

EPREUVE
Expériences de Physique I
Durée 2h00 - Documents (compte-rendus, fascicules) et calculatrice autorisés.

Exercice I Questions diverses Les réponses attendues doivent être brèves et précises, environ 3 à 4 lignes.

1. On mesure deux quantités x et y avec leurs incertitudes respectives Δx et Δy . On déduit des valeurs de x et y une troisième quantité f à partir du calcul suivant : $f = \frac{x y}{y-x}$. Donnez l'incertitude sur f en fonction de Δx et Δy .
2. Expliquez la différence entre les phénomènes de dispersion et d'atténuation pouvant être observés lors de la propagation d'un signal électrique dans une ligne.
3. On considère une fonction temporelle $f(t)$ et son spectre associé $F(\nu)$. Quelle phase spectrale doit-on appliquer à $F(\nu)$ pour décaler le signal temporel d'un délai τ , c'est à dire obtenir un signal $f(t - \tau)$?
4. On dispose d'une ligne $4f$. On place à l'entrée une diapositive représentant un bonhomme avec une trame à $+45^\circ$ (Fig. 1). Comment peut-on retrouver à la sortie de la ligne $4f$ l'image du bonhomme non tramée ? (seule une justification qualitative sans aucun calcul est demandée).



FIGURE 1 -

5. On considère un ouverture dont on cherche à déterminer la forme et les dimensions. On éclaire cette ouverture avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 532$ nm et on observe au foyer d'une lentille de focale $f = 20 \pm 1$ cm la figure de diffraction Fig.2.

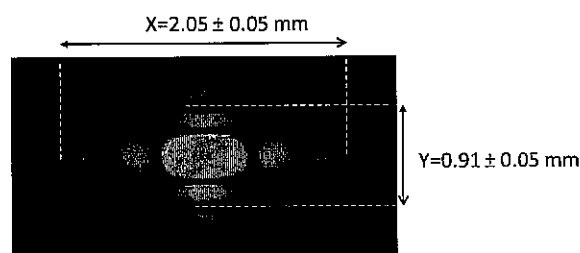


FIGURE 2 -

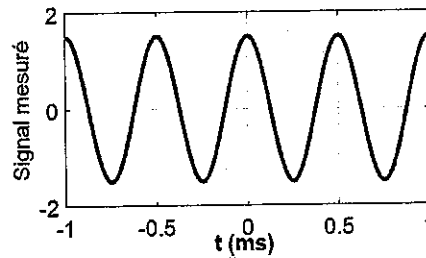
- (a) Quelles sont la forme de l'ouverture et son orientation ?
- (b) Quelles sont les dimensions de l'ouverture ? Incertitude.

On pourra utiliser les résultats utiles du fascicule sans les redémontrer.

6. On considère un interféromètre de Michelson éclairé par une source monochromatique. Donnez la figure d'interférences (anneaux, franges ou teinte plate) obtenue ainsi que la localisation des franges dans les différentes configurations suivantes :
 - a) la source est étendue, divergente et l'interféromètre réglé en lame d'air hors contact optique
 - b) la source est étendue, collimatée et l'interféromètre réglé en coin d'air au contact optique
 - c) la source est un laser collimaté et l'interféromètre réglé en lame d'air hors contact optique
 - d) la source est un laser collimaté et l'interféromètre réglé en coin d'air hors contact optique.

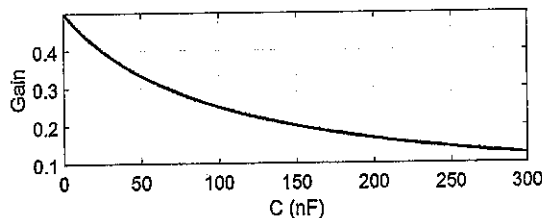
Exercice II Analyse harmonique

On considère un filtre passe-bande RLC dont on souhaite tout d'abord mesurer l'inductance L . On injecte pour ce faire un signal sinusoïdal à l'entrée et on fait varier la capacité du filtre. On trouve un signal d'amplitude maximum en sortie de filtre pour $C = 63.32 \pm 0.20$ nF. Le signal observé est alors représenté ci-dessous.



- Déterminer la valeur de L et son incertitude.

Le gain du filtre est représenté en figure ci-dessous.



On analyse avec ce filtre RLC un signal périodique dont la décomposition de Fourier est du type :

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(\frac{n2\pi t}{T}\right) + b_n \sin\left(\frac{n2\pi t}{T}\right). \quad (1)$$

On cherche à déterminer quel signal parmi les 3 suivants est celui injecté :

Signal 1 : $a_n = \frac{2}{n\pi} \sin\left(\frac{n\pi}{3}\right)$, $b_n = 0$.

Signal 2 : $a_n = \frac{4}{n\pi} \sin\left(\frac{n\pi}{5}\right)$, $b_n = 0$

Signal 3 : $a_n = \frac{4}{n\pi} (-1)^n \sin\left(\frac{n\pi}{3}\right)$, $b_n = 0$

Pour ce faire, on fait varier la capacité du filtre. La capacité maximum permettant d'obtenir une résonance est $C_1 = 253.30$ nF. L'amplitude du signal mesuré vaut alors ≈ 0.08 .

- Déterminer la fréquence fondamentale du signal. Justifiez.
- D'autres résonances sont observées notamment pour $C_i = 63.3$ nF, et $C_j = 5.17$ nF (on notera que ces deux harmoniques sont observées parmi beaucoup d'autres et ne sont pas forcément consécutives l'une de l'autre). A quelles harmoniques correspondent les signaux associés aux capacités C_i , et C_j ? On remplacera i et j par le numéro de l'harmonique correspondante.
- L'amplitude a'_n du signal sinusoïdal mesuré pour C_i (resp. C_j) vaut ≈ 0.08 (resp. ≈ 0.04). Déterminez les coefficients a_n de ces trois harmoniques pour le signal incident. On remplira un tableau comme ci-dessous pour les trois harmoniques considérées.

n	C (nF)	a'_n	G	a_n

- Quel signal 1, 2 ou 3 correspond au signal injecté?