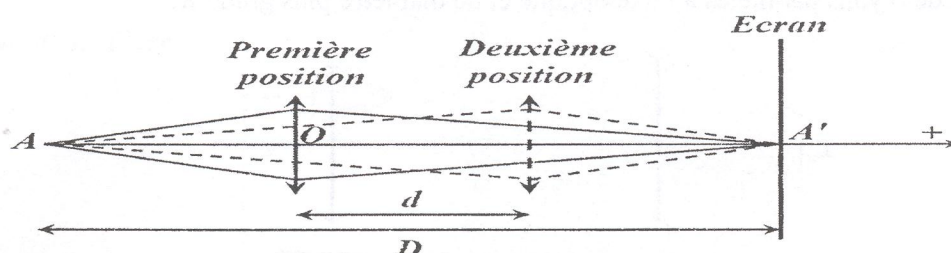


Problème 1 : Etude et applications des lentilles minces

Partie A : Focométrie

On dispose d'une lentille convergente dont on cherche à mesurer la distance focale f' . On utilise la méthode de Bessel qui consiste à partir d'un objet A (réel) et d'un écran distant de D , à trouver les deux positions de la lentille qui donnent une image A' (réelle) dans le plan de l'écran :



1. On note : $p = \overline{OA}$ et $p' = \overline{OA'}$.
 - a. Rappeler la relation entre p' , p et f' .
 - b. Montrer que : $p'^2 - p'D + Df' = 0$ (1).
 - c. Justifier la condition $D > 4f'$.
 - d. On note p'_1 et p'_2 les deux solutions de (1) et $d = p'_1 - p'_2$ la distance entre les deux positions de la lentille permettant d'obtenir l'image sur l'écran. Montrer que $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$.
 - e. On mesure $D = 1000 \text{ mm}$ et $d = 500 \text{ mm}$. En déduire la distance focale et la vergence de cette lentille.
2. On accole à la lentille précédente une lentille divergente de distance focale inconnue. Avec la méthode de Bessel, pour $D = 1000 \text{ mm}$, on trouve $d = 200 \text{ mm}$. Sachant que la vergence du système accolé est la somme des deux vergences, en déduire la distance focale de l'association puis la distance focale de la lentille divergente.

Partie B : Elargisseur du faisceau

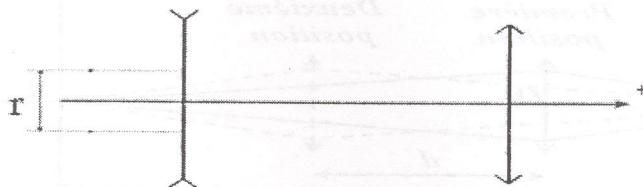
1. On considère un objet A_0B_0 orthogonale à l'axe optique d'une lentille divergente L_1 de centre O_1 et de distance focale $f'_1 = -20 \text{ cm}$.

a. Où doit se trouver l'objet par rapport à la lentille pour que le grandissement transversal soit égal à 0,5 ?

b. Quelle est alors la position de l'image A_1B_1 ?

2. On place après la lentille L_1 un viseur constitué d'une lentille convergente L_2 de centre O_2 de même axe optique et de distance focale $f'_2 = 40 \text{ cm}$. On place après la lentille L_2 un écran E perpendiculaire à l'axe optique à une distance $O_2E = 80 \text{ cm}$ du centre du viseur. Calculer la distance O_1O_2 entre les deux lentilles pour qu'on obtienne une image de l'objet initial sur l'écran.

3. On souhaite utiliser le dispositif précédent des deux lentilles L_1 et L_2 pour transformer un faisceau cylindrique de rayons parallèles à l'axe optique et de diamètre r en un faisceau cylindrique de rayons parallèles à l'axe optique et de diamètre plus grand R .



a. Calculer la distance O_1O_2 entre les deux lentilles pour obtenir un tel résultat.

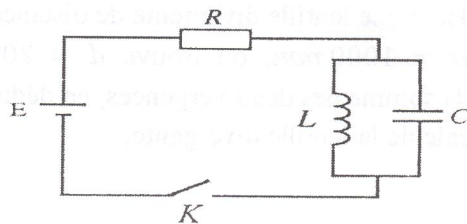
b. Représenter la marche des rayons lumineux en précisant les diamètres r et R .

c. Calculer dans ce cas le rapport $\frac{R}{r}$ entre les deux diamètres.

Problème 2 : Circuit bouchon (12pts)

A-Réponse à un échelon de tension

Soit un circuit constitué de l'association en série d'une source de tension continue E , d'une résistance R , d'un interrupteur K et de l'association en parallèle, d'une inductance L et d'une capacité C . Initialement l'interrupteur est ouvert, la capacité est déchargée et tous les courants sont nuls. On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. On notera i l'intensité du courant dans R , i_1 dans L , i_2 dans C et u_s la tension aux bornes de C ou de L .



1. Déterminer les valeurs de u_s , i_1 , i_2 et i juste après la fermeture de l'interrupteur K .

2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par i pour $t > 0$ et la mettre sous la forme :

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{di}{dt} + \omega_0^2 i = \frac{E}{R} \omega_0^2$$

où $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ est la pulsation propre et Q un réel que l'on exprimera en fonction de R, L et C .

3. La solution générale de cette équation est la somme d'une solution homogène $i_h(t)$ et une solution particulière $i_p(t)$. Soit $i(t) = i_h(t) + i_p(t)$.

a. Quelle est la signification physique de $i_h(t)$ et $i_p(t)$.

b. Exprimer $i_p(t)$ en fonction de E et R .

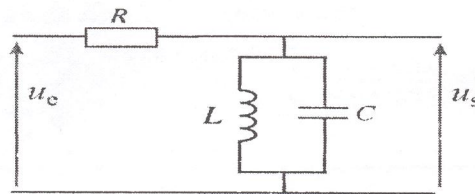
c. On suppose que $Q > \frac{1}{2}$. Dans ce cas la solution homogène $i_h(t)$ prend la forme suivante : $i_h(t) = [A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)] e^{-\frac{\omega_0}{2Q} t}$ avec A et B sont deux constants à déterminer.

Définir la pseudo-pulsation ω et l'exprimer en fonction de Q et ω_0 .

d. Déterminer l'expression de $i(t)$ sachant que $\frac{di(0^+)}{dt} = \frac{E}{R^2 C}$.

4. Donner une relation entre R, C et L pour atteindre plus rapidement le régime permanent.

B- Etude d'un filtre.



On excite le circuit précédant par une tension sinusoïdale $u_e(t)$. On mesure à vide la tension de sortie $u_s(t)$:

1. Prévoir la nature du filtre sans calcul.

2.a. Etablir la fonction de transfert de ce quadripôle et la mettre sous la forme canonique :

$$\underline{H}(jx) = \frac{1}{1 + jQ(x - \frac{1}{x})} \text{ avec } x = \frac{\omega}{\omega_0}.$$

b. Calculer Q et ω_0 . On donne $R = 10k\Omega, C = 1nF$ et $L = 0,25mH$.

c. Donner la bande passante du filtre.

3. a. Faire l'étude asymptotique de la fonction de transfert et tracer le diagramme de Bode asymptotique en gain et en phase.

b. En déduire le diagramme de Bode réel.

c. Quel est l'intérêt de ce filtre par rapport à un filtre RLC série.

FIN DE L'EPREUVE