

Aufgabe 2.2.2

Eine GaAs - LED ($\lambda = 940 \text{ nm}$) hat bei 20 mA eine Durchlassspannung von 1,35 V. Bei jedem Rekombinationsvorgang kann ein Photon mit $W_{\text{ph}} = h \nu = h c / \lambda$ abgestrahlt werden (mit $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ W s}^2$ und $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).

Frage 1: Wie viele Rekombinationsvorgänge finden pro Sekunde statt?

Hinweis: Bei einem Rekombinationsvorgang ersetzt ein Elektron der Elektronenleitung (in der N-Zone) ein Loch der Löcherleitung (in der P-Zone) (vergleiche Abb. 2.11 d).

Frage 2: Wie groß ist die elektrisch verbrauchte Leistung und wie groß die Leistung des Photonenstroms, wenn alle Rekombinationsvorgänge ein Photon abgeben und ihr Licht vollständig die Diode verlassen kann?

Frage 3: Wie groß ist die tatsächliche Quantenausbeute η_Q , wenn ein Wirkungsgrad von 35 % gemessen wird (zum einen geben nur etwa 90 % der Rekombinationsvorgänge ein Photon ab und zum anderen wird ein großer Teil vom gleichen Material auch wieder absorbiert)?

Lösung Frage 1:

Aus dem Strom folgt die Anzahl (N) Elektronen und somit die Anzahl Rekombinationen:

$$I = \Delta Q / \Delta t \rightarrow \Delta Q = N q_0 = I \Delta t$$

$$N = I \Delta t / q_0 = 20 \text{ mA} \cdot 1 \text{ s} / 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$N = 12,5 \cdot 10^{16}$$

Lösung Frage 2:

$$P_{\text{el}} = U I = 1,35 \text{ V} \cdot 20 \text{ mA} = 27 \text{ mW}$$

$$W_{\text{ph}} = h c / \lambda \rightarrow P_{\text{Licht}} = W_{\text{Licht}} / \Delta t = N W_{\text{ph}} / \Delta t = N h c / (\lambda \Delta t)$$

$$P_{\text{Licht}} = 12,5 \cdot 10^{16} \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ W s}^2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / (940 \text{ nm} \cdot 1 \text{ s})$$

$$P_{\text{Licht}} = 26 \text{ mW}$$

$$\rightarrow \eta = P_{\text{Licht}} / P_{\text{el}} = 26 / 27 = 0,96 = 96 \%$$

Lösung Frage 3:

$$\eta_Q = P_{\text{MeßLicht}} / P_{\text{Licht}} \quad \text{und} \quad P_{\text{MeßLicht}} = \eta_{\text{Meß}} P_{\text{el}} = \eta_{\text{Meß}} P_{\text{Licht}} / \eta$$

$$\eta_Q = \eta_{\text{Meß}} P_{\text{Licht}} / (\eta P_{\text{Licht}}) = \eta_{\text{Meß}} / \eta$$

$$\eta_Q = 35 \% / 96 \% = 37 \%$$