

## Programme de colle semaine 19

### I. Cours sur le laser

1. Soit un système à deux niveaux d'énergies  $E_1$  et  $E_2 > E_1$ .

Décrire les processus d'absorption, d'émission stimulée et d'émission spontanée. On donne les coefficients d'Einstein respectifs pour ces 3 processus:  $B_{12}$ ,  $B_{21}$  et  $A_{21}$ . Exprimer  $\frac{dN_2}{dt}$  en présence de ces 3 processus.

2. Décrire les processus d'émission spontanée et d'émission stimulée et distinguer les propriétés des photons émis par ces deux processus.

3. On donne le waist d'un faisceau laser  $w_0$ . Décrire le modèle cône/cylindre du faisceau, donner les relations permettant d'obtenir la longueur de Rayleigh et l'ouverture angulaire du faisceau.

4. On place une lentille convergente sur la partie cylindrique d'un faisceau gaussien caractérisé par  $w_0$ ,  $\theta$  et  $L_R$ . Faire un schéma pour expliquer la transformation du faisceau et exprimer les caractéristiques  $w'_0$ ,  $\theta'$  et  $L'_R$  du faisceau émergent.

5. On place une lentille convergente sur la partie conique d'un faisceau gaussien caractérisé par  $w_0$ ,  $\theta$  et  $L_R$ . Faire un schéma pour expliquer la transformation du faisceau et exprimer les caractéristiques  $w'_0$ ,  $\theta'$  et  $L'_R$  du faisceau émergent.

### II. Savoir faire en mécanique quantique

1. Savoir calculer une longueur d'onde de De Broglie et conclure sur la manifestation ou non du comportement ondulatoire de la particule.

2. Etude d'un état stationnaire:

**2.a.** Donner la définition d'un état stationnaire.

**2.b.** On donne la fonction d'onde d'un état stationnaire  $\underline{\psi}(x, t) = \phi(x)e^{-iEt/\hbar}$ . Dédire de l'équation de Schrödinger donnée, l'équation différentielle vérifiée par  $\phi(x)$ .

**2.c.** Dans le cas où  $E > U$ . Est-ce un état accessible du point de vue de la mécanique classique? Du point de vue de la mécanique quantique, exprimer  $\phi(x)$  puis  $\underline{\psi}(x, t)$  et interpréter.

**2.d.** Dans le cas où  $E < U$ . Est-ce un état accessible du point de vue de la mécanique classique? Du point de vue de la mécanique quantique, exprimer  $\phi(x)$  puis  $\underline{\psi}(x, t)$  et interpréter.

3. Savoir en quoi consiste la normalisation d'une fonction d'onde.

4. Savoir écrire les équations de continuité de  $\phi(x)$  (ou de  $\underline{\psi}(x, t)$ ) en un point où le potentiel diverge et en un point où le potentiel est fini.

5. Savoir utiliser l'expression du vecteur densité de courant de probabilité.

### III. Exercices

Exercices sur les laser.

Tout exercice de propagation d'ondes avec dispersion et absorption. Cas particulier des ondes dans un métal de conductivité  $\gamma$  et des ondes dans un plasma sans ou avec collisions.

Tout exercice sur la réflexion et la transmission d'une onde électromagnétique arrivant sous incidence normale sur un dioptre séparant deux milieux d'indices  $n_1$  et  $n_2$  (éventuellement complexe).

Exercices simples de physique quantique (voir TD1).