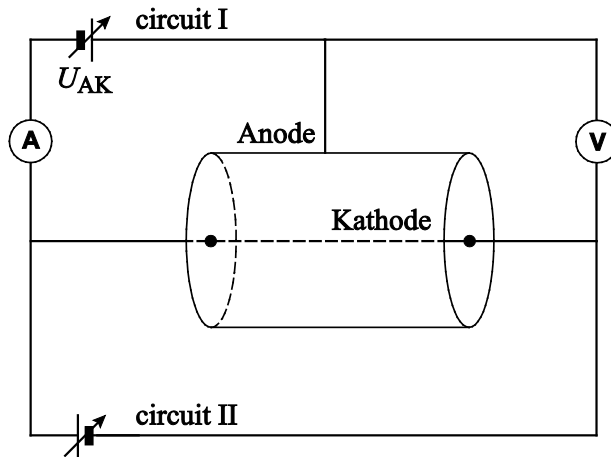


## Elektronen uit metaal 'stoken'

### 20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

–



– Door de spanning in circuit II te verhogen, loopt er een grotere stroom door de gloeidraad en zal de temperatuur stijgen.

- plaatsing van de stroommeter in circuit I 1
- plaatsing van de spanningsmeter over de bron ( $U_{AK}$ ) of over AK 1
- inzicht in het verband tussen de variabele spanning in circuit II en de temperatuur 1

### 21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Boven een bepaalde spanning zullen alle elektronen die per seconde uit de gloeidraad (kathode) vrijkomen, ook bij de anode aankomen. Verder verhogen van de spanning heeft dan geen effect meer, de stroomsterkte is verzadigd.

- inzicht dat boven een bepaalde spanning alle elektronen die uit de kathode vrijkomen de anode bereiken 1
- inzicht dat de stroomsterkte in dat geval niet verder kan stijgen 1

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

**22 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

- Omdat de verzwakking onafhankelijk is van de golflengte, zal de kromme van de gloeidraad alleen een lagere intensiteit hebben en heeft  $\lambda_{\max}$  dezelfde waarde als de planck-kromme. De krommes van de gloeidraad en de planck-kromme verschillen dus alleen in verticale richting. Alleen figuur 3b voldoet hieraan.
- Aflezen levert:  $\lambda_{\max} \approx 1150$  nm. Omschrijven en invullen levert:

$$T = \frac{k_W}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{1150 \cdot 10^{-9}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ K (met een marge van } 0,2 \cdot 10^3 \text{ K)}.$$

- inzicht dat een golflengte-onafhankelijke verzwakking alleen een verticale verschuiving in de kromme oplevert 1
- consequente conclusie 1
- gebruik van de wet van Wien 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Bij deze vraag significantiefouten niet aanrekenen.*

**23 maximumscore 3**

uitkomst:  $r = 0,40$  (met een marge van 0,10)

voorbeeld van een bepaling:

Bijvoorbeeld bij  $T = 3000$  K valt in figuur 4 af te lezen dat  $J = 1,5 \cdot 10^5 \text{ A m}^{-2}$ .

Invullen levert:  $J = (1-r)C_0 \cdot T^2 \cdot e^{\left(\frac{-W_u}{k_B T}\right)}$ .

Dit levert:  $15 \cdot 10^4 = (1-r) \cdot 1,20 \cdot 10^6 \cdot (3000)^2 e^{\left(\frac{-7,29 \cdot 10^{-19}}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 3000}\right)}$ .

Dit levert:  $r = 0,40$ .

- aflezen van  $(T, J)$  waarden in figuur 4 1
- opzoeken van  $k_B$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*In deze vraag significantiefouten niet aanrekenen.*

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

**24 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

– Bij  $T = 2000$  K geldt:  $\lambda_B = \frac{7,45 \cdot 10^{-8}}{\sqrt{2000}} = 1,7 \cdot 10^{-9}$  m.

Dit is in de orde van grootte van de dikte van moleculen, het effect van de coating kan dus zeer goed een quantumverschijnsel zijn.

– Bij lagere temperaturen neemt  $\lambda_B$  toe, waardoor het quantumeffect sterker wordt.

- berekening van  $\lambda_B$  met  $T = 2000$  K 1
- conclusie door vergelijking met de dikte van de coating 1
- inzicht dat het quantumeffect bij lagere temperaturen sterker is 1

**25 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Men brengt op het metaal een coating aan met een zo klein mogelijke dikte (voor een grotere tunnelkans), waarvan de uittree-energie  $W_{u,coating}$  kleiner is dan die van het metaal.

- inzicht dat een kleine dikte een grote tunnelkans oplevert 1
- inzicht dat een lagere uittree-energie het tunnelen bevordert 1