

## DM de physique n° 2

### Exercice 1 : Étude d'un oculaire



L'oculaire est un système optique, généralement utilisé en complément d'un objectif, destiné à grossir une image et à la renvoyer à l'infini. Dans ce problème, on étudie un oculaire constitué de deux lentilles minces ( $\mathcal{L}_1$ ) et ( $\mathcal{L}_2$ ) telles que  $f'_1 = a$ ,  $f'_2 = -3a$  et  $\overline{O_1O_2} = 2a$ , où  $a$  peut prendre une valeur positive quelconque. Dans les questions 1. à 3., on prendra arbitrairement pour toutes les constructions géométriques  $a = 2$  cm.

1. Dans cette question on étudie l'image formée par l'oculaire d'un objet transverse à distance finie.
  - 1.a) Construire l'image d'un objet transverse  $AB$  à travers l'oculaire, sachant que  $\overline{O_1A} = -\frac{3}{2}a$ . Quelle sont les propriétés de l'image ?
  - 1.b) Retrouver par le calcul la position de l'image et le grandissement.
2. On souhaite déterminer les positions des deux foyers principaux de l'oculaire. (Rq : voir la fiche méthode 3 paragraphe 6 si besoin pour répondre aux questions c) et d) ).
  - 2.a) Rappeler la définition des foyers principaux objet et image d'un système optique.
  - 2.b) Justifier en une phrase que l'oculaire n'est pas un système afocal.
  - 2.c) Déterminer par construction la position du foyer principal objet, puis celle du foyer principal image de l'oculaire.
  - 2.d) Retrouver ces positions en vous appuyant sur des relations de conjugaison.
3. On appelle *point double* (noté  $O$ ) pour un système optique un point de l'axe optique **qui est son propre conjugué par le système optique**. On étudie la présence éventuelle d'un ou plusieurs points doubles pour l'oculaire. On pose  $x = \overline{O_1O}$  et on appelle  $O'$  le conjugué de  $O$  par ( $\mathcal{L}_1$ ).
  - 3.a) Justifier sans calcul que le point  $F_1$  est un point double de l'oculaire. Que vaut  $x$  dans ce cas ? Dans les trois questions qui suivent, on suppose qu'il existe un point double différent de  $F_1$ . La valeur de  $x$  sera donc différente de celle obtenue à cette question.
  - 3.b) Exprimer  $\overline{O_1O'}$  et  $\overline{O_2O'}$  en fonction de  $x$  et  $a$ . En déduire une équation vérifiée par  $x$ .
  - 3.c) Montrer qu'il existe un autre point double que  $F_1$ , dont on exprimera littéralement la position  $x$  en fonction de  $a$ .
  - 3.d) Illustrer le résultat de la question précédente avec un tracé de rayons.

## Exercice 2 : Utilisation d'une pile électrique

### Partie 1 : Caractéristique statique de la pile

Une pile est un générateur électrique qui fonctionne généralement à l'aide d'une réaction chimique d'oxydo-réduction. À l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre, supposés ici idéaux ( $R_A = 0, R_V = \infty$ ), on trace la caractéristique statique de la pile et on obtient le graphe de la figure 1.

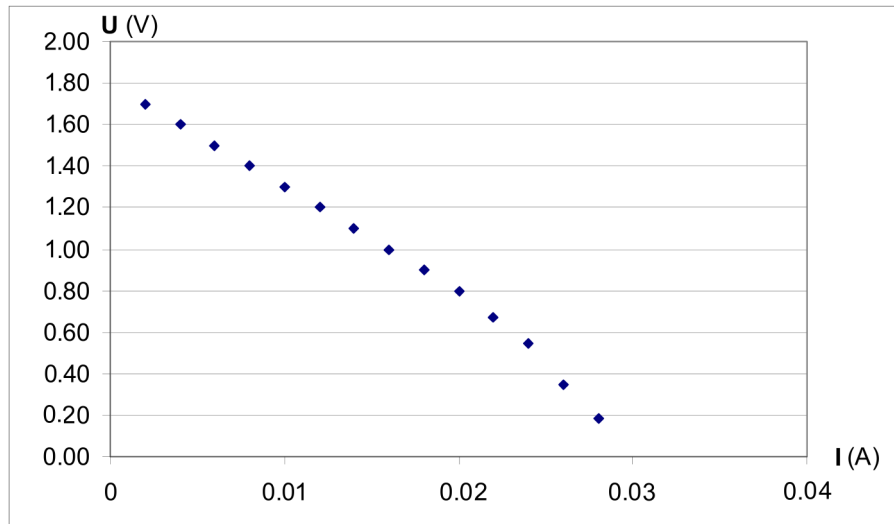


FIGURE 1 : Caractéristique statique de la pile

1. En quelle convention a été tracée cette caractéristique ? Justifier.
2. Justifier qu'à courant faible (on précisera l'intervalle de validité), la pile se comporte comme un générateur linéaire qui peut être modélisé à la manière de Thévenin. Déterminer numériquement la fem  $E$  et la résistance interne  $r$  à partir de la caractéristique fournie.

### Partie 2 : Alimentation d'un récepteur électrique

On utilise une pile, assimilée à un générateur linéaire de fem  $E_1$  et de résistance interne  $R_1$ , pour alimenter un appareil électrique assimilé à une résistance  $R$  (voir figure 6).

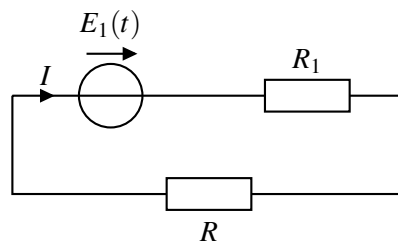


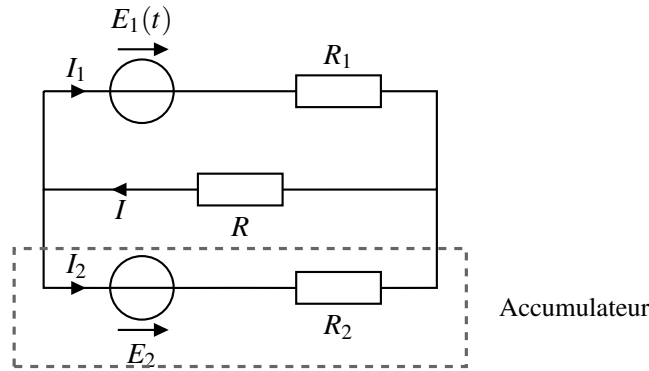
FIGURE 2 : Pile alimentant un récepteur électrique

La force électromotrice de la pile décroît à mesure que celle-ci débite du courant. Pour simplifier, on suppose que la variation est affine :  $E_1(t) = E_1^0 \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)$  où  $E_1^0 = 6\text{ V}$  et  $\tau = 120\text{ h}$ . Une fois que la fem de la pile s'annule (au bout de 120 heures), celle-ci s'arrête de débiter et s'apparente alors à un interrupteur ouvert. Dans cet exercice, on s'intéresse uniquement au domaine de fonctionnement de la pile ( $t \leq 120\text{ h}$ ). On prendra  $R_1 = 4\Omega$  et  $R = 10\Omega$  et on supposera dans toute cette partie que l'on se trouve dans l'ARQS.

3. Exprimer l'intensité  $I$  qui traverse le circuit puis la puissance  $\mathcal{P}_R$  consommée par la résistance  $R$  en fonction de  $E_1(t)$ ,  $R_1$  et  $R$ .

4. Calculer la variation relative de puissance  $\frac{\mathcal{P}_R(0) - \mathcal{P}_R(24)}{\mathcal{P}_R(0)}$  entre la date  $t = 0$  et  $t = 24$ h.

Pour stabiliser la puissance reçue par  $R$ , on place en dérivation avec la pile un accumulateur, assimilé à une fem  $E_2 = 4$  V constante associée à une résistance  $R_2 = 0,1 \Omega$ .



**FIGURE 3 :** Utilisation d'un accumulateur en dérivation avec la pile

5. Montrer que l'intensité qui traverse  $R$  s'écrit sous la forme :

$$I = G \times \frac{G_1 E_1 + G_2 E_2}{G + G_1 + G_2}$$

où  $G = 1/R$ ,  $G_1 = 1/R_1$  et  $G_2 = 1/R_2$  sont les conductances associées respectivement à  $R$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

6. Calculer la variation relative de puissance  $\frac{\mathcal{P}_R(0) - \mathcal{P}_R(24)}{\mathcal{P}_R(0)}$  entre la date  $t = 0$  et  $t = 24$ h. Conclure.

7. Montrer que l'accumulateur se comporte comme un récepteur à la date  $t = 0$ .

8. Déterminer à partir de quelle date il se comporte comme un générateur.