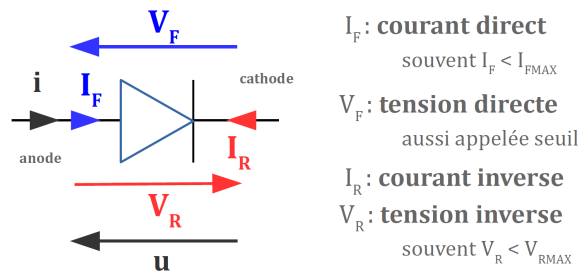


TD 1

## TD 1 / DIODES ET SOURCES À LEDS

### Mission 1 - Caractéristique d'une diode

On rappelle le symbole et le sens des courants et tensions aux bornes d'une diode :

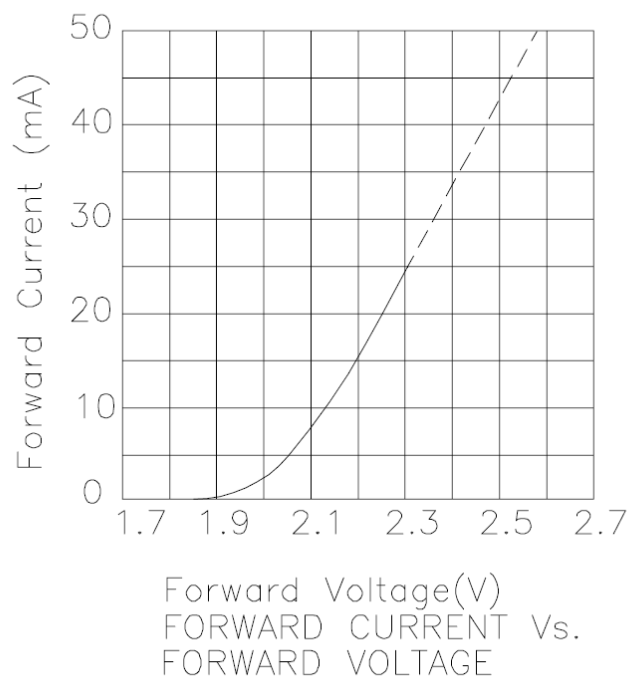


On fournit la documentation technique d'une LED Rouge « classique » (*Kingbright L-53HD*).

1. Trouvez et relevez la **caractéristique**  $I(V)$  de cette LED (allure).
2. Relevez et commentez l'ensemble des **paramètres électriques**.
3. De quel(s) paramètre(s) dépend l'**intensité lumineuse** émise ?

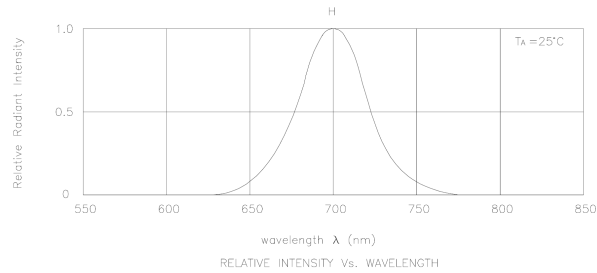
### Caractéristique statique

Dans la documentation technique, on trouve la figure suivante :



### Caractéristiques électriques et optiques

On peut s'intéresser à la figure suivante :

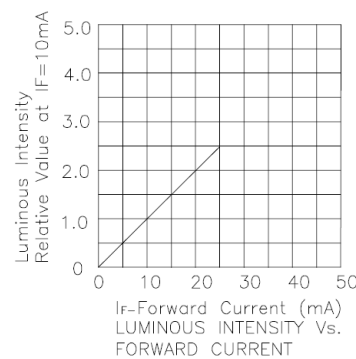
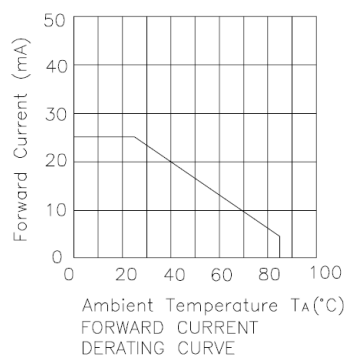


- $\lambda_{peak}$  : longueur d'onde de la LED - ici  $\lambda_{peak} = 700$  nm
- $\Delta\lambda_{1/2}$  : « bande-passante » lumineuse de la LED, telle que l'intensité soit supérieure à la moitié de l'intensité maximale - ici  $\Delta\lambda_{1/2} = 45$  nm (donnée pour des conditions expérimentales spécifiques -  $I_F = 20$  mA courant nominal)
- capacité « parasite » / C : capacité à ajouter en parallèle au modèle de la LED (jonction PN)
- **tension directe**  $V_F$  : il s'agit de la différence de potentiel directe apparaissant aux bornes de la LED lorsque le courant nominal est atteint - ici  $V_F = 2.25$  V pour  $I_F = 20$  mA
- courant inverse  $I_R$  : courant apparaissant dans la LED lorsqu'elle est soumise à une tension inverse  $V_R = 5$  V
- **puissance dissipable** : puissance que va pouvoir dissiper la LED - ici  $P = 120$  mW
- **courant direct admissible**  $I_F$  : courant direct que peut laisser passer la diode sans destruction - ici  $I_{FMAX} = 25$  mA
- courant direct impulsionnel  $I_{Fpeak}$  : courant direct temporaire que peut laisser passer la diode sans destruction - ici  $I_{FMAXpeak} = 130$  mA - sous certaines conditions : durée maximale d'application de 0.1 ms avec un rapport cyclique de 1/10 (soit un temps de repos de 0.9 ms)
- tension inverse admissible  $V_R$  : différence de potentiel maximale que peut supporter la LED en inverse

### Emission de photons

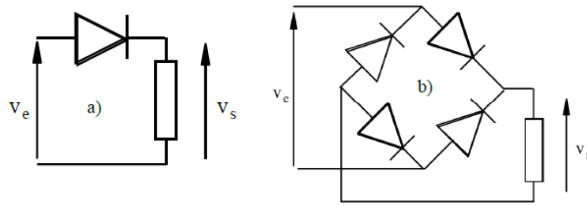
D'après la documentation technique, on peut voir que l'intensité lumineuse dépend :

- du courant direct - lien proportionnel
- de la température ambiante

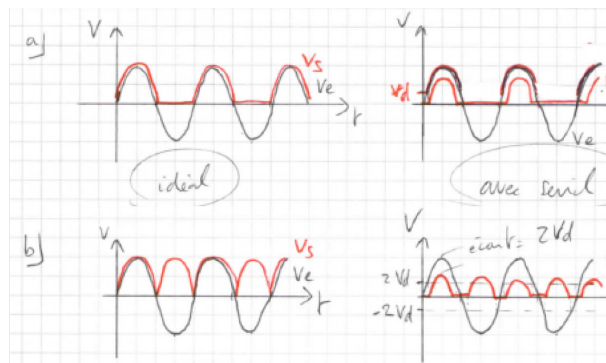


**Mission 2 - Redressement à diodes**

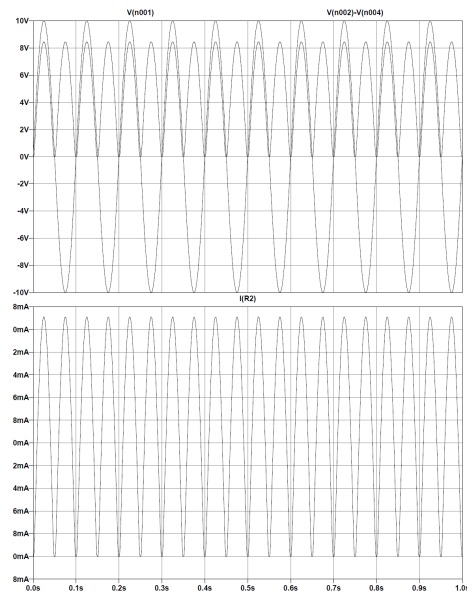
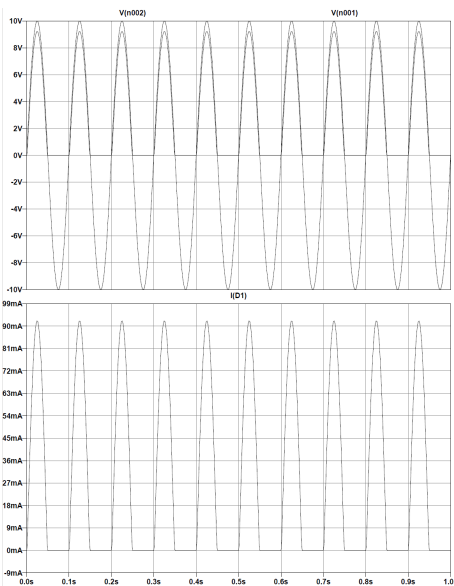
Soient les circuits suivants :



Donnez l'allure du signal de sortie  $V_S(t)$  des circuits a et b suivants pour un signal d'entrée de forme sinusoïdale telle que  $V_e(t) = A \cdot \sin(\omega t)$  dans le cas d'une diode idéale. Puis dans le cas d'une diode avec une tension de seuil  $V_d$ . On supposera que  $A > V_d$ .

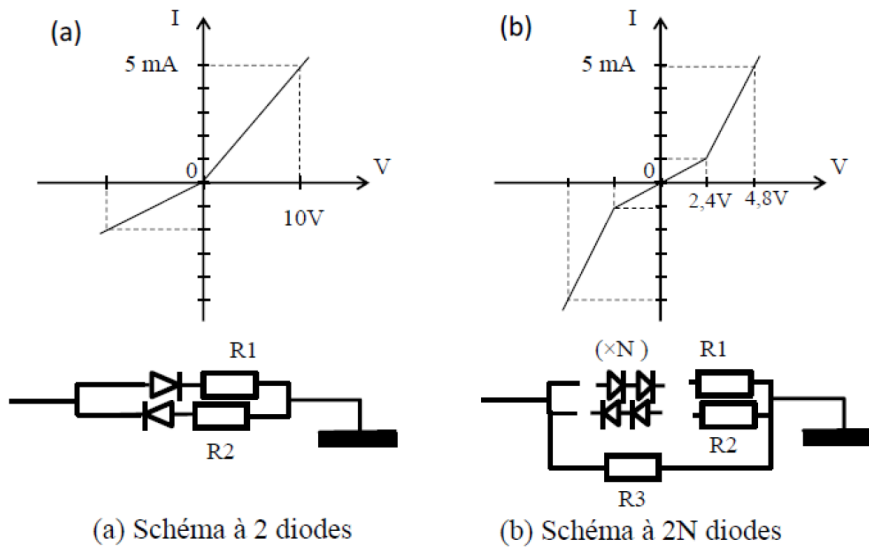


On peut également simuler ce montage à l'aide du logiciel LTSpice (par exemple - fichier de simulation disponible sur eCampus et sur le site du LEnsE). On obtient alors, dans le cas d'une diode « classique », la figure suivante - cas (a) à gauche et cas (b) à droite ( $A = 10\text{ V}$  et  $f = 10\text{ Hz}$  - en haut les tensions  $V_E(t)$  et  $V_S(t)$  et en bas le courant dans la diode pour le cas (a) et dans la résistance R pour le cas (b)) :



### Mission 3 - Générateurs de signaux

On considère à présent les deux montages suivants :



1. Dans le cas du montage de la figure (a) et d'utilisation de diodes parfaites et idéales, que doivent valoir  $R_1$  et  $R_2$  pour obtenir la caractéristique tracée dans le graphe  $I(V)$  ?
2. Dans le cas du montage de la figure (b), les diodes ont pour seuil  $0,6\text{ V}$ . Que doivent valoir  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  et le nombre de diodes  $N$  ( $N = 2$  a été dessiné arbitrairement) pour obtenir la caractéristique tracée dans le graphe  $I(V)$  ?

#### 1 - Montage figure (a)

$R_1$  donne la pente lorsque  $V < 0$ , on a alors :  $R_1 = \Delta V = \Delta I = 10/5 \cdot 10^{-3} = 2\text{ k}\Omega$

De même,  $R_2$  donne la pente lorsque  $V > 0$ , on a alors :  $R_2 = \Delta V = \Delta I = 10/2 \cdot 10^{-3} = 5\text{ k}\Omega$

#### 2 - Montage figure (b)

Entre  $-2.4\text{ V}$  et  $+2.4\text{ V}$ , seule la résistance  $R_3$  intervient, les diodes des autres branches sont bloquées. On a alors :  $R_3 = \Delta V = \Delta I = 2.4/10^{-3} = 2.4\text{ k}\Omega$

Pour un changement de comportement à  $+2.4\text{ V}$ , il faut au total  $N = 4$  diodes en série ( $4 \cdot 0.6\text{ V} = 2.4\text{ V}$ ).

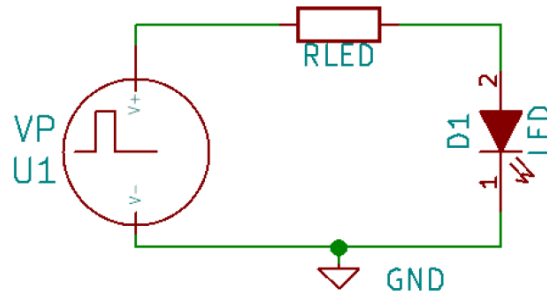
Les pentes avant  $-2.4\text{ V}$  et après  $2.4\text{ V}$  étant les mêmes,  $R_1 = R_2$

De plus, dans cette zone-là,  $R_1//R_3 = R_1 \cdot R_3 / (R_1 + R_3) = \Delta V = \Delta I = 2.4/4 \cdot 10^{-3} = 600\ \Omega$

Ainsi,  $R_1 = 800\ \Omega$ .

### Mission 4 - Emetteur à LED

On souhaite réaliser un montage émetteur à l'aide de la diode rouge de l'exercice 1. On propose d'étudier le montage suivant :



1. Cas 1 : La source de tension  $V_P$  est une source continue. Elle délivre une différence de potentiel de 5 V.
  - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
  - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir  $R_{LED}$  pour respecter cette condition ?
  - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?
2. Cas 2 : La source de tension  $V_P$  est une source impulsionnelle. Elle délivre des impulsions de 5 V de durée 0.1 ms avec une fréquence de répétition de 1 kHz.
  - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
  - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir  $R_{LED}$  pour respecter cette condition ?
  - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?

On s'intéresse maintenant à une LED infrarouge (IR) de type SFH415 (documentation fournie en annexe).

3. Cas 2bis : La source de tension  $V_P$  est une source impulsionnelle. Elle délivre des impulsions de 5 V de durée 0.1 ms avec une fréquence de répétition de 1 kHz.
  - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
  - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir  $R_{LED}$  pour respecter cette condition ?
  - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?
  - (d) Quelle sera la puissance dissipée dans la résistance  $R_{LED}$  ?

#### CAS 1

(a) Une tension continue (et donc un courant continu) sera appliquée sur la LED dans les conditions décrites. Ainsi, la donnée qui nous intéresse est le courant direct maximal (ou *DC Forward Current*).  $I_{FMAXDC} = 25 \text{ mA}$ .

(b) Lorsque la diode est passante, elle est soumise à une différence de potentiel nommée tension directe ou  $V_F$  (*Forward Voltage*). Cette différence de potentiel est donnée pour un courant continu de 20 mA.  $V_F = 2.5 \text{ V}$ .

La loi des mailles donne ensuite :  $V_P = R_{LED} \cdot I_F + V_F$ . On a alors le courant  $I_F$  qui vaut :  $I_F = \frac{V_P - V_F}{R_{LED}}$ .

Or on souhaite que  $I_F < I_{FMAXDC}$ . On obtient alors que

$$R_{LED} > \frac{V_P - V_F}{I_{FMAXDC}} = 100 \Omega$$

(c)  $\langle I_F \rangle = I_{FMAXDC}$

#### CAS 2

(a) La durée de l'impulsion délivrée est  $t_{on} = 0.1$  ms. La période du signal est  $T = 1/f = 1$  ms. Le rapport cyclique vaut alors  $D = \frac{t_{on}}{T} = 0.1$ .

D'après la documentation technique, dans ces conditions d'utilisation, il est possible d'utiliser un courant plus important, la LED ayant le temps entre deux impulsions de « refroidir ». Ainsi, le courant  $I_{FMAX} = 130$  mA.

(b) De la même manière que précédemment, on a  $R_{LED} > \frac{V_P - V_F}{I_{FMAX}} = 19 \Omega$

(c)  $\langle I_F \rangle = \int_0^T i(t) dt = D \cdot I_{FMAX} = 13$  mA

### CAS 2bis

(a) On calcule le paramètre  $D = t_p/T$  avec  $t_p = 0.1$  ms et  $T = 1/F = 1$  ms. On a alors  $D = 1/10$ .

Sur le graphique « Permissible Pulse Handling Capability » (p5), on trouve  $I_F = 800$  mA.

(b) Dans la doc (p3), on trouve  $V_F = 2.3$  V (typ) pour  $I_F = 1$  A et  $t_p = 20$   $\mu$ s.

Loi des mailles :  $R_{LED} \cdot I_F + V_F = V_P$ . On a alors :  $I_F = (V_P - V_F)/R_{LED}$ .

On souhaite que  $I_F < I_{FMAX} \rightarrow (V_P - V_F)/R_{LED} < I_{FMAX}$

On obtient au final :  $R_{LED} > \frac{V_P - V_F}{I_{FMAX}} = 3.4 \Omega$

(c)  $\langle I_F \rangle = \int_0^T i(t) dt = D \cdot I_{FMAX} = 80$  mA

(d) La puissance dissipée dans une résistance  $R_{LED}$  soumise à un courant  $I_F$  est :  $P = R_{LED} \cdot I_F^2$ .

La puissance maximale que va dissiper la résistance sera alors de :  $P_{MAX} = R_{LED} \cdot I_{FMAX}^2 = 2.16$  W. Mais en moyenne, la puissance dissipée sera  $\langle P \rangle = D \cdot P_{MAX} = 0.216$  W.

## Selection Guide

Part No.	Dice	Lens Type	Iv (mcd) @ 10mA		Viewing Angle
			Min.	Typ.	2θ1/2
L-53HD	BRIGHT RED(GaP)	RED DIFFUSED	1.8	5	60°

Note:

1. θ1/2 is the angle from optical centerline where the luminous intensity is 1/2 the optical centerline value.

## Electrical / Optical Characteristics at T<sub>A</sub>=25°C

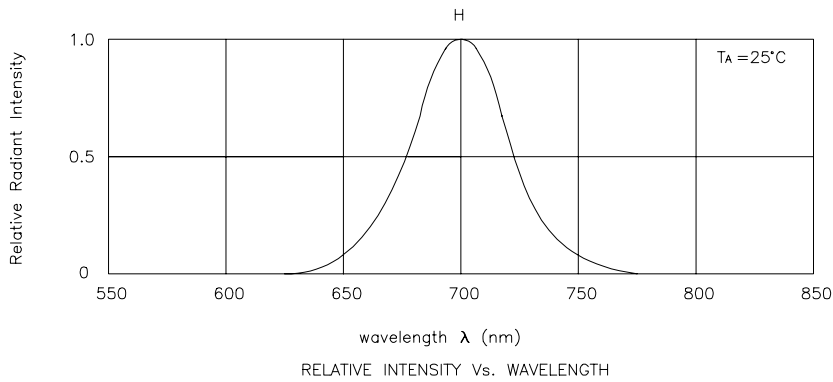
Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
λ <sub>peak</sub>	Peak Wavelength	Bright Red	700		nm	I <sub>F</sub> =20mA
λ <sub>D</sub>	Dominate Wavelength	Bright Red	660		nm	I <sub>F</sub> =20mA
Δλ <sub>1/2</sub>	Spectral Line Half-width	Bright Red	45		nm	I <sub>F</sub> =20mA
C	Capacitance	Bright Red	40		pF	V <sub>F</sub> =0V;f=1MHz
V <sub>F</sub>	Forward Voltage	Bright Red	2.25	2.5	V	I <sub>F</sub> =20mA
I <sub>R</sub>	Reverse Current	Bright Red		10	uA	V <sub>R</sub> = 5V

## Absolute Maximum Ratings at T<sub>A</sub>=25°C

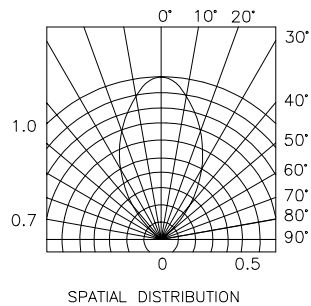
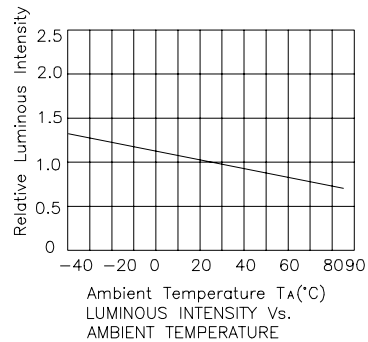
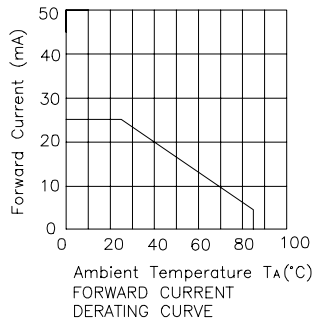
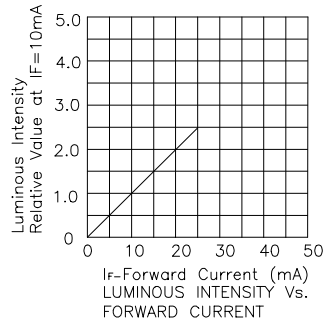
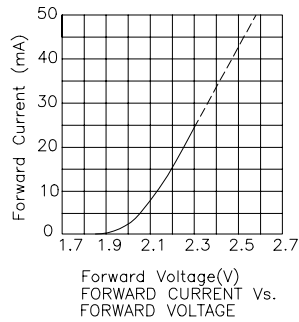
Parameter	Bright Red	Units
Power dissipation	120	mW
DC Forward Current	25	mA
Peak Forward Current [1]	130	mA
Reverse Voltage	5	V
Operating/Storage Temperature	-40°C To +85°C	
Lead Solder Temperature [2]	260°C For 5 Seconds	

Notes:

1. 1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width.
2. 2mm below package base.



## Bright Red L-53HD





**GaAs-IR-Lumineszenzdioden**  
**GaAs Infrared Emitters**  
**Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant**

**SFH 415**



**Wesentliche Merkmale**

- GaAs-LED mit sehr hohem Wirkungsgrad
- Hohe Zuverlässigkeit
- UL Version erhältlich
- Gute spektrale Anpassung an Si-Fotoempfänger
- SFH 415: Gehäusegleich mit SFH 300, SFH 203

**Anwendungen**

- IR-Fernsteuerung von Fernseh- und Rundfunkgeräten, Videorecordern, Lichtdimmern
- Gerätefernsteuerungen für Gleich- und Wechsellichtbetrieb
- Rauchmelder
- Sensorik
- Diskrete Lichtschranken

**Features**

- Very highly efficient GaAs-LED
- High reliability
- UL version available
- Spectral match with silicon photodetectors
- SFH 415: Same package as SFH 300, SFH 203

**Applications**

- IR remote control of hi-fi and TV-sets, video tape recorders, dimmers
- Remote control for steady and varying intensity
- Smoke detectors
- Sensor technology
- Discrete interrupters

Typ Type	Bestellnummer Ordering Code	Strahlstärkegruppierung <sup>1)</sup> ( $I_F = 100 \text{ mA}$ , $t_p = 20 \text{ ms}$ ) Radiant Intensity Grouping <sup>1)</sup> $I_e$ (mW/sr)
SFH 415	Q62702-P0296	> 25
SFH 415-U	Q62702-P1137	> 40

<sup>1)</sup> gemessen bei einem Raumwinkel  $\Omega = 0.01 \text{ sr}$  / measured at a solid angle of  $\Omega = 0.01 \text{ sr}$

**Grenzwerte ( $T_A = 25\text{ °C}$ )****Maximum Ratings**

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Betriebs- und Lagertemperatur Operating and storage temperature range	$T_{op}; T_{stg}$	- 40 ... + 100	°C
Sperrspannung Reverse voltage	$V_R$	5	V
Durchlassstrom Forward current	$I_F$	100	mA
Stoßstrom, $t_p = 10\ \mu\text{s}$ , $D = 0$ Surge current	$I_{FSM}$	3	A
Verlustleistung Power dissipation	$P_{tot}$	165	mW
Wärmewiderstand Thermal resistance	$R_{thJA}$	450	K/W

**Kennwerte ( $T_A = 25\text{ °C}$ )****Characteristics**

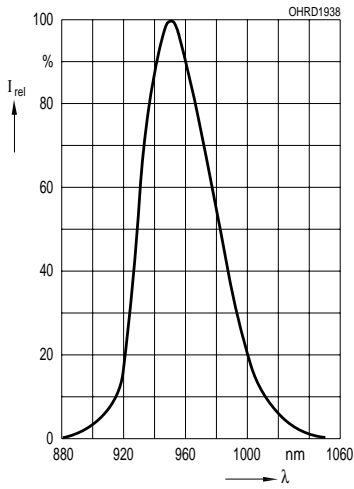
Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Wellenlänge der Strahlung Wavelength at peak emission $I_F = 100\text{ mA}$ , $t_p = 20\text{ ms}$	$\lambda_{peak}$	950	nm
Spektrale Bandbreite bei 50% von $I_{max}$ Spectral bandwidth at 50% of $I_{max}$ $I_F = 100\text{ mA}$	$\Delta\lambda$	55	nm
Abstrahlwinkel Half angle SFH 415	$\varphi$	$\pm 17$	Grad
Aktive Chipfläche Active chip area	$A$	0.09	mm <sup>2</sup>
Abmessungen der aktiven Chipfläche Dimensions of the active chip area	$L \times B$ $L \times W$	$0.3 \times 0.3$	mm <sup>2</sup>
Abstand Chipoberfläche bis Linsenscheitel Distance chip front to lens top	$H$	4.2 ... 4.8	mm

**Kennwerte ( $T_A = 25\text{ °C}$ )**  
**Characteristics (cont'd)**

Bezeichnung Parameter	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Schaltzeiten, $I_e$ von 10% auf 90% und von 90% auf 10%, bei $I_F = 100\text{ mA}$ , $R_L = 50\ \Omega$ Switching times, $I_e$ from 10% to 90% and from 90% to 10%, $I_F = 100\text{ mA}$ , $R_L = 50\ \Omega$	$t_r, t_f$	0.5	$\mu\text{s}$
Kapazität Capacitance $V_R = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$	$C_o$	25	$\text{pF}$
Durchlassspannung Forward voltage $I_F = 100\text{ mA}$ , $t_p = 20\text{ ms}$ $I_F = 1\text{ A}$ , $t_p = 100\ \mu\text{s}$	$V_F$ $V_F$	1.3 ( $\leq 1.5$ ) 2.3 ( $\leq 2.8$ )	V V
Sperrstrom Reverse current $V_R = 5\text{ V}$	$I_R$	0.01 ( $\leq 1$ )	$\mu\text{A}$
Gesamtstrahlungsfluss Total radiant flux $I_F = 100\text{ mA}$ , $t_p = 20\text{ ms}$	$\Phi_e$	22	$\text{mW}$
Temperaturkoeffizient von $I_e$ bzw. $\Phi_e$ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of $I_e$ or $\Phi_e$ , $I_F = 100\text{ mA}$	$TC_I$	- 0.5	%/K
Temperaturkoeffizient von $V_F$ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of $V_F$ , $I_F = 100\text{ mA}$	$TC_V$	- 2	$\text{mV/K}$
Temperaturkoeffizient von $\lambda$ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of $\lambda$ , $I_F = 100\text{ mA}$	$TC_\lambda$	+ 0.3	$\text{nm/K}$

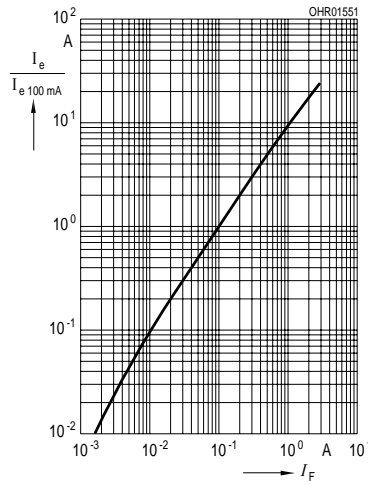
**Relative Spectral Emission**

$I_{rel} = f(\lambda)$



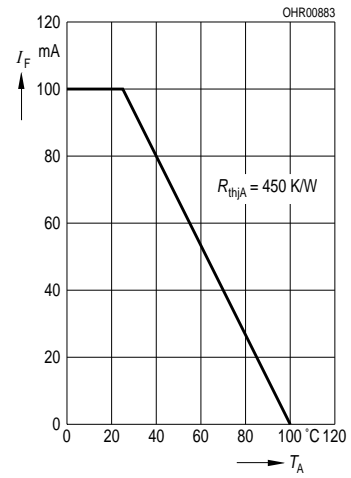
**Radiant Intensity**  $\frac{I_e}{I_e 100 \text{ mA}} = f(I_F)$

Single pulse,  $t_p = 20 \mu\text{s}$



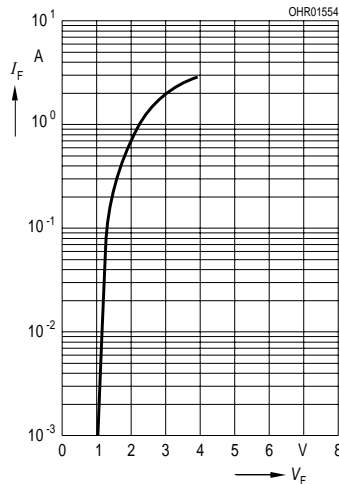
**Max. Permissible Forward Current**

$I_F = f(T_A)$



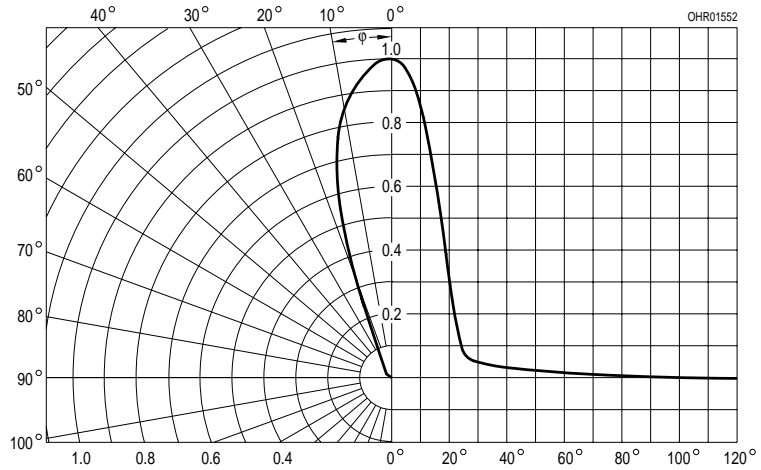
**Forward Current**

$I_F = f(V_F)$ , single pulse,  $t_p = 20 \mu\text{s}$



**Radiation Characteristics,**

$I_{rel} = f(\varphi)$



**Permissible Pulse Handling Capability**

$I_F = f(\tau)$ ,  $T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   
duty cycle  $D =$  parameter

