

# BACCALAUREAT GENERAL

# Spécialité

SESSION 2001

**PHYSIQUE – CHIMIE**

**Série S**

Durée de l'épreuve : 3 h 30 – Coefficient : 8

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte deux exercices de PHYSIQUE et deux exercices de CHIMIE présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci.

**Ce sujet comporte deux annexes à rendre avec la copie.**

Le candidat doit traiter les quatre exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

- I. Cinétique de réaction.
- II. De l'oscillateur électrique à l'oscillateur mécanique.
- III. Isoméries. Synthèse des constituants de l'essence de jasmin.
- IV. Maquette de microscope.

## Exercice n° 1 (5 points)

### Cinétique de réaction

Pendant une séance de travaux pratiques, des élèves sont chargés d'étudier la vitesse de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) ;

Cette réaction s'effectue en présence d'un catalyseur : solution contenant des ions fer III :  $\text{Fe}^{3+}$ .

#### 1. La réaction catalysée :

1.1. Sachant que l'eau oxygénée a pour formule  $\text{H}_2\text{O}_2$ , et que sa décomposition produit du dioxygène et de l'eau, écrire l'équation-bilan de cette réaction.

1.2. Quel est le rôle d'un catalyseur ?

#### 2. L'influence de la quantité de catalyseur :

On confie à différents groupes d'élèves l'objectif suivant :

Effectuer la réaction avec différentes quantités de catalyseur, afin de déterminer la quantité convenable pour que la décomposition de l'eau oxygénée, tout en demeurant lente, soit pratiquement terminée en une heure.

On constitue 4 groupes d'élèves : A, B, C, D ; pour chacun la solution d'eau oxygénée, de concentration  $c$ , appelée solution mère est la même ; la solution catalytique est la même également.

Le procédé est le suivant :

- prélever 10 mL d'eau oxygénée, et les introduire dans un bécher qu'on appellera le réacteur ;
- ajouter un volume  $V_1$  d'eau ;
- à l'instant  $t = 0$ , ajouter un volume  $V_2$  de catalyseur et déclencher le chronomètre simultanément.

	A	B	C	D
$V_1$ (mL)	89	88	87	85
$V_2$ (mL)	1	2	3	5

2.1. Dès les premiers instants, les élèves constatent que le dégagement gazeux est plus important dans le réacteur du groupe D que dans celui du groupe A.

Quelle est l'origine expérimentale de cette différence ?

2.2. Que permet de déduire cette observation, quant à la cinétique de la réaction ?

#### 3. Étude cinétique :

A différentes dates  $t$  imposées, les élèves prélèvent à la pipette 10,0 mL du mélange réactionnel, qu'ils placent dans un erlenmeyer contenant 50 mL d'eau distillée glacée ;

Un dosage par une solution S de permanganate de potassium acidifiée permet alors de déterminer la quantité d'eau oxygénée restante.

A l'équivalence, le volume de solution S versée est noté  $V_3$ .

Les valeurs de  $V_3$  exprimées en mL sont :

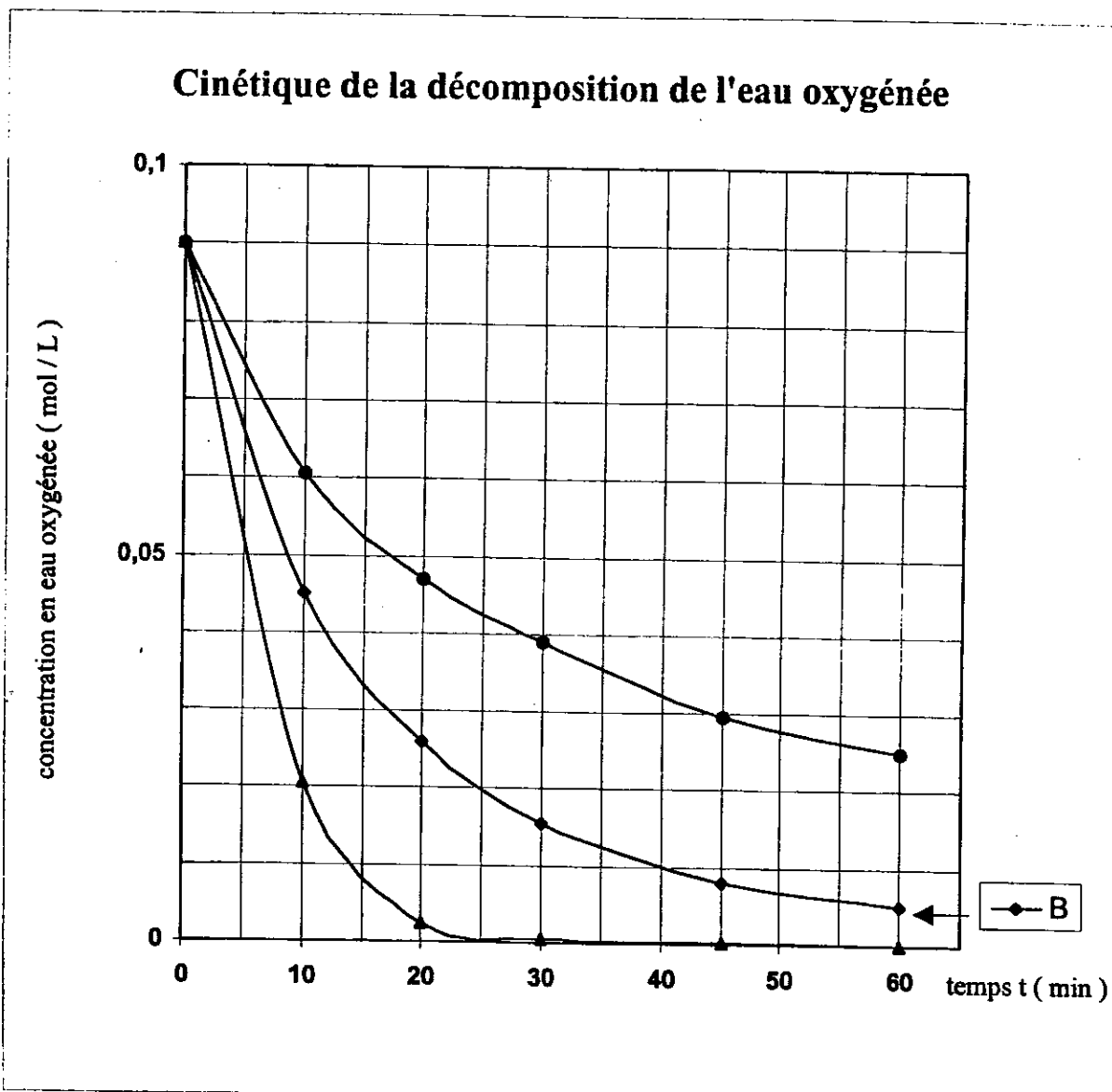
groupe \ t (min)	A	B	C	D
0	18,0	18,0	18,0	18,0
10	12,1	9,0	6,5	4,1
20	9,4	5,2	3,0	0,5
30	7,8	3,1	1,4	0,1
45	5,9	1,6	0,5	0,05
60	5,0	1,0	0,3	0

Compte tenu de l'équation- bilan de la réaction de dosage, de la concentration de la solution titrante et du volume de la prise d'essai, on a établi que le calcul de la concentration ( en mol.L<sup>-1</sup> ) en eau oxygénée se fait par la formule :  $[H_2O_2] = 5 \cdot V_3$  (  $V_3$  exprimé en L )

Les courbes  $[H_2O_2] = f(t)$  ont été tracées pour les groupes A , B et D sur le document joint :

- 3.1. Compléter ce document, par l'indication du groupe auquel appartient chacune des courbes. Justifier.
  - 3.2. Calculer  $[H_2O_2]$  pour les dates mentionnées dans le cas du groupe C et tracer la courbe  $[H_2O_2] = f(t)$  du groupe C.
  - 3.3. Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition de l'eau oxygénée à l'instant  $t = 20$  min pour la courbe B, à l'aide du document joint.
  - 3.4. Pour quelle raison la prise d'essai prélevée à l'instant  $t$  est-elle placée dans l'eau glacée ?
4. Concentration initiale :
- 4.1. Déterminer graphiquement la concentration initiale en  $H_2O_2$  dans le mélange réactionnel.
  - 4.2. En étudiant la composition des mélanges A, B, C, D , montrer que la solution d'eau oxygénée de concentration  $c$  a été diluée 10 fois. En déduire la valeur de  $c$ .
5. Choix de la quantité de catalyseur :
- 5.1. Parmi les 4 courbes obtenues trouver celle qui correspond le mieux à l'objectif fixé au 2.
  - 5.2. En déduire la valeur convenable du volume de solution catalytique à utiliser.

### Cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée



## Exercice n°2 (6 points)

### De l'oscillateur électrique à l'oscillateur mécanique

Cet exercice possède trois parties :

- la partie 1 où l'on exploite l'enregistrement d'oscillations électriques dans le but d'établir un modèle de l'oscillateur électrique,
- la partie 2 où l'on utilise le modèle mathématique de l'oscillateur électrique dans le but d'établir le modèle de l'oscillateur mécanique,
- la partie 3 où l'on vérifie l'exactitude du modèle de l'oscillateur mécanique.

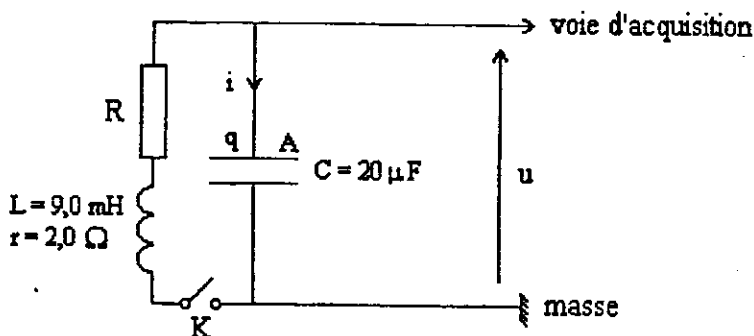
#### Partie 1 : Oscillations électriques.

On étudie les oscillations libres électriques d'un dipôle constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ ,
- d'une bobine d'inductance  $L = 9,0 \text{ mH}$  et de résistance  $r = 2,0 \Omega$ ,
- d'un condensateur de capacité  $C = 20 \mu\text{F}$ .

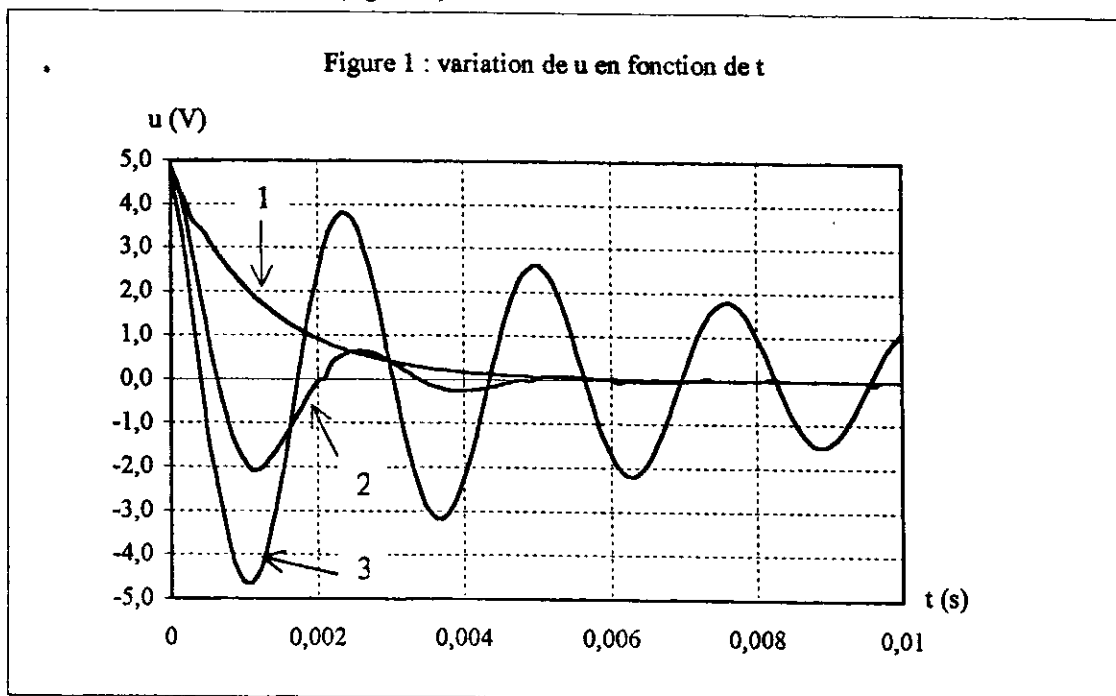
Le montage ci-dessous permet, à l'aide d'un ordinateur, d'enregistrer les variations de la tension  $u$  aux bornes du condensateur.

On appelle  $q$  la charge de l'armature A du condensateur, et  $i$  l'intensité du courant arrivant sur l'armature A.



Le condensateur étant chargé, on ferme l'interrupteur K et l'enregistrement débute.

On effectue trois enregistrements de  $u$  pour des valeurs de la résistance totale du circuit  $R_t = R + r$  égales à  $2,0 \Omega$ ,  $12,0 \Omega$ ,  $70,0 \Omega$  (figure 1).

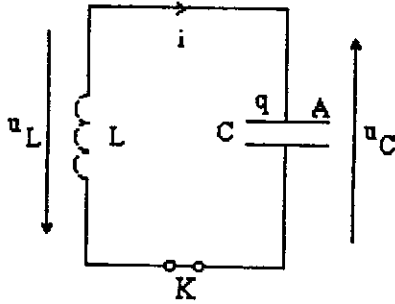


1.1. Attribuer à chaque courbe 1, 2 ou 3, la valeur de la résistance totale du dipôle. Justifier.

1.2. On souhaite modéliser la courbe de variation de  $u$  au cours du temps.

On se place dans le cas idéal où la résistance totale est nulle, toutes les autres variables étant inchangées.

Les orientations du courant  $i$  dans le circuit, de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur et de la tension  $u_L$  aux bornes de la bobine sont indiquées sur le schéma suivant :



Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q$  au cours du temps.

Dans la suite de l'exercice on considère que la solution de l'équation différentielle précédente est du type  $q = q_0 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$ .

1.3. On souhaite comparer la période théorique et la pseudo-période expérimentale.

La période théorique des oscillations est  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ .

1.3.a. Calculer la période théorique des oscillations du dipôle LC.

1.3.b. Déterminer, à partir de l'enregistrement correspondant au régime le moins amorti, la valeur de la pseudo-période.

1.3.c. Comparer ces valeurs.

### Partie 2 : Du modèle électrique au modèle mécanique.

On considère un pendule élastique horizontal constitué :

- d'un ressort à spires non jointives, de constante de raideur  $k$  et de masse négligeable,
- d'un mobile autoporteur de masse  $m$ .

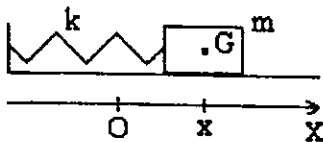
Les frottements sont négligés.

On repère l'abscisse  $x$  du centre d'inertie  $G$  du système sur un axe  $(O, X)$ .

On note  $v$  la vitesse du mobile.

À l'équilibre  $x = 0$ .

À l'instant initial  $t = 0$ ,  $x = x_0 > 0$  et  $v = v_0 = 0$ .



Le but de cette partie est d'établir l'expression de  $x$  en fonction du temps, dans le cas des oscillations libres du pendule.

On suppose que cette expression a une forme similaire à celle de la charge  $q = q_0 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$ .

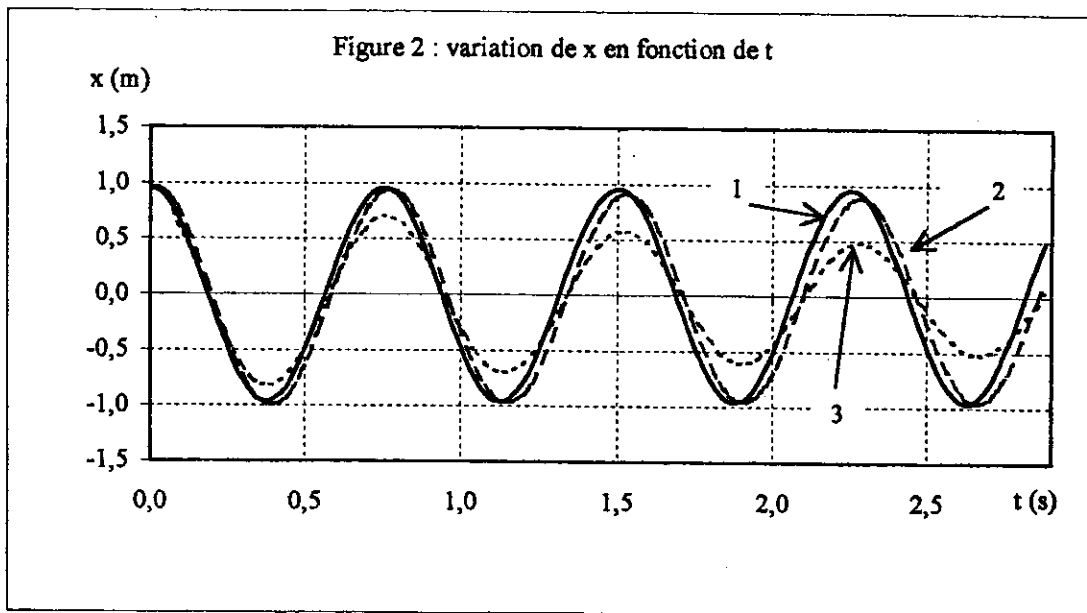
- 2.1. Écrire les expressions des énergies cinétique et potentielle élastique de cet oscillateur mécanique. Préciser celle de ces énergies qui est nulle à l'instant initial.
- 2.2. Écrire les expressions de l'énergie magnétique, stockée dans la bobine, et de l'énergie électrique, stockée dans le condensateur, de l'oscillateur électrique étudié dans la partie 1. Préciser celle de ces énergies qui est nulle à l'instant initial.
- 2.3. En déduire les analogies entre les grandeurs caractéristiques du dipôle LC (inductance, capacité, charge) et celles du pendule élastique (abscisse, masse, constante de raideur du ressort).
- 2.4. En déduire l'expression de l'abscisse  $x$  du centre d'inertie du pendule abandonné, à l'instant  $t = 0$  s, sans vitesse initiale à l'abscisse  $x_0$ .

### Partie 3 : Validité du modèle.

On dispose d'un pendule élastique horizontal de masse  $m = 200$  g et de constante de raideur  $k = 14$  N.m<sup>-1</sup>, associé à un dispositif d'enregistrement de la variation de l'abscisse  $x$  en fonction du temps.

Afin de vérifier l'exactitude du modèle mathématique, on effectue (figure 2) :

- le tracé théorique de la variation de l'abscisse  $x$  en fonction du temps en utilisant le modèle établi en 2.4, courbe 1,
- les enregistrements de la variation de l'abscisse  $x$  en fonction du temps dans deux situations expérimentales différentes, courbes 2 et 3.



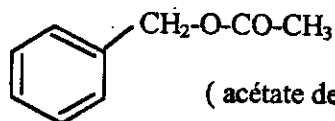
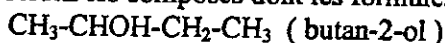
- 3.1. Préciser pour quelle situation le modèle mathématique est satisfaisant. Justifier.
- 3.2. Indiquer un facteur expérimental dont on n'a pas tenu compte et qui pourrait expliquer les différences entre les courbes 2 et 3.

## Exercice n°3 (4 points)

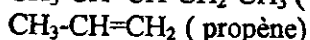
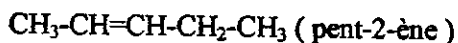
### Isoméries - Synthèse des constituants de l'essence de jasmin

#### 1. Première partie : Isoméries

Considérons les composés dont les formules semi-développées sont les suivantes :



(acétate de benzyle) ou (éthanoate de benzyle)



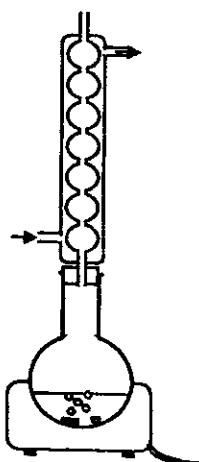
1.1. L'une des molécules ci-dessus est chirale. L'identifier en précisant la cause de sa chiralité, puis donner une représentation spatiale de chacun des isomères.

1.2. L'une des molécules présente l'isomérie (Z-E). L'identifier et représenter les isomères Z et E.

1.3. Écrire la formule semi-développée d'un isomère de position du composé butan-2-ol.

#### 2. Deuxième partie : Synthèse de l'acétate de benzyle

On souhaite synthétiser l'acétate de benzyle (voir formule ci-dessus) qui est un arôme à l'odeur de poire présent dans l'huile essentielle de jasmin. Pour cela, on introduit dans le ballon du montage schématisé ci-dessous, 10 g d'acide acétique (acide éthanoïque) avec de l'alcool benzylique liquide en présence d'acide sulfurique. On ajoute également quelques grains de pierre ponce et on chauffe pendant 30 minutes.



Montage utilisé pour synthétiser l'acétate de benzyle

Données :

	Acide acétique	Alcool benzylique	Acétate de benzyle
Masse volumique ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	1,05	1,04	1,06
Masse molaire ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	60	108	150

2.1. Quel est l'intérêt d'utiliser un montage de chauffage à reflux?

2.2. Quel est le nom de la réaction utilisée ? Quelles sont ses caractéristiques ?

2.3. Écrire l'équation-bilan de cette réaction de synthèse en donnant les formules semi-développées des réactifs et des produits.

2.4. Déterminer la masse et le volume d'alcool benzylique qu'il faut utiliser pour que le mélange initial soit équimolaire.

2.5. Après purification, on obtient  $15,8 \text{ cm}^3$  d'acétate de benzyle. On rappelle que le rendement d'une réaction est le quotient de la masse de produit obtenu par la masse de produit que l'on obtiendrait si la réaction était totale : quel est le rendement de cette synthèse ?

2.6. La valeur du rendement maximal de ce type de réaction varie-t-elle : (Justifiez vos réponses)

- en prolongeant la durée du chauffage ?
- en doublant la quantité d'acide sulfurique utilisée ?
- en remplaçant l'acide acétique par la même quantité d'anhydride acétique ?

## Exercice n° 4 (5points)

### Maquette de microscope

Une maquette de microscope est constituée des éléments suivants :

- une lentille mince convergente  $L_1$ , de centre optique  $O_1$ , de distance focale  $f_1 = 30$  mm appelée objectif ;
- une lentille mince convergente  $L_2$  qui a même axe optique que  $L_1$ , de centre optique  $O_2$ , de distance focale  $f_2 = f_1 = 30$  mm appelée oculaire ;
- deux tubes pouvant coulisser l'un dans l'autre ; sur le premier est fixée la lentille  $L_1$  ; la lentille  $L_2$  est fixée sur le second.



La distance  $O_1O_2$  sera fixée égale à 170 mm (voir la feuille annexe).

L'objet  $AB$  observé est un quadrillage millimétrique éclairé, perpendiculaire à l'axe optique. Il se trouve placé à environ 4 centimètres de l'objectif.

L'œil de l'observateur est placé à quelques centimètres de la lentille  $L_2$ .

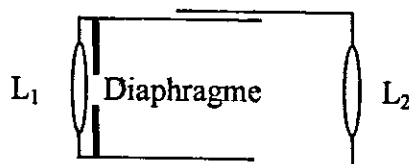
Données :

- l'axe optique principal est orienté dans le sens de propagation de la lumière,
- formules de conjugaison et de grandissement des lentilles minces :  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$  et

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} \text{ où } O \text{ est le centre optique d'une lentille, } A \text{ un point objet placé sur l'axe principal, } A' \text{ le point image de } A \text{ et } F' \text{ le foyer principal image.}$$

#### 1. Diaphragme.

Pourquoi la qualité de l'image observée est-elle améliorée lorsqu'on superpose un diaphragme de faible diamètre sur l'objectif ?



#### 2. L'image intermédiaire.

L'image finale étant vue nette à l'infini par l'observateur ayant un œil normal, l'image intermédiaire  $A'B'$  de l'objet  $AB$  donnée par l'objectif doit donc se situer dans le plan focal objet de l'oculaire  $L_2$ .

2.1. En utilisant la relation de conjugaison, vérifier que l'objet  $AB$  doit être situé à 38 mm pour que l'image intermédiaire  $A'B'$  soit dans le plan focal objet de l'oculaire.

$A'B'$  est-elle réelle ou virtuelle ?

2.2. La hauteur de l'objet  $AB$  étant égale à 4,0 mm, calculer celle de  $A'B'$ .

3. Construction de la marche de rayons lumineux à travers le microscope.

3.1. Sur le schéma de la feuille annexe, placer, en vraie dimension (échelle 1) :

- les foyers  $F_1$ ,  $F'_1$ ,  $F_2$ , et  $F'_2$  des lentilles  $L_1$  et  $L_2$ ,
- l'objet AB précédent.

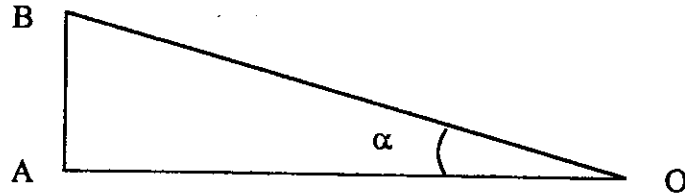
3.2. Construire l'image  $A'B'$  de AB.

3.3. Tracer deux rayons issus de  $B'$  et traversant l'oculaire  $L_2$ .

4. Grossissement.

- Rappel : pour tous les angles envisagés, on admettra que  $\tan \alpha \approx \alpha$  ( $\alpha$  en radians).

4.1. Le diamètre apparent  $\alpha$  d'un objet AB est l'angle sous lequel l'objet est vu depuis un point O distant de  $l = OA$ .



Calculer  $\alpha$ , en radians, pour l'objet AB de hauteur 4,0 mm distant de  $l = 250$  mm.

4.2.  $\alpha'$  est l'angle apparent sous lequel l'œil placé au foyer image  $F'_2$  de l'oculaire voit l'image définitive  $A''B''$ . Le positionner sur le schéma.

Calculer  $\alpha'$ .

4.3. On appelle grossissement du microscope le rapport  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ .

Calculer G.

4.4. Grossissement commercial.

On appelle intervalle optique de l'instrument la distance  $\Delta = F'_1 F_2$ . A condition d'exprimer  $\Delta$ ,  $f_1$  et  $f_2$  en mètres, le grossissement commercial du microscope, nombre sans dimension, est donné

par l'expression :  $G_c = \frac{0,25 \cdot \Delta}{f_1 \cdot f_2}$ .

Calculer  $G_c$ .

**Annexe relative à  
l'exercice IV  
(A RENDRE AVEC  
LA COPIE)**

Échelle 1 :  
- le long de l'axe optique 1 cm  
pour 1 cm,  
- perpendiculaire à l'axe optique 1  
cm pour 1 cm.

*Sens de propagation  
de la lumière*

