

## MPSI – Physique/Chimie Programme de colle semaine 2

### L'oscillateur harmonique :

Même chose que la semaine dernière.

### Propagation d'un signal :

Même chose que la semaine dernière, avec en plus des notions sur la différence entre un signal analogique et un signal numérique, et les avantages et inconvénients de chacun.

### Superposition de deux ondes :

- Superposition de deux signaux sinusoïdaux de même fréquence et interférences :

Savoir démontrer que quand on ajoute deux signaux  $s_1(t) = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  et  $s_2(t) = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$  l'amplitude du signal total est donnée par la « formule des interférences » :

$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\Delta\varphi)}$  (où  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  est le déphasage entre les deux signaux), soit par calcul direct, soit en utilisant la représentation de Fresnel.

Cas particuliers où  $\Delta\varphi = 0[2\pi]$  (interférences constructives) et  $\Delta\varphi = \pi[2\pi]$  (interférences destructives).

- Figure d'interférences :

Savoir retrouver que le déphasage en un point M entre deux ondes émises par deux sources  $S_1$  et  $S_2$  s'écrit :  $\Delta\varphi = k(r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1)$  où  $r_2 - r_1$  est la différence de marche (en M) entre les ondes venues de  $S_2$  et de  $S_1$ .

En déduire la condition pour qu'il y ait interférences constructives en M :  $r_2 - r_1 = n\lambda, n \in \mathbb{Z}$ , ou interférences destructives :  $r_2 - r_1 = \frac{\lambda}{2} + n\lambda, n \in \mathbb{Z}$ .

- Superposition de signaux de fréquences légèrement différentes : battements.

Connaître la formule trigonométrique :  $\cos p + \cos q = 2 \cos\left(\frac{p+q}{2}\right) \cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$ .

Etre capable de tracer l'allure du signal correspondant au produit de deux fonctions sinusoïdales, l'une de période beaucoup plus grande que l'autre (« courbe de battements »).

- Ondes stationnaires :

Connaître la structure d'une onde stationnaire :  $s(x,t) = A \cos(\omega t + \varphi) \cos(kx + \psi)$  avec  $k = \frac{\omega}{c}$ .

Etre capable de représenter une telle onde à différents instants. Savoir ce qu'est un nœud ou un ventre de vibration.

- Modes propres d'une corde fixée à ses deux extrémités : savoir retrouver les fréquences propres de la corde :  $f_n = n \frac{c}{2L}$  en écrivant la forme de l'onde stationnaire ( $y(x,t) = A \cos(\omega t + \varphi) \cos(kx + \psi)$ )

puis en exploitant les conditions aux limites  $y(0,t) = 0$  et  $y(L,t) = 0$ .

Savoir également retrouver très rapidement les valeurs des fréquences propres  $f_n$  en dessinant les différentes ondes stationnaires qui peuvent exister sur la corde.

Savoir que le mouvement général de la corde s'exprime comme une superposition des modes propres :

$$y(x,t) = \sum_{n=1}^{+\infty} A_n \sin\left(n \frac{\pi}{L} x\right) \cos\left(n \frac{\pi c}{L} t + \varphi_n\right).$$

Remarque : l'expérience de la corde de Melde n'a pas encore été étudiée.

### **La lumière : sources lumineuses, indices de réfraction d'un milieu, phénomène de diffraction** : (questions de cours uniquement)

- Être capable de citer une expérience qui montre le caractère ondulatoire de la lumière et une expérience qui montre le caractère corpusculaire de la lumière.

- Savoir que la vitesse de la lumière est  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m/s dans le vide et  $c/n$  dans un milieu, où  $n$  est « l'indice de réfraction » du milieu. Savoir ce que signifie qu'un milieu est dispersif ( $n$  dépend de  $\lambda$ ).

- Savoir que quand la lumière passe d'un milieu à un autre, sa fréquence reste la même mais sa longueur d'onde change : on a  $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$  où  $\lambda$  est la longueur d'onde dans le vide et  $\lambda'$  celle dans le milieu d'indice  $n$ . La couleur que l'on voit ne change pas, car elle dépend de la fréquence et pas de la longueur d'onde (bien que l'on utilise souvent la valeur de la « longueur d'onde dans le vide » pour caractériser une couleur donnée).

- Connaître le mode de fonctionnement d'une lampe spectrale (ou lampe à décharge). Savoir que leur spectre est discontinu (spectre de raies) et être capable de retrouver les longueurs d'ondes émises à partir des niveaux d'énergie de l'atome qui constitue la gaz dans le tube. Formule  $E = h\nu$  où  $E$  représente l'énergie d'un photon de fréquence  $\nu$  ( $h$  est la constante de Planck).

- Connaître le principe de l'émission thermique (soleil, lampe à incandescence). Savoir que le spectre est continu et que la longueur d'onde où l'émission est maximale est inversement proportionnelle à la température du corps qui émet la lumière (loi de Wien).

- LASER : principe de l'émission stimulée (sans entrer dans les détails).

- Phénomène de diffraction : savoir que c'est une propriété générale des ondes.

Formule  $\sin(\theta) = \frac{\lambda}{a}$  où  $\theta$  est le demi-angle d'ouverture de la tache centrale de diffraction,  $\lambda$  la longueur d'onde de l'onde qui se diffracte et  $a$  la taille de l'ouverture à travers laquelle l'onde passe. Savoir que ce phénomène est négligeable si  $a$  est au moins de l'ordre de  $1000 \lambda$  environ : dans ce cas, on est dans le domaine de l'optique géométrique (diffraction négligée).