
• gebruik van $p = \frac{h}{\lambda}$	1
• completeren van de uitleg	1

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De linker piek in figuur 4 zal op dezelfde plaats blijven. Deze piek wordt immers veroorzaakt door de fotonen die geen verandering in golflengte laten zien.
Als de hoek φ kleiner wordt dan 135° zal de factor $\cos\varphi$ veranderen. De factor $(1-\cos\varphi)$ wordt daarbij kleiner. Volgens de formule
$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\varphi)$ zal het verschil in golflengte $\Delta\lambda$ dan kleiner worden. De rechter piek verplaatst daarmee naar links.

• inzicht dat de plaats van de linker piek niet verandert	1
• inzicht dat de factor $(1-\cos\varphi)$ kleiner wordt bij afnemende hoek	1
• consequente conclusie	1

Vraag	Antwoord	Scores

20 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De comptongolflengte is gelijk aan de factor $\frac{h}{mc}$.

Voor de eenheid geldt: $\frac{[h]}{[m][c]} = \frac{\mathrm{J \cdot s}}{\mathrm{kg \cdot\ ms^{-1}}} = \frac{\mathrm{N \cdot m \cdot s}}{\mathrm{kg \cdot ms^{-1}}} = \frac{\mathrm{kg \cdot ms^{-2} \cdot m \cdot s}}{\mathrm{kg \cdot ms^{-1}}} = \mathrm{m}.$

- inzicht in de eenheden voor h, m en c — 1
- inzicht dat $\mathrm{J = N \cdot m = kg\,m\,s^{-2} \cdot m}$ — 1
- completeren van de afleiding — 1

21 **maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

– Op de horizontale as staat de waarde $(1-\cos\varphi)$ uitgezet en op de verticale as $\Delta\lambda$. Volgens de formule van Compton is $\Delta\lambda$ evenredig met $(1-\cos\varphi)$, dus moet de bijhorende grafiek een rechte lijn door de oorsprong zijn.

– De comptongolflengte $\frac{h}{mc}$ is de evenredigheidsconstante en volgt dus uit de steilheid van de grafiek. Voor de steilheid van de grafiek geldt:
$\frac{\Delta(\Delta\lambda)}{\Delta(1-\cos\varphi)} = \frac{0{,}0040 \cdot 10^{-9}}{1{,}7} = 2{,}4 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{m}.$

Voor de theoretische waarde van de factor $\frac{h}{mc}$ geldt:

$\frac{h}{mc} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8}} = 2{,}43 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{m}.$

De experimentele waarde wijkt dus $\frac{2{,}43-2{,}4}{2{,}43} = 1\%$ van de theoretische waarde. (Dit is inderdaad minder dan 5%.)

- inzicht in het recht evenredige verband tussen $\Delta\lambda$ en $(1-\cos\varphi)$ — 1
- inzicht dat de steilheid van de lijn in figuur 5 gelijk is aan de comptongolflengte — 1
- gebruik van $\lambda_{\text{compton}} = \frac{h}{mc}$ met opzoeken van h, m en c — 1
- completeren van de bepaling, de berekening en de vergelijking en significantie — 1

Viool

22 maximumscore 3

uitkomst: $f = 2{,}6 \cdot 10^2$ Hz

voorbeeld van een bepaling:
Voor 2 perioden wordt een afstand gemeten van 7,8 cm. Dat komt overeen met een tijd van $7{,}8 \cdot 10^{-3}$ s.

Daarmee geldt: $T = \dfrac{7{,}8 \cdot 10^{-3}}{2} = 3{,}9 \cdot 10^{-3}$ s.

Er geldt: $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{3{,}9 \cdot 10^{-3}}$.

Hieruit volgt: $f = 2{,}6 \cdot 10^2$ Hz.

- bepalen van T (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^{-3}$ s) 1
- gebruik van $f = \dfrac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

23 maximumscore 3

uitkomst: $v = 425$ m s^{-1}

voorbeeld van een berekening:
$v = f\lambda$. Hierin is $\frac{1}{2}\lambda = 32{,}2 \cdot 10^{-2}$ m zodat $v = 2 \cdot 32{,}2 \cdot 10^{-2} \cdot 660 = 425$ m s^{-1}.

- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- inzicht dat $\lambda = 2\times$ de afstand tussen kam en kielhoutje 1
- completeren van de berekening 1

24 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:
Voor staande golven in een snaar met lengte ℓ geldt: $\ell = n \cdot \frac{1}{2}\lambda$. Dus voor de golflengtes van de grondtoon en boventonen geldt: $\lambda_n = \dfrac{2\ell}{n}$.

Voor de frequentie geldt: $f = \dfrac{v}{\lambda}$. Combineren geeft: $f_n = n\dfrac{v}{2\ell}$.

Dus $f_n = nf_{\text{grondtoon}}$ met $f_{\text{grondtoon}} = \dfrac{v}{2\ell}$.

- gebruik van $\ell = n \cdot \frac{1}{2}\lambda$ — 1
- gebruik van $v = \lambda f$ — 1
- completeren van de afleiding — 1

25 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
Voor de frequenties van boventonen in een snaar geldt $f_{\text{n}} = n \cdot f_{\text{grondtoon}}$.
De frequenties van de grondtonen verhouden zich als 2 : 3. Als de factoren n in bovenstaande formule zich voor de twee snaren verhouden als 3 : 2, geeft dit dezelfde frequentie van de boventonen. Dit is dus het geval bij f = 1320 Hz en f = 2640 Hz enz.

- gebruik van $f_{\text{n}} = n \cdot f_{\text{grondtoon}}$ met het inzicht dat de factoren n zich verhouden als 2 : 3 — 1
- completeren van het antwoord — 1