

## NI772 / CORRIGE-EMD \_ FEVRIER 2021

**1/ (3pts)** Pour une raison ou une autre, des électrons peuvent se trouver dans la bande de conduction. Ils redescendent dans la bande de valence, de manière spontanée pour retrouver leur état d'équilibre, et libèrent une énergie égale au gap du SC. Cette énergie peut être émise sous forme de photons : c'est le processus d'émission spontanée.

S'il y a passage d'un photon d'énergie égale à l'énergie de la transition, l'électron se désexcite de manière active en émettant un photon identique (jumeau) au photon incident : c'est le processus d'émission stimulée.

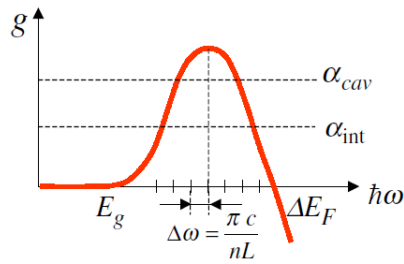
**2/ (4pts)** Une inversion de population dans une jonction pn est obtenue par injection de porteurs minoritaires dans les deux zones p et n grâce à une polarisation dans le sens passant. Quand la tension de polarisation de la jonction est suffisante ; suffisamment d'électrons sont injectés et de trous sont retirés du côté p, de même suffisamment de trous sont injectés et d'électrons sont retirés du côté n.

Ces porteurs minoritaires vont thermaliser en des temps plus courts que les temps de vie radiative dans les SC. Les électrons du côté p et les trous du côté n, sont alors accumulés et l'on obtient l'inversion de population.

**3/ (3pts)** Pour fonctionner, le laser doit être polarisé en direct avec une tension élevée (régime de forte injection). L'inversion de population est réalisée dans la zone de charge d'espace ( $E_{Fc} > E_c$  et  $E_{Fv} < E_v$ ) en appliquant alors une grande tension de polarisation. Le courant associé est également très grand ; ce qui va chauffer fortement la jonction. Le laser nécessite donc un refroidissement à l'azote liquide, une solution qui n'est pas acceptable pour les applications ; de ce fait, le laser à homojonction a été abandonné.

**4/ (3pts)** On impose au laser de fonctionner en régime stationnaire pour qu'il y ait après un aller-retour dans la cavité, la même amplitude ou le même nombre de photons, et que ces derniers soient de même phase pour qu'ils ne se détruisent pas.

**5/ (4pts)** Le spectre de gain en fonction de l'énergie des photons, dans un laser :



Quand le gain est inférieur aux pertes internes ( $\alpha_{int}$ ), les photons ne sont pas amplifiés et la diode laser fonctionne essentiellement en régime de rayonnement spontané. Quand le gain devient supérieur aux pertes internes, les photons des modes de gain le plus élevé commencent à être amplifiés dans la cavité, mais juste suffisamment pour compenser les pertes de photons par les miroirs ; la diode laser fonctionne alors comme une DEL à super radiance. Lorsque le mode le plus amplifié remplit la condition d'oscillation, la diode fonctionne en mode laser. A priori le nombre de photons pourrait croître à l'infini, mais ce nombre de photons ne croît pas infiniment à cause de la saturation de gain ; un équilibre naturel s'établit de telle sorte que le gain compense tout juste les pertes totales ( $\alpha_{cav}$ ).

**6/ (3pts)** Dans un laser latéral, le rayonnement lumineux se fait latéralement ; et dans un laser à cavité verticale, il se fait par la surface.