

## Gekleurde LED's

### 1 maximumscore 3

uitkomst:  $R = 2,3 \cdot 10^3 \Omega$

voorbeeld van een bepaling:

Bij een stroom door de LED van 0,60 mA is de spanning over de LED 1,64 V.

Voor de spanning over de weerstand R geldt dan:

$$U_R = U - U_{\text{LED}} = 3,00 - 1,64 = 1,36 \text{ V.}$$

Voor de grootte van de weerstand geldt dan:

$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{1,36}{0,60 \cdot 10^{-3}} = 2,3 \cdot 10^3 \Omega.$$

- aflezen van de spanning in figuur 1 (met een marge van 0,01 V) 1
- inzicht in de spanningsregel voor een serieschakeling 1
- completeren van de bepaling 1

### 2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De spanning over de groene LED is groter (dan de spanning over de rode LED) bij een stroomsterkte van 0,60 mA. De spanning over de weerstand is dus kleiner. De stroomsterkte door de weerstand (en de LED) moet gelijk blijven en dus zal de weerstandswaarde kleiner moeten zijn.

- inzicht dat (bij gelijke stroomsterkte) de spanning over de weerstand kleiner moet zijn 1
- consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat in vraag 1 een fout maakt en in vraag 2 diezelfde fout opnieuw maakt, deze niet opnieuw aanrekenen.*

### 3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De elektronenstroom loopt van de min- naar de pluspool van de batterij en dus van materiaal B naar materiaal A. Het elektron zal terugvallen naar een lager energieniveau (onder uitzending van een foton). Het juiste schema is dus III.

- inzicht dat de elektronenstroom van materiaal B naar materiaal A loopt 1
- inzicht dat het elektron terugvalt naar een lager energieniveau en consequente conclusie 1

**4 maximumscore 4**

uitkomst: percentage = 57(%)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor het aantal geleidings-elektronen dat per seconde de LED passeert,

$$\text{geldt: } N_{\text{per s}} = \frac{I}{e} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,12 \cdot 10^{17} \text{ (s}^{-1}\text{)}.$$

Voor de energie van een foton dat vrijkomt, geldt:

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8}{470 \cdot 10^{-9}} = 4,23 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Als bij alle geleidings-elektronen een foton vrijkomt, geldt voor het

lichtvermogen:  $P = N_{\text{per s}} E_f = 3,12 \cdot 10^{17} \cdot 4,23 \cdot 10^{-19} = 0,132 \text{ W.}$

Dus geldt voor het percentage  $p$  van de geleidings-elektronen waarbij een

foton vrijkomt:  $p = \frac{0,075}{0,132} = 0,57 = 57\%.$

- inzicht dat  $N_{\text{per s}} = \frac{I}{e}$  1
- gebruik van  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$  1
- inzicht dat  $P = N_{\text{per s}} E_f$  1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Voor het elektrisch vermogen geldt:  $P_{\text{el}} = UI$ . Hierbij is de spanning  $U$

gelijk aan de energie per ladingseenheid. Dus geldt:

$$U = \frac{E_f}{e} = \frac{hc}{\lambda e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8}{470 \cdot 10^{-9} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,64 \text{ V.}$$

Dit levert:  $P_{\text{el}} = UI = 2,64 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,132 \text{ W.}$

Als bij alle geleidings-elektronen een foton vrijkomt, is dit vermogen gelijk aan het vermogen aan licht. In werkelijkheid is dit een percentage  $p$ .

Dus geldt voor het percentage  $p$  van de geleidings-elektronen waarbij een

foton vrijkomt:  $p = \frac{0,075}{0,132} = 0,57 = 57\%.$

- inzicht dat  $P_{\text{el}} = UI$  1
- inzicht dat  $U = \frac{E_f}{e}$  1
- gebruik van  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$  1
- completeren van de berekening 1