

Série de TD n°3

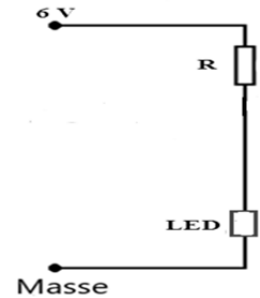
**Exercice 1 :**

Le courant de polarisation d'une LED au GaAsP qui émet dans le rouge (670 nm) est de 30 mA. Si l'efficacité quantique interne de la LED est de 0.12, quelle est la puissance optique générée par la LED ?

**Exercice 2 :**

La LED du circuit ci- contre présente un rendement global de 40% et une tension de seuil de 2.8 V.

- 1- Donner le sens de polarisation de la LED
- 2- Pour quelle valeur du courant de diode la LED peut émettre une puissance de 18 mW ?
- 3- Quelle est la valeur de la résistance limitatrice qui assure ce fonctionnement ?

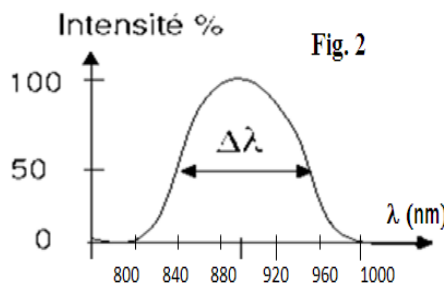
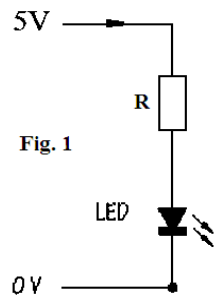


**Exercice 3 :**

Le spectre d'émission de la LED du circuit de la fig. 1 est donné sur la fig.2. La diode possède un diamètre de 5mm, l'indice de réfraction de la région active est  $n = 3.5$  et l'angle de réflexion totale du faisceau est  $\theta_{rt} = 25^\circ$ .

Cette LED possède une tension de seuil de 1.2V et supporte un courant maximum de 80mA.

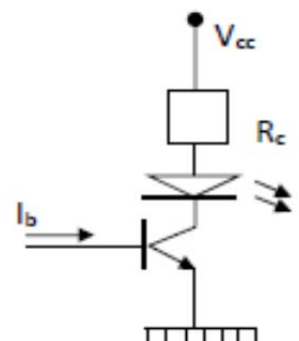
- 1- Calculer la valeur de l'indice de réfraction de la résine qui couvre la LED
- 2- Quel est le rendement optique de la LED ?
- 3- Pour  $V_{alim} = 5V$ , calculer :
  - A- la valeur de la résistance série  $R_{lim}$  de protection de la LED
  - B- La valeur de la résistance série R qui correspond à l'émission de la LED d'un rayonnement d'intensité radiante  $I_0 = 0.82 \text{ mW/sr}$



**Exercice 4 :**

Une LED au GaAlAs caractérisée par  $\lambda = 0.7 \mu\text{m}$  avec  $\Delta\lambda = 20\text{nm}$ , un indice de réfraction de 3.5 et un rendement interne de 96% et une tension de seuil de 1.9V est utilisée dans le montage ci-contre.

- 1- Expliquer le fonctionnement du circuit
- 2- On considère dans un premier temps que la surface de la LED n'est pas protégée, calculer :
  - a- son rendement optique
  - b- La valeur de  $R_c$  qui permet l'émission d'une puissance optique de 1.8 mW



- 3- On suppose maintenant que la LED est protégée par une couche plastique d'indice de réfraction  $n_p = 1.6$ , calculer l'angle de réflexion totale
- 4- Quelle est la nouvelle valeur du rendement optique ?, conclure
- 5- Pour les mêmes conditions du premier cas, quelle puissance optique va émettre cette LED ?  
On donne :  $V_{cc} = 5V$ ,  $V_{cesat} = 0.4V$  et  $\beta = 100$

### Exercice 5 :

- 1- Calculer le gain seuil d'une diode laser avec  $L=280 \mu m$ ,  $R_1=R_2=0,32$  et  $\alpha_p=10cm^{-1}$
- 2- Calculer la longueur de la région active nécessaire pour une amplification de la lumière d'un facteur 3.

### Exercice 6 :

La cavité d'une diode laser au GaAs a les dimensions suivantes :  $L = 250 \mu m$ ,  $l = 100 \mu m$ ,  $d = 6 \mu m$ . Pour la longueur d'onde d'émission,  $\lambda = 0,85 \mu m$ , le coefficient d'absorption des porteurs libres est  $\alpha_p = 10 cm^{-1}$  et l'indice de réfraction  $n = 3,6$ .

Sachant que le seuil d'émission laser est lié à la densité de courant seuil par le facteur  $\beta$  tel que  $g_s = \beta \cdot j_s$ .

Pour  $\beta = 2,25 \cdot 10^{-2} A^{-1}cm$ , calculer :

- 1- La valeur du gain au seuil de l'oscillation laser
- 2- La valeur du courant seuil
- 3- La distance inter modes (on néglige la variation d'indice)
- 4- La valeur du rendement quantique différentiel de la diode lorsqu'on a  $\frac{dP}{dI} = 0,5 mW/mA$

### Exercice 7:

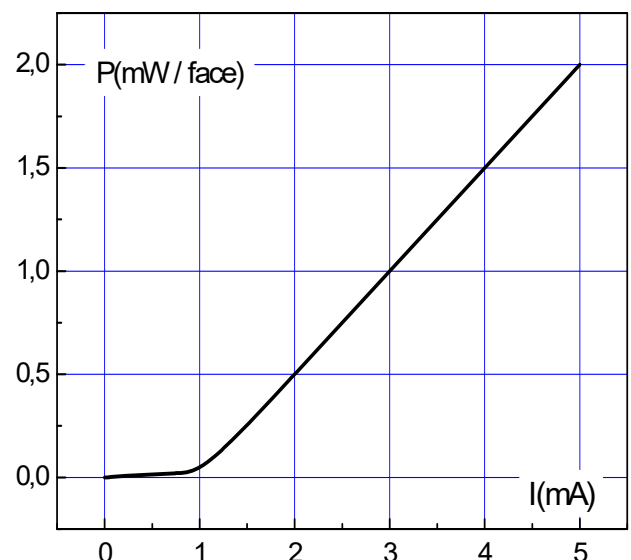
Une diode Laser au GaAs a un coefficient de température  $T_0 = 160 K$ . Lorsqu'elle est utilisée à  $20^\circ C$  son courant de seuil est de  $20 mA$ . Calculer sa valeur si la température passe à  $50^\circ C$ .

### Exercice 8 :

La caractéristique Puissance =  $P_e(I)$  d'une diode laser ( $n = 3,55$  et  $E_g = 1,467 eV$ ) est donnée sur la figure ci-contre pour  $T = 300K$ . Sachant que  $\alpha_p = 10 cm^{-1}$  et que la cavité est caractérisée par :

$L = 150 \mu m$  ;  $l = 10 \mu m$  ;  $d = 0,6 \mu m$ ,  
déterminer :

- 1- La longueur d'onde du faisceau émis
- 2- La valeur du courant de seuil à  $300K$ , que représente cette valeur ?
- 3- La valeur du gain au seuil de l'oscillation laser
- 4- Le rendement quantique différentiel, par face



### Exercice 9:

On considère une diode laser qui fonctionne à  $1100 nm$ .

- 1- Quelles sont les caractéristiques principales d'une diode laser ?

- 2- Quelle est la condition sur la longueur de sa cavité qui permet l'oscillation laser ?
- 3- Pour une dispersion d'indice  $\frac{dn}{d\lambda}$  nulle, donner l'expression de l'intervalle de longueurs d'ondes séparant deux modes d'émission.
- 4- Si l'indice de réfraction de la zone active est de 3.6 et la largeur du spectre  $L_s$  de lumière émise est de 5 nm, quelle est la longueur de la cavité nécessaire pour avoir une émission monomode ?
- 5- La longueur de la cavité est en réalité de 150  $\mu\text{m}$ , calculer dans ce cas l'intervalle séparant deux modes ainsi que le nombre de modes.
- 6- Calculer la valeur du gain seuil de l'oscillation laser, sachant que la largeur de la zone active est de 10  $\mu\text{m}$  et son épaisseur est de 0.9  $\mu\text{m}$  et que le coefficient de pertes  $\alpha_p$  est de 10  $\text{cm}^{-1}$ .