

PROBLEME 1. OPTIQUE

Soit une lentille mince convergente L , de centre O , de distance focale f' et de diamètre $2R$. Une source ponctuelle, cohérente, monochromatique est placée sur l'axe de la lentille, à une distance $SO = d$ en avant de la lentille. (figure 1)

1. La lentille L donne de S une image réelle S' . Déterminer la position de S' .

La lentille L est scindée en deux parties L_1 et L_2 selon son diamètre perpendiculaire au plan de la figure et les deux demi-lentilles ainsi formées écartées d'une distance a . Le centre O se trouve donc dédoublé en O_1 et O_2 , O_1O_2 étant perpendiculaire à l'axe de L et on a $O_1O_2 = a$. (figure 2).

2. Déterminer la position de S'_1 et de S'_2 , images de S données par L_1 et L_2 . Calculer $b = S'_1S'_2$

A la distance D de L_1 et L_2 est placé un écran E perpendiculaire à l'axe du système. Un petit écran, qui n'a pas été représenté sur la figure, est placé entre L_1 et L_2 de façon que la lumière ne puisse passer directement de la source S à l'écran E sans traverser L_1 ou L_2 . Un point M de l'écran E est repéré par ses coordonnées $(x, y, 0)$.

3. Représenter sur la figure 2 la partie de l'écran E qui peut être atteinte par des rayons issus de S qui ont traversé L_1 et des rayons issus de S qui ont traversé L_2 .

4. Le point M se trouvant dans la région ainsi définie, calculer la différence de marche δ entre ces deux rayons issus de S et parvenant en M , en fonction de x, y, b et de la distance entre S' et E ; puis en fonction de x, y, a, d et D . Les distances longitudinales, x, y, a et b seront considérées comme très inférieures aux distances axiales telles que D .

5. On désigne par s_1 et s_2 l'amplitude des ondes correspondant à ces deux rayons. Calculer, à une constante multiplicative près, l'éclairement de l'écran en M .

6. Qu'observe-t-on sur l'écran? Quelle grandeur caractéristique peut-on calculer?

7. On remplace la source par une source de lumière blanche. Qu'observe-t-on alors sur l'écran?

Applications numériques:

- longueur d'onde de la lumière émise par S : $\lambda = 550 \text{ nm}$,
- $R = 8 \text{ cm}$, - $f' = 20 \text{ cm}$, - $d = 50 \text{ cm}$, - $a = 2 \text{ mm}$, - $D = 2,50 \text{ m}$.

Figure 1:

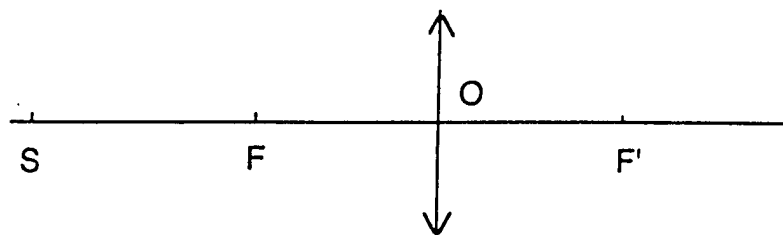
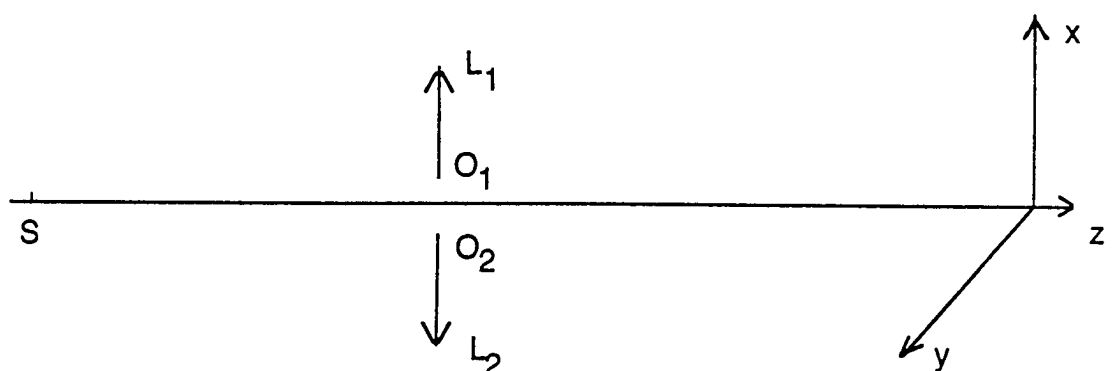


Figure 2:



PROBLÈME II: MÉCANIQUE.

Un pendule simple est formé d'une masse ponctuelle m et d'une tige rigide, inextensible, de longueur $OP_1=L$ et de masse négligeable. Cette tige peut tourner sans frottement autour de l'axe Δ passant par O et perpendiculaire au plan de la figure (3). La position de la tige est repérée par l'angle θ qu'elle fait avec la verticale et on désigne par ω sa vitesse angulaire $d\theta/dt$. Un dispositif, qui n'est pas représenté sur la figure, permet de faire passer la masse m de P_1 à P_2 ou de P_2 à P_1 , en un temps très court que l'on pourra considérer comme infiniment petit par rapport à la période du pendule. Le moment par rapport à O des forces intérieures nécessaires à cette manœuvre est nul. $OP_1 - OP_2 = a$.

A l'instant $t=0$, $\theta=\theta_0$, m se trouve en P_1 et on abandonne le pendule avec une vitesse initiale nulle.(3a).

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\theta_0 = 5.10^{-2} \text{ radian}$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$a = 10 \text{ cm}$$

$$m = 20 \text{ kg.}$$

1. Écrire l'équation différentielle du mouvement.

2. Trouver la vitesse angulaire du pendule pour $\theta = 0$.

Dans toute la suite du problème l'élongation angulaire θ sera considérée comme très petite.

3. Donner l'expression de $\theta(t)$.

4. Calculer ω_0 , vitesse angulaire du pendule lorsque θ atteint la valeur 0 (3b).

5. Calculer le temps t_1 mis par le pendule pour atteindre sa position d'équilibre.

Lorsque le pendule atteint cette position, la masse m passe de P_1 à P_2 (3c). Le pendule continue son mouvement et atteint l'élongation θ_1 pour laquelle $\omega=0$ (3d).

6. Calculer θ_1 .

7. Calculer le temps t_2 mis pour passer de $\theta=0$ à $\theta=\theta_1$.

Lorsque $\theta=\theta_1$, la masse m passe de P_2 à P_1 (3e) ; le pendule revient à sa position d'équilibre (3f) ; sa vitesse angulaire est alors ω_1 et la masse m passe de P_1 à P_2 (3g). Continuant son mouvement le pendule atteint l'élongation maximale θ_2 .

8. Calculer θ_2 .

La masse m passe de P_2 à P_1 et le mouvement se poursuit selon les mêmes séquences.

9. Donner l'expression de l'élongation θ_n (θ_n étant toujours considéré comme petit).

Figure 3

