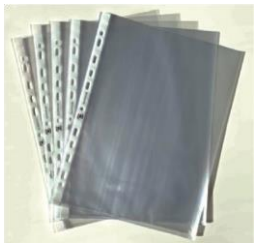
Bac Métropole Juin 2021 EXERCICE B – MESURE D'ÉPAISSEUR (5 points)

Mots-clés : lentilles convergentes ; condensateur



Dans l'industrie, le contrôle qualité de l'épaisseur de matériau fabriqué est important pour respecter le cahier des charges. Plusieurs principes physiques sont utilisés pour déterminer l'épaisseur d'une plaque de métal, de verre, de films plastiques, etc.
Une pochette plastique est constituée de deux films plastiques entre lesquels des documents papier peuvent être rangés. Selon les fabricants, l'épaisseur e du film plastique utilisé varie de 50 µm à 120 µm.

L'objectif de cet exercice est d'étudier deux méthodes pour déterminer l'épaisseur d'un film plastique utilisé dans la fabrication d'une pochette plastique lisse incolore.

Données :

- expression de la capacité C d'un condensateur constitué de deux armatures métalliques de surface S, exprimée en m^2, séparées par une pochette plastique d'épaisseur $2e$, exprimée en m :

$$C = 1{,}95\times10^{-11}\times\frac{S}{2e}\ ;$$

- indice de réfraction du film plastique : $n = 1{,}49$.

1. Mesure optique de l'épaisseur du film plastique

On utilise d'abord un microscope représenté en figure 1 et dont une modélisation optique est donnée en figure 2.

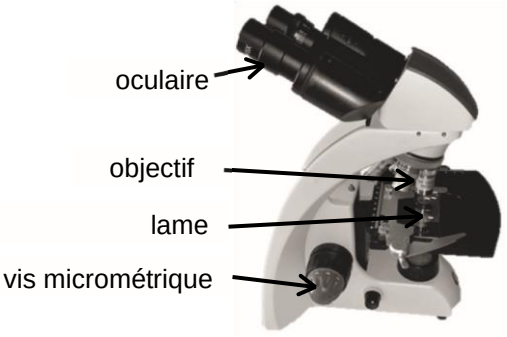


Figure 1. Photographie d'un microscope

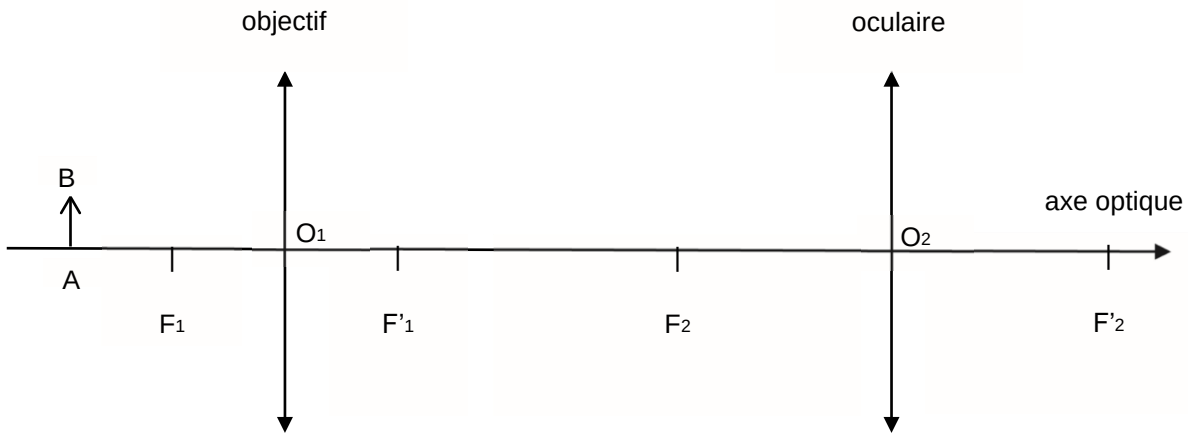


Figure 2. Modélisation d'un microscope

1.1. Sur la figure 2 reproduite dans **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, construire l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB à travers l'objectif puis l'image définitive A_2B_2 de A_1B_1 à travers l'oculaire.
1.2. Donner les caractéristiques de l'image définitive A_2B_2.

1.3. Un expérimentateur désire observer l'objet à travers le microscope sans accommoder. Dans ce cas, l'image définitive A_2B_2 donnée par le microscope doit se situer à l'infini. Indiquer où doit se former l'image intermédiaire A_1B_1 pour satisfaire à cette condition.

On trace un trait de chaque côté du film plastique et on le pose sur le microscope.
On fait successivement la mise au point sur chaque trait tracé sur le morceau de film en tournant une vis micrométrique. On photographie la vis micrométrique (figure 3). Le constructeur indique qu'un déplacement de la vis entre la graduation 0 et la graduation 10 correspond à un déplacement de 20 µm.

Photo du réglage de la vis micrométrique lors de la mise au point sur le 1er trait



Photo du réglage de la vis micrométrique lors de la mise au point sur le 2e trait



Figure 3. Photographies de la vis micrométrique

1.4. Déterminer la valeur de l'épaisseur *e* du film plastique sachant que le déplacement de la vis micrométrique *d* entre ces deux mises au point est $\frac{e}{n}$. Commenter le résultat.

2. Mesure capacitive de l'épaisseur du film plastique

Pour faire une deuxième mesure de l'épaisseur du film plastique, on réalise un condensateur à l'aide de deux feuilles d'aluminium identiques de dimensions 20 cm × 20 cm entre lesquelles la pochette plastique est intercalée. Le tout est maintenu serré. Ce condensateur est utilisé dans un montage électrique dont le schéma est donné en figure 5.
Ce montage électrique est constitué d'un générateur, considéré comme une source de tension idéale qui fournit une tension *E,* d'un conducteur ohmique de résistance variable *R* et du condensateur réalisé de capacité *C*.

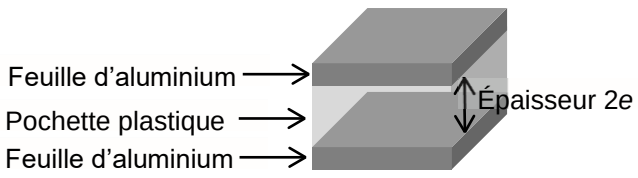


Figure 4. Coupe du condensateur réalisé (sans souci d'échelle)

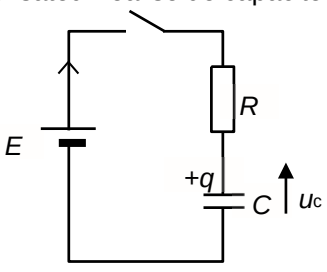


Figure 5. Schéma électrique du montage.

Un système d'acquisition, non représenté sur la figure 5, permet d'enregistrer l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur au cours du temps. À la date t = 0, on ferme l'interrupteur. Le condensateur est initialement déchargé.

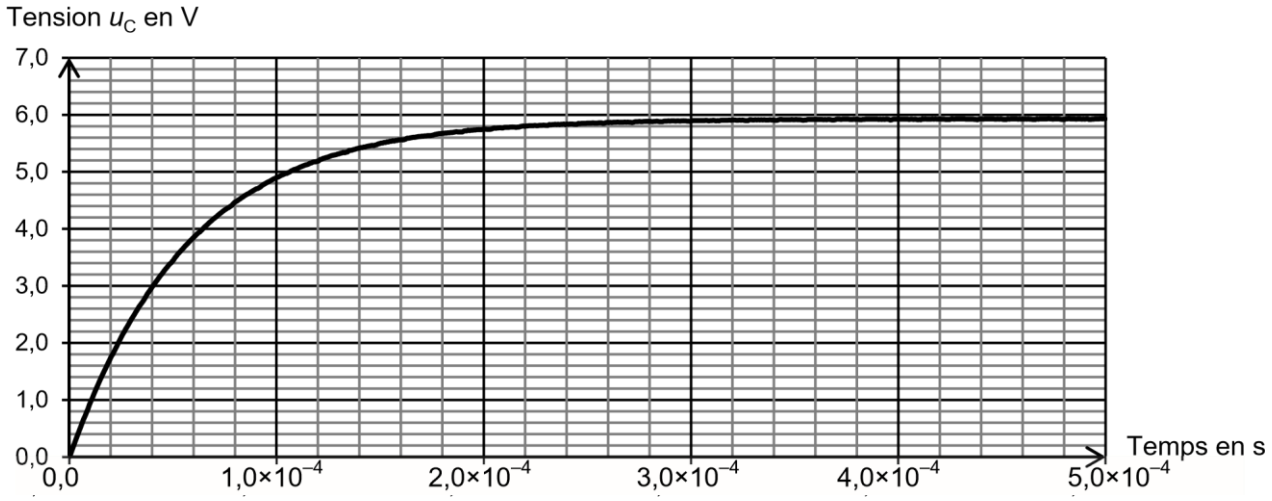


Figure 6. Courbe expérimentale représentant l'évolution de la tension u_C au cours du temps avec $R = 1{,}00\times10^4\ \Omega$

2.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur pour $t \geq 0$.

2.2. La solution générale de l'équation différentielle est $u_C(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B$. Déterminer l'expression des constantes A, B et τ en fonction de E, R et C.

2.3. Déterminer la valeur de la constante B et la valeur du temps caractéristique τ à l'aide de la figure 6 en expliquant la démarche suivie.

2.4. Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur réalisé.

2.5. En déduire la valeur de l'épaisseur du film plastique utilisé pour fabriquer la pochette. Commenter le résultat.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Modélisation d'un microscope

