ASIE 2004 Exercice2. SUIVI D'UNE RÉACTION LENTE (6 Points)

On étudie la réaction d'oxydation de l'acide oxalique HOOC–COOH (solution incolore) par l'ion permanganate $MnO4^-_{(aq)}$ en milieu acide (solution de couleur violette).
Le suivi de la réaction est réalisé par un enregistrement spectrophotométrique.

1. PRÉPARATION DE LA SOLUTION DE PERMANGANATE DE POTASSIUM

On dispose d'une solution mère de concentration :

$$c_0 = 1{,}00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$$

et du matériel suivant :

- *bechers de 75 mL, 150 mL ;*
- *pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL, 20 mL ;*
- *éprouvette graduée de 50 mL, 125 mL ;*
- *fiole jaugée de 50 mL, 100 mL, 250 mL ;*
- *erlenmeyer de 250 mL.*

Décrire, en précisant le matériel utilisé, le protocole à suivre pour préparer 50,0 mL de solution aqueuse de permanganate de potassium de concentration $c_1 = 2{,}00 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$.

2. RÉACTION D'OXYDORÉDUCTION

La réaction met en jeu les deux couples suivants: $MnO_4^-{}_{(aq)} / Mn^{2+}{}_{(aq)}$ et $CO_{2\ (aq)} / H_2C_2O_{4\ (aq)}$.

2.1. Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction de ces deux couples, puis l'équation de la réaction entre les ions permanganate et l'acide oxalique.

2.2. *On mélange $V_1 = 20{,}0$ mL de la solution aqueuse de permanganate de potassium de concentration molaire apportée c_1 , acidifiée par de l'acide sulfurique, à $V_2 = 20{,}0$ mL d'une solution aqueuse d'acide oxalique de concentration molaire apportée $c_2 = 5{,}00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.*
Quelle est, à l'instant t = 0, la quantité de matière n_{01} d'ions permanganate ?

2.3. Quelle est, à l'instant t = 0, la quantité de matière n_{02} d'acide oxalique ?

2.4. Calculer l'avancement maximal x_{max}. En déduire le réactif limitant.

2.5. *Les ions $Mn^{2+}{}_{(aq)}$ ne colorent pas le milieu réactionnel.*
Comment va évoluer la couleur du mélange lorsque la transformation se déroule ?

3. SUIVI SPECTROPHOTOMÉTRIQUE

La transformation chimique supposée totale étant lente, on peut suivre son évolution par spectrophotométrie. On mesure l'absorbance A du mélange réactionnel placé dans la cuve du spectrophotomètre.

3.1. Quelle est l'espèce chimique principalement responsable de l'absorbance A de la solution ?

3.2. *Dans les conditions de l'expérience, la concentration des ions permanganate est proportionnelle à la valeur de l'absorbance A mesurée (**courbe 1**).*

L'absorbance A(t) et l'avancement de la réaction x(t) sont reliés par la relation:

$$x(t) = (2\times10^{-5} - A(t) \times 10^{-5}) \text{ mol.}$$

Par des logiciels appropriés, on obtient la ***courbe 2****. Les courbes sont données en annexe* ***(à rendre avec la copie)****. Elles diffèrent par leurs allures de celles que l'on rencontre en général lors de la disparition d'un réactif dans une réaction lente.*
En quoi la courbe A = f(t) permet-elle de retrouver le réactif limitant ?

3.3. Définir puis déterminer, en justifiant, le temps de demi-réaction.

3.4. Définir la vitesse volumique de réaction en fonction de x(t) .

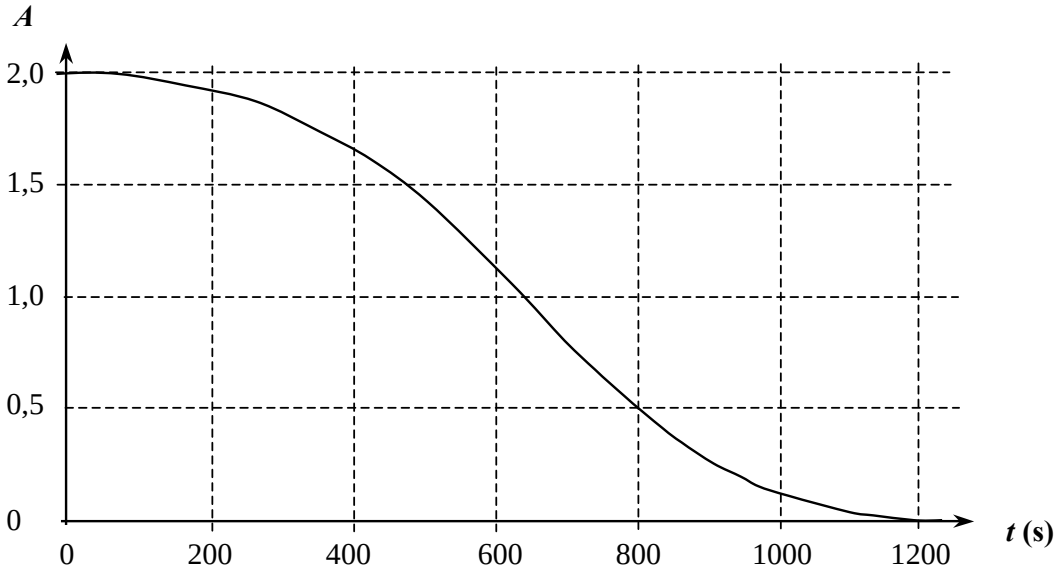
3.5. Le volume restant constant, en comparant qualitativement les vitesses de réaction aux dates t_1 = 100 s, t_2 = 600 s et t_3 = 1100 s, dire comment évolue la vitesse au cours du temps.

3.6. *On refait l'expérience en modifiant uniquement la concentration molaire apportée de la solution d'acide oxalique :*

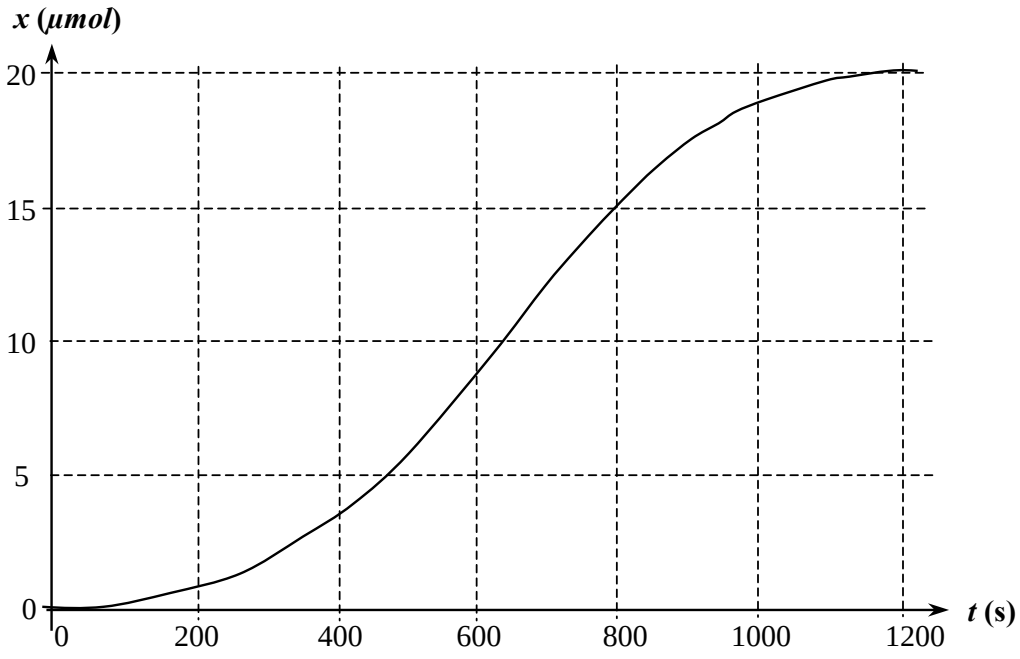
$$c_2 = 2{,}50 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.$$

3.6.1. Calculer la nouvelle quantité de matière initiale d'acide oxalique.
3.6.2. En déduire le réactif limitant.
3.6.3. Quelle est l'absorbance finale ?

ANNEXE (À RENDRE AVEC LA COPIE)



Courbe 1. Absorbance en fonction du temps: A = f(t)



Courbe 2. Avancement en fonction du temps: x = f(t)

Asie 2004 **ÉTUDE EXPÉRIMENTALE D'UNE BOBINE (6 points)**

1 - Détermination expérimentale de l'inductance L de la bobine

On réalise le circuit électrique représenté ci-dessous (figure 1) comprenant un GBF, une bobine de résistance r et d'inductance L et une résistance $R = 1{,}0\times10^4\ \Omega$ montés en série.

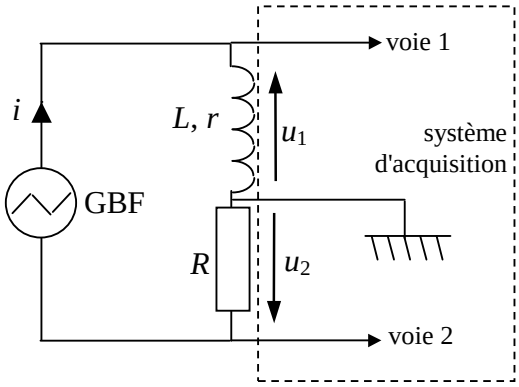


Figure 1

Le GBF délivre une tension alternative triangulaire (tension en dents de scie) de fréquence $f = 1{,}0$ kHz .

Un système d'acquisition de données relié à un ordinateur permet d'afficher à l'écran les variations en fonction du temps de la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine et de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le circuit (figure 2).

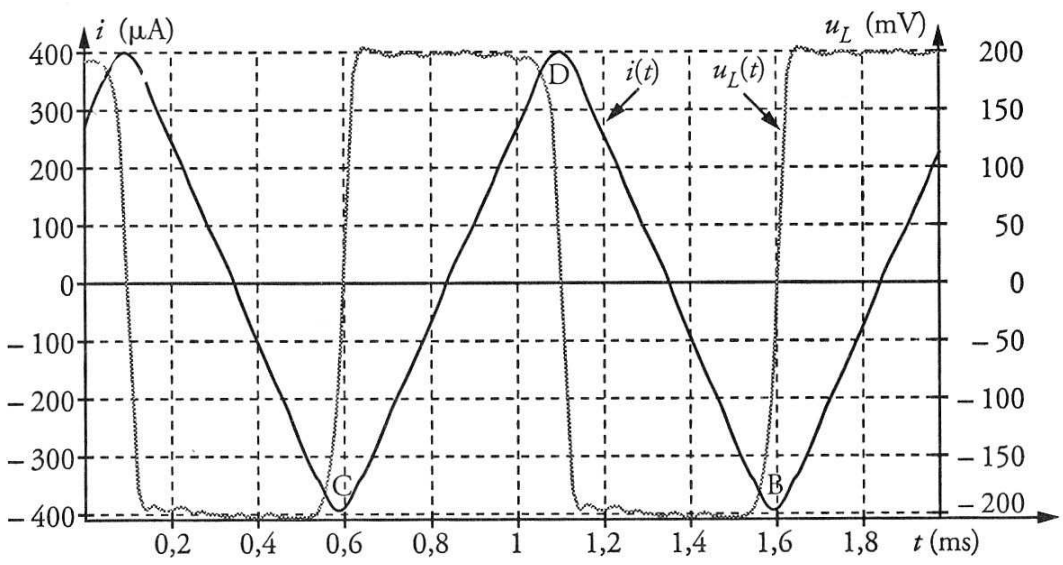


Figure 2

1.1. Vérifier à l'aide de la figure 2 que la fréquence du GBF est effectivement réglée sur 1,0 kHz.

1.2. Quelle est l'expression de la tension mesurée sur la voie 2 du système d'acquisition ? En déduire les opérations que devra effectuer le logiciel de traitement des données pour afficher l'intensité à l'écran.

1.3. Exprimer la tension u_L aux bornes de la bobine en fonction des caractéristiques de la bobine, de l'intensité i du courant et de sa dérivée $\frac{di}{dt}$.

1.4.1. Sur la figure 2, la représentation graphique de la fonction *i(t)* montre qu'en réalité, les crêtes de l'intensité sont arrondies. Dans ces conditions, la tangente au sommet est horizontale.
En déduire une expression simplifiée de u_L quand l'intensité dans le circuit est extrémale.

1.4.2. En mesurant u_L sur la figure 2 quand l'intensité du courant est extrémale, à t = 1,6 ms par exemple, montrer que $r << R$.

1.5. On néglige dans la suite le terme faisant intervenir r dans l'expression de u_L ainsi que les arrondis des crêtes de l'intensité.

À partir de la demi-période comprise entre les points C et D de la figure 2, mesurer u_L , calculer $\frac{di}{dt}$ et en déduire la valeur de L.

1.6. Le constructeur indique r = 12 Ω.
Calculer alors u_L à la même date qu'à la question **1.4.2.** et montrer que la valeur obtenue est en accord avec la mesure effectuée à la question **1.4.2.**

2 - Constante de temps d'un circuit RL

La bobine est maintenant montée en série avec une résistance R' = 100 Ω aux bornes d'un générateur idéal de tension de f.e.m. E = 6,5 V (figure 3).

Le système d'acquisition permet de suivre l'évolution de l'intensité du courant dans le circuit en fonction du temps. La fermeture de l'interrupteur à l'instant t = 0 déclenche l'acquisition. L'enregistrement obtenu est représenté sur la figure 4.

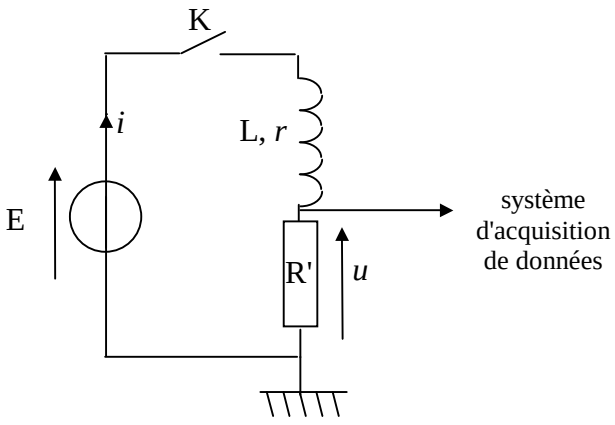


Figure 3

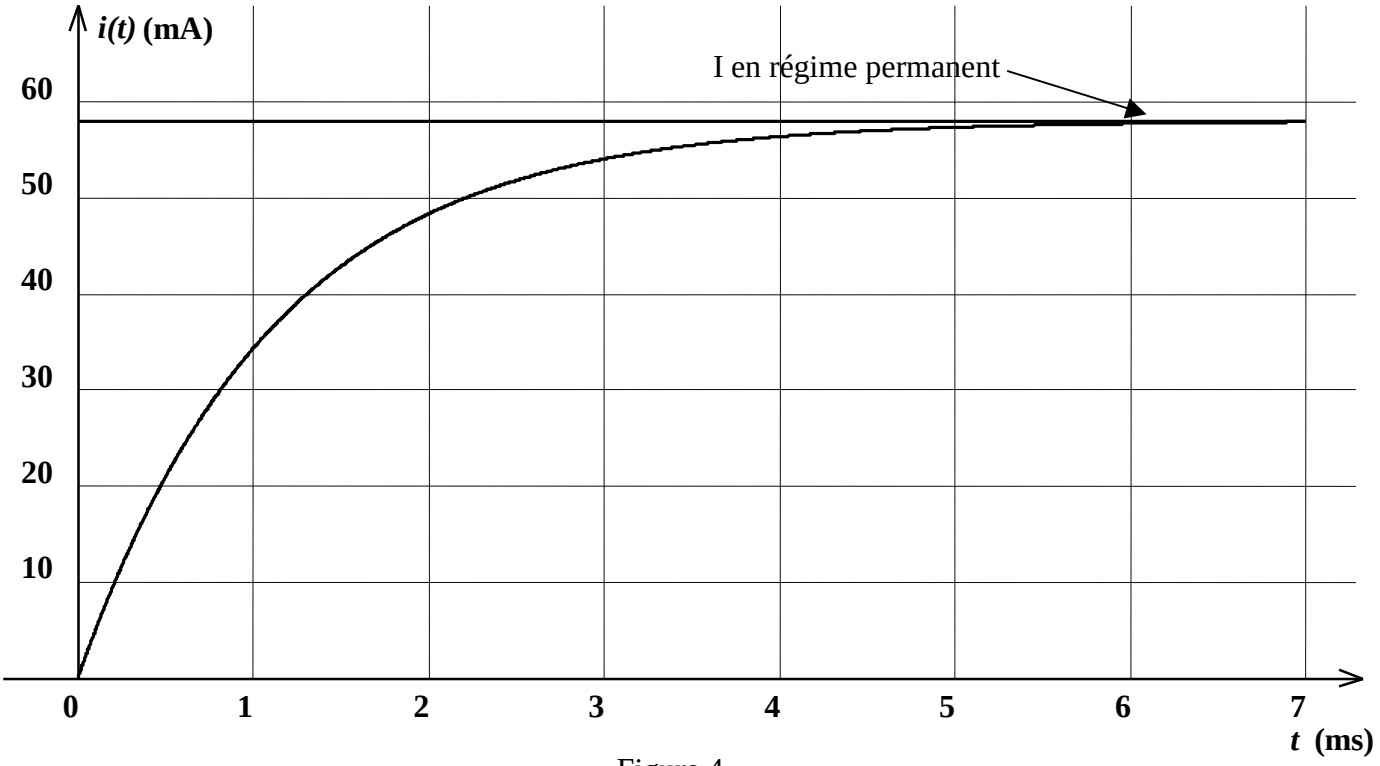


Figure 4

2.1. Établir l'expression donnant l'intensité du courant en régime permanent en fonction des caractéristiques du circuit.

2.2. Vérifier que la valeur de l'intensité du courant en régime permanent obtenue sur le graphe de la figure 4 est en accord avec les données de l'énoncé.

2.3.1. Rappeler l'expression de la constante de temps d'un dipôle RL.

2.3.2. Déterminer graphiquement sa valeur en faisant figurer la méthode utilisée sur la **figure 5 en annexe à rendre avec la copie.**

2.4. La résistance R' est en réalité une résistance réglable. On lui donne maintenant la valeur 150 Ω.

2.4.1. Calculer la nouvelle intensité du courant en régime permanent.

2.4.2. Calculer la constante de temps du nouveau dipôle RL.

2.4.3. Représenter avec soin la courbe représentant l'évolution de l'intensité du courant en fonction du temps $i = f(t)$ sur la **figure 5 en annexe, à rendre avec la copie**.

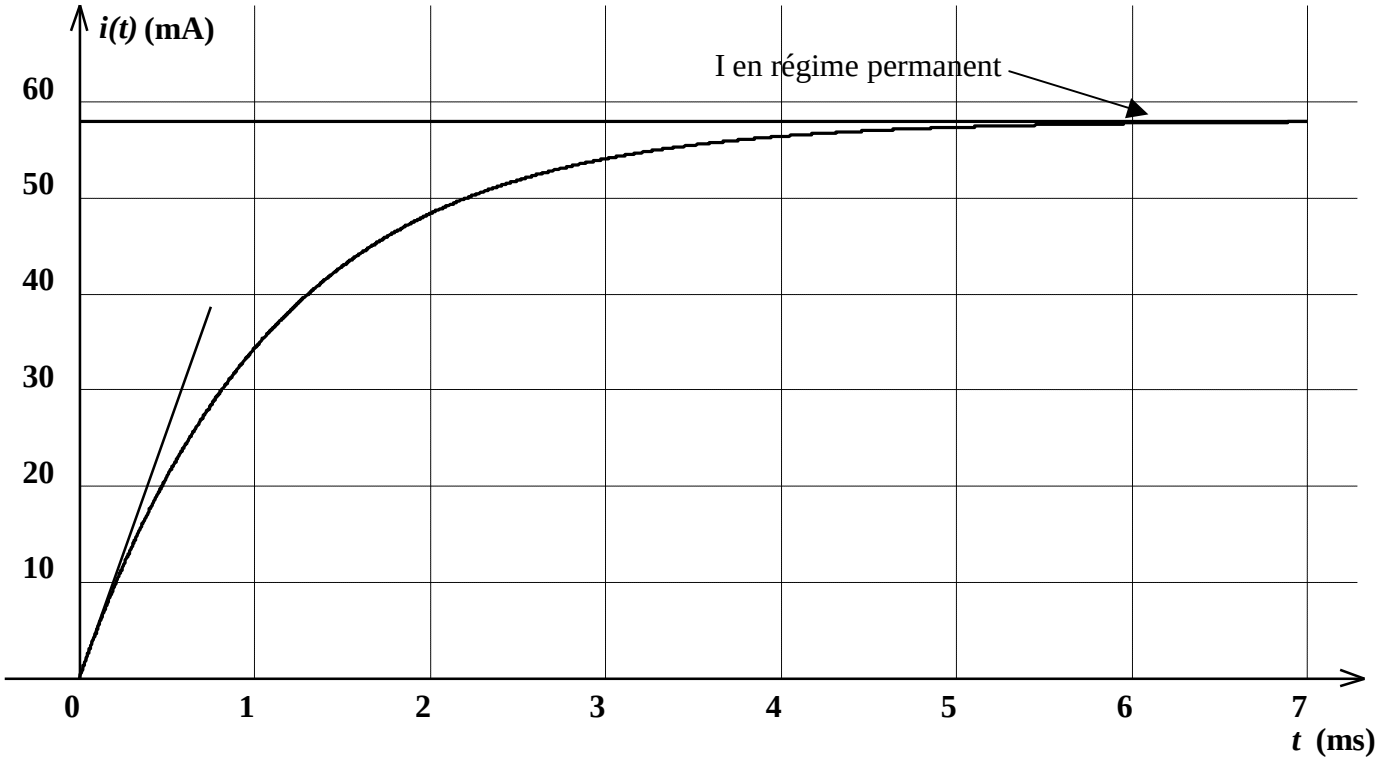


Figure 5

Bac Asie Juin 2004 (4 pts) Lentilles et miroirs

*Cet exercice comporte 9 affirmations **indépendantes** concernant les lentilles convergentes et les miroirs.*
Toute réponse doit être accompagnée de justifications ou de commentaires.
A chaque affirmation, vous répondrez donc par VRAI ou FAUX en justifiant votre choix à l'aide de définitions, de calculs, de schémas à compléter sur l'annexe (à rendre avec la copie).

❶ Affirmation: Suivant sa position par rapport au miroir, l'image A'B' d'un objet AB donnée par un miroir plan peut être plus grande ou petite que l'objet.

Donnée pour les affirmations ❷ et ❸. On dispose d'une lentille convergente de distance focale: $f' = 10$ cm.

❷ Affirmation: Cette lentille a une vergence C = 0,10 δ.

❸ Affirmation: L'image A'B' d'un objet placé devant la lentille, à 60 cm du centre optique se forme derrière la lentille, à 12 cm du centre optique.

❹ Affirmation: Après avoir traversé la lentille, le rayon (1) passe par le point B'. (voir **annexe**)

❺ Donnée: Dans un microscope, la distance objectif-oculaire est fixe. (voir annexe)
Affirmation: Dans un microscope, le diamètre du cercle oculaire dépend de la position et de la taille de l'objet observé.

❻ Le schéma en annexe représente un miroir sphérique de sommet S, de centre C et de foyer F.
Affirmation: L'image A'B' de l'objet AB donnée par le miroir sphérique est située dans le même plan vertical que l'objet AB.

Données pour les affirmations ❼,❽ et ❾:
La lunette représentée en annexe est afocale: le foyer image F'_1 de l'objectif L_1 coïncide avec le foyer objet F_2 de l'oculaire L_2.

L'objectif a une distance focale $f'_1 = 0{,}75$ m.

Le diamètre apparent de l'astre observé est $\alpha = 9{,}0\times10^{-3}$ rad.

❼ Affirmation: Tous les rayons issus de B qui traversent l'objectif L_1 traversent l'oculaire L_2 .(voir annexe)

❽ Le grossissement d'une lunette est défini par la relation $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ dans laquelle α est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu et α ' l'angle sous lequel on voit son image dans l'instrument.
On pourra faire les approximations tan α = α et tan α ' = α ', α et α' en rad.

Affirmation: Dans le cas d'une lunette afocale, le grossissement s'exprime également par la relation:

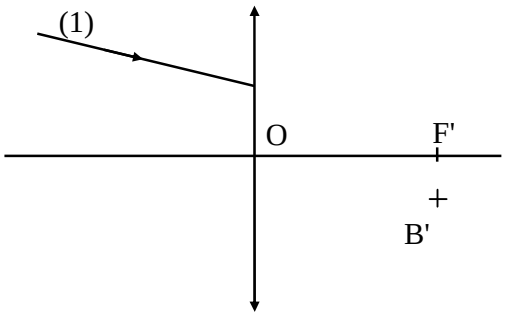
$G = \frac{f'_1}{f'_2}$ f'_1 étant la distance focale de l'objectif et f'_2 celle de l'oculaire.

❾ Affirmation: L'image A_1B_1 donnée par l'objectif mesure 13,5 mm.

Annexe

Les schémas suivants peuvent éventuellement être utilisés pour répondre à certaines affirmations.

Affirmation ❹



Affirmation ❺

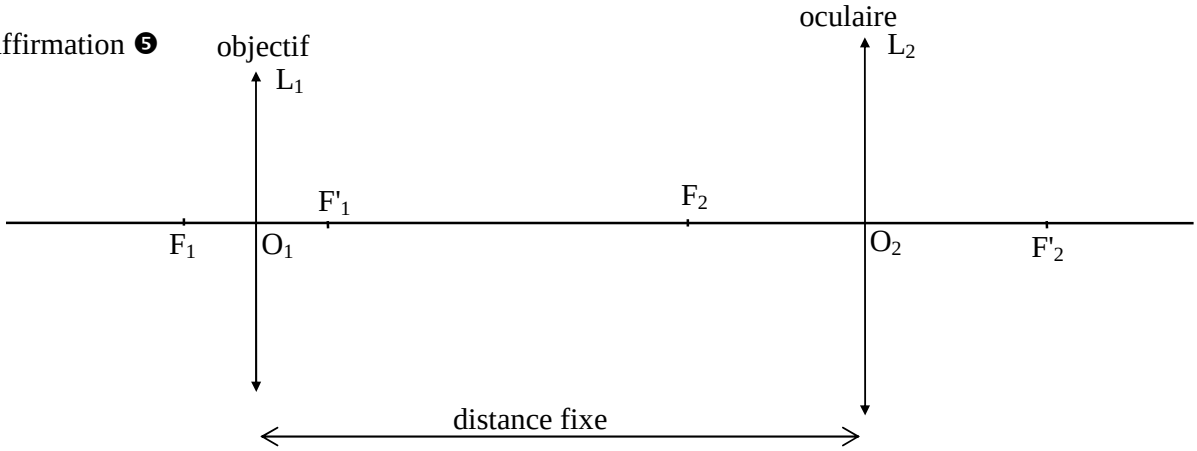
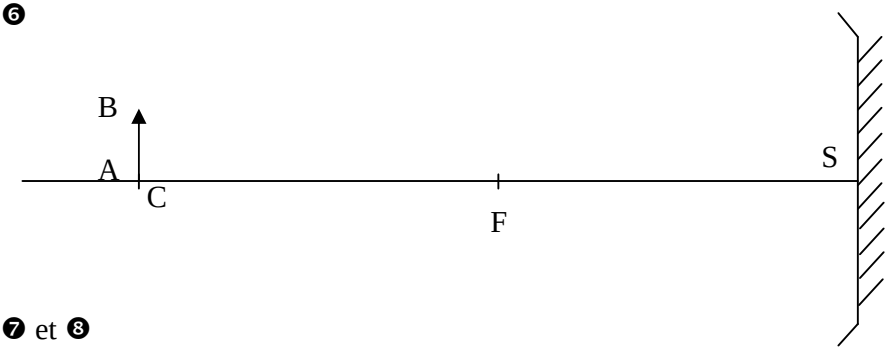
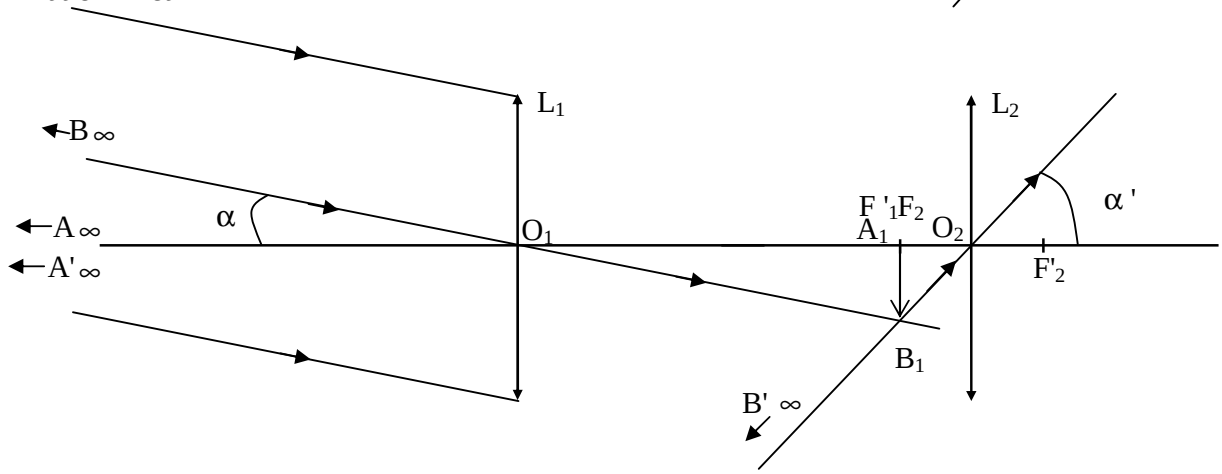


Schéma d'un microscope

Affirmation ❻



Affirmation ❼ et ❽



Asie 2004 **Exercice 3. Énergies d'un système solide-ressort (4 points)**

On dispose d'un système solide-ressort constitué d'un mobile de masse m = 250 g accroché à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k = 10 N.m^{-1}.

*Le mobile assimilé à son centre d'inertie G peut osciller horizontalement sur une tige parallèlement à l'axe Ox (**figure 1**). On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O coïncide avec la position de G lorsque le ressort est au repos.*

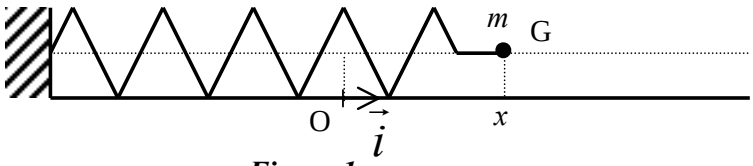


Figure 1

I. *Dans un premier temps, on néglige les frottements du mobile sur son rail de guidage.*

1.a) Faire l'inventaire des forces exercées sur le mobile.
1.b) Reproduire la **figure 1** sur la copie et représenter les différents vecteurs forces sans souci d'échelle.

2. En appliquant la seconde loi de Newton au mobile, établir l'équation différentielle du mouvement.

3. Vérifier que $x = x_M \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}.t + \varphi\right)$ est solution de cette équation différentielle quelles que soient les valeurs des constantes x_M et φ.

4. *Le mobile est écarté de sa position d'équilibre et lâché à l'instant t = 0 s, sans vitesse initiale, de la position x_0 = + 2,0 cm, et $x_M > 0$.*
Déterminer numériquement x_M et φ.

5. Calculer la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ du mouvement.

II. *On suppose maintenant que les frottements ne sont plus négligeables et peuvent être modélisés par une force dont la valeur est proportionnelle à celle de la vitesse et dont le sens est opposé à celui du mouvement :* $\vec{f} = -\mu.\vec{v}$ $(\mu > 0)$.
Un dispositif d'acquisition de données permet de connaître à chaque instant la position du mobile ***(figure 2 de l'annexe)***.

Un logiciel de traitement fournit les courbes de variation, en fonction du temps, de l'énergie mécanique (E_m) *, de l'énergie cinétique* (E_c) *et de l'énergie potentielle élastique* (E_p) *du système solide-ressort* ***(figure 3 de l'annexe)***.

1. À l' aide de la figure 2, déterminer la pseudo-période T du mouvement. Comparer sa valeur à celle de la période propre calculée au I.5.

2. Identifier par leur lettre (A ou B) les courbes $E_c(t)$ et $E_p(t)$ de la figure 3 en justifiant les réponses.

3. Pourquoi l'énergie mécanique du système diminue-t-elle au cours du temps ?

4. Sur **les figures 2 et 3** de l'annexe sont repérés deux instants particuliers notés t_1 et t_2.
En utilisant **la figure 2** et en justifiant la réponse, indiquer auquel de ces instants la valeur de la vitesse du mobile est :
a) maximale ; **b)** nulle.

5. Que peut-on en conclure quant à la valeur de la force de frottement à chacun de ces instants ?

6. Justifier alors la forme « en escalier » de la courbe $E_m(t)$ de la **figure 3**.

Figure 2

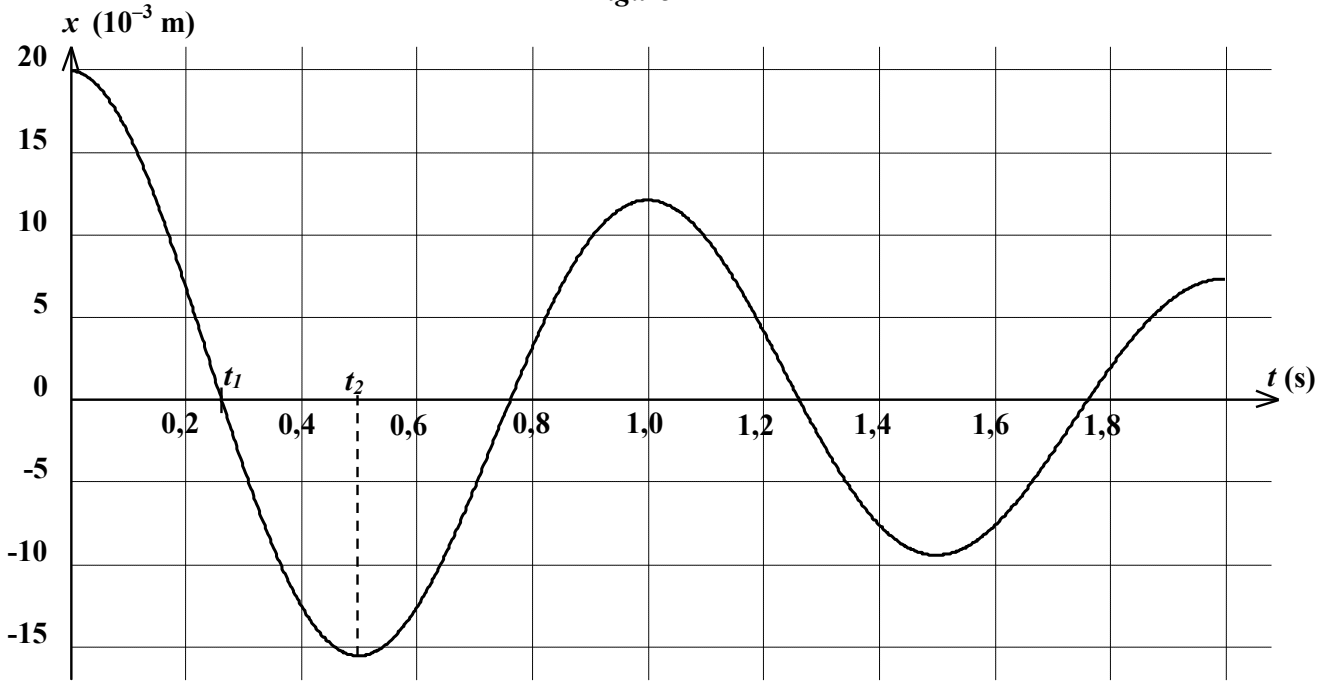


Figure 3

