

nom :

TS 6 spé

CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES Durée conseillée : 45 minutes

12/12/11

Lors de la correction il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction de la copie.

Les réponses seront **justifiées** et données sous forme **littérale** puis **numérique** quand les données du texte le permettent.

## I- Synthèse d'un fébrifuge : l'acétanilide (10 points)

L'acétanilide  $C_6H_5 - NH - CO - CH_3$  fut l'un des premiers fébrifuges (médicaments combattant la fièvre) synthétisé par l'industrie chimique à partir de l'aniline et du vinaigre (solution aqueuse d'acide éthanoïque). C'est un solide blanc. Dans la synthèse décrite dans la suite, on remplacera l'acide éthanoïque par un dérivé de cet acide, l'anhydride éthanoïque.

Au lycée, on prépare l'acétanilide en suivant le protocole suivant.

### Étape 1 : synthèse de l'acétanilide.

- dans un ballon propre et sec, introduire  $V_1 = 15 \text{ mL}$  d'acide éthanoïque qui joue ici le rôle de solvant,  $V_2 = 20,0 \text{ mL}$  d'anhydride éthanoïque pur,  $n_3 = 0,10 \text{ mol}$  d'aniline et quelques grains de pierre ponce ;
- chauffer à reflux à  $80^\circ\text{C}$  pendant environ 20 minutes ;
- retirer le ballon et verser immédiatement 10 mL d'eau sans attendre le refroidissement en faisant attention aux vapeurs chaudes et acides ;
- lorsque l'ébullition cesse, ajouter 50 mL d'eau froide et agiter à température ambiante jusqu'à apparition des cristaux ;
- lorsque les premiers cristaux blancs apparaissent, ajouter 50 mL d'eau glacée et refroidir le ballon dans la glace jusqu'à cristallisation complète ;
- effectuer une filtration sous vide en rinçant à l'eau distillée froide.

### Étape 2 : purification du produit obtenu.

- ....., attendre la recristallisation ;
- effectuer une filtration sous vide ;
- placer le solide obtenu dans une coupelle préalablement pesée ;
- sécher à l'étuve à  $90^\circ\text{C}$  ;
- la masse du produit obtenu est  $m = 10,8 \text{ g}$ .

### Données :

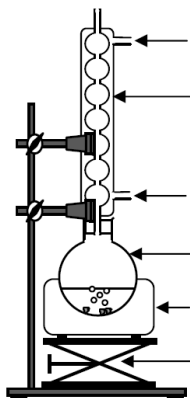
Espèce chimique	Aniline	Acétanilide	Anhydride éthanoïque	Acide éthanoïque
M en g/mol	93,0	135	102	60
Densité d	1,02	1,2	1,08	1,05
T fusion $^\circ\text{C}$	- 6,3	115	- 73	16
Solubilité dans l'eau	Très faible à froid, assez bonne à chaud	Très faible à froid, bonne à chaud	Grande à froid et à chaud	Grande à froid et à chaud
Solubilité dans l'eau + acide éthanoïque	Bonne à froid et très bonne à chaud	Très faible à froid, bonne à chaud	Grande à froid et à chaud	Grande à froid et à chaud
Solubilité dans l'éthanol	Très bonne à chaud et à froid	Très bonne à chaud et à froid		
Solubilité dans l'éther	Bonne à froid et très bonne à chaud	Bonne à froid et à chaud		

## 1. Questions à propos du mode opératoire.

### 1.1. À propos de l'étape 1.

#### 1.1.1. Légènder le schéma du montage à reflux.

/1



- 1.1.2. Pourquoi chauffer ? Pourquoi à reflux ? /1  
 1.1.3. En utilisant les données, justifier l'apparition des cristaux blancs après refroidissement. /1

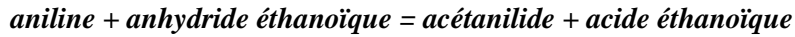
1.2. À propos de l'étape 2.

Les cristaux sont purifiés par recristallisation.

- 1.2.1. Rappeler les principales étapes d'une recristallisation. /1  
 1.2.2. En utilisant les données, proposer le solvant qui paraît le plus indiqué pour purifier par recristallisation, l'acétanilide. 1,5

2. Rendement de la synthèse.

L'équation de la réaction entre l'aniline et l'anhydride éthanoïque est :



Dans cette équation, tous les nombres stœchiométriques sont égaux à 1.

- 2.1. Montrer que l'anhydride éthanoïque est en excès. /1,5  
 2.2. Quelle masse maximale d'acétanilide peut-on espérer obtenir ? /1,5  
 2.3. Donner l'expression littérale puis calculer le rendement de cette synthèse. /1,5

II- Le microscope réel (10 points)

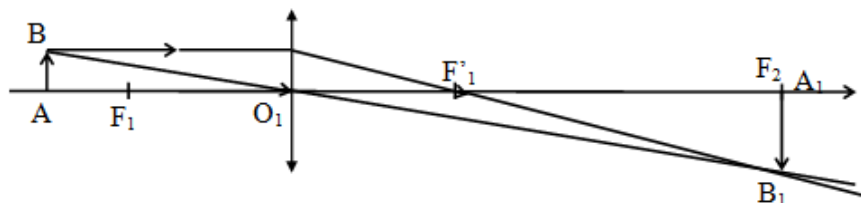
On utilise le microscope décrit dans le tableau ci-dessous.

Objectif $L_1$	distance focale $f'_1$	Grandissement $ \gamma_1  = 10$
Oculaire $L_2$	distance focale $f'_2$	Grossissement $G_2 = 5,0$
Intervalle optique $\Delta = F'_1F_2 = 160 \text{ mm}$		

L'objet observé est un grain de pollen microscopique, noté AB, fixé sur une lamelle de verre pour préparation placée à 17,6 mm du centre optique de l'objectif. La figure suivante modélise la situation.

La mise au point est effectuée de manière à ce que l'image finale soit à l'infini. L'œil est placé au voisinage du cercle oculaire.

1. À l'aide du schéma ci-dessous, montrer que la valeur absolue  $|\gamma_1|$  du grandissement de l'objectif de distance focale  $f'_1$  peut s'écrire  $|\gamma_1| = \frac{\Delta}{f'_1}$ . /1,5



2. En déduire la distance focale  $f'_1$  de l'objectif. /1  
 3. Le grossissement standard d'un microscope est  $G = |\gamma_1| \times G_2$ .

Sachant, qu'à 25 cm de l'œil le grain de pollen est vu sous un angle  $\alpha = 2,0 \times 10^{-4}$  rad, calculer l'angle  $\alpha'$  sous lequel est vue l'image finale du grain de pollen donnée par le microscope. /1,5

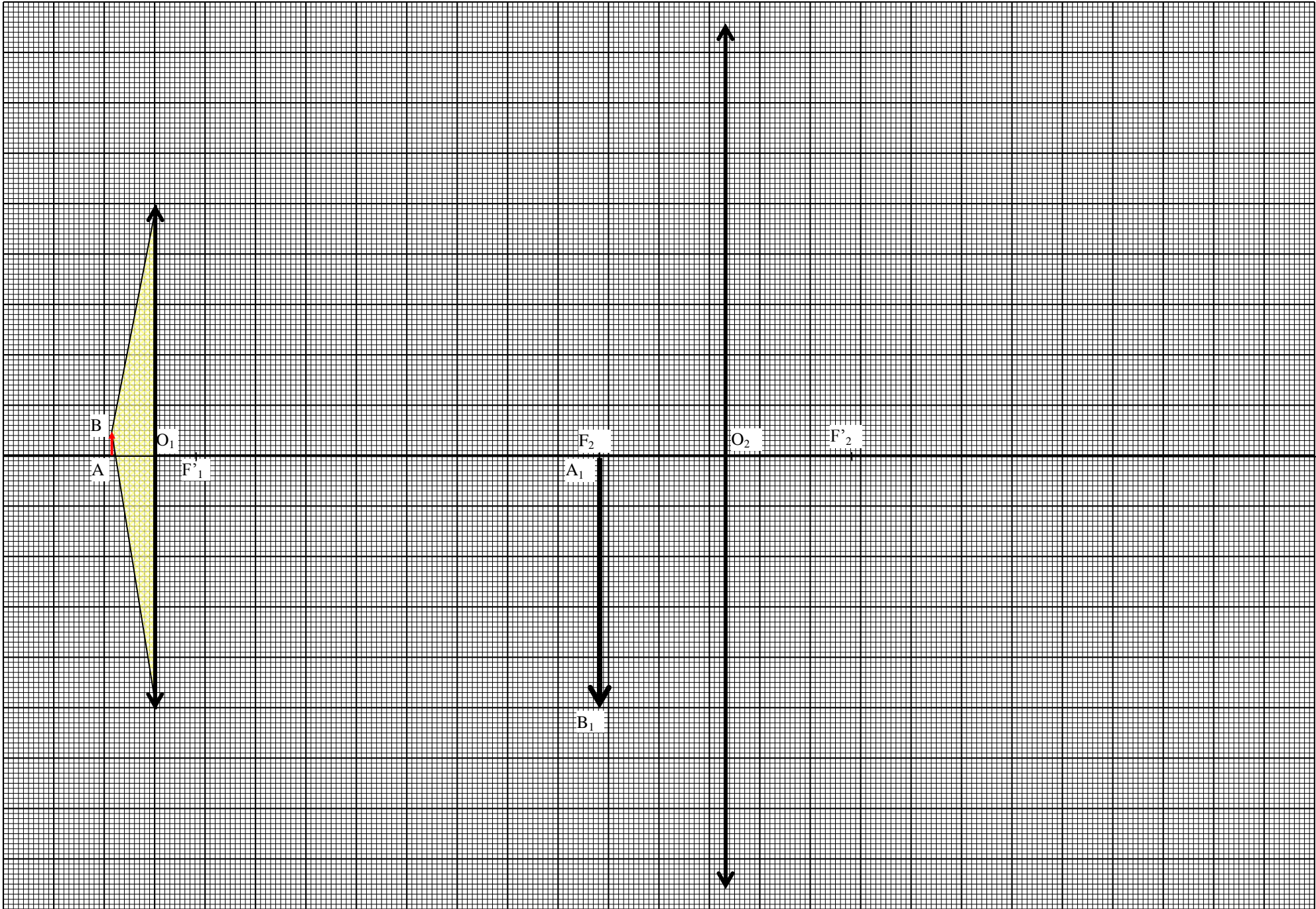
4. Autour du cercle oculaire.

- 4.1. Rappeler la définition du cercle oculaire. /1  
 4.2. Quel est l'intérêt pratique de mettre son œil au voisinage du cercle oculaire ? /1

5. Détermination graphique de la position du cercle oculaire.

La position et la taille du cercle oculaire peuvent être déterminées par des constructions. Considérons le faisceau lumineux issu de B illuminant la totalité de l'objectif (voir figure suivante).

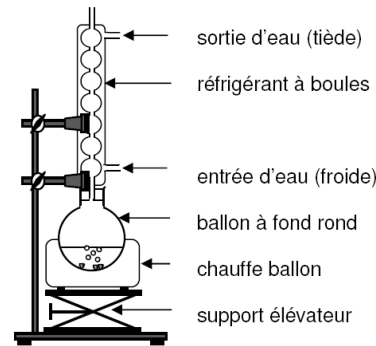
- 5.1. Construire la marche de ce faisceau lumineux à travers tout le microscope. /1,5  
 5.2. Construire la marche du faisceau lumineux le plus large issu de A à travers tout le microscope. /1,5  
 5.3. Identifier le cercle oculaire sur le schéma. /1



**I- Synthèse d'un fébrifuge****1. Questions à propos du mode opératoire.**

**1.1.1.** Voir ci-contre la légende du montage à reflux.

**1.1.2.** D'une part le chauffage **augmente la vitesse** de la réaction chimique. D'autre part le dispositif à reflux permet de **limiter les pertes** de substances chimiques. En effet les vapeurs produites lors du chauffage se condensent dans le réfrigérant à boules et ces substances retombent dans le ballon.



sortie d'eau (tiède)

réfrigérant à boules

entrée d'eau (froide)

ballon à fond rond

chauffe ballon

support élévateur

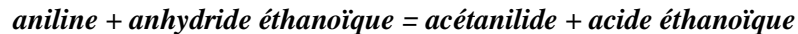
**1.1.3.** D'après les données, l'acétanilide a une **solubilité très faible** dans l'eau froide. L'acétanilide cristallise, des cristaux blancs apparaissent lors du refroidissement.

**1.2.1. Recristallisation :**

**1<sup>ère</sup> étape :** On dissout les cristaux dans la quantité minimale d'un solvant chaud.

**2<sup>ème</sup> étape :** On refroidit lentement de manière à ce que le produit recristallise. Les impuretés, en petite quantité, restent dissoutes dans le solvant froid.

**1.2.2.** Le solvant {eau+acide éthanoïque} est le **mieux adapté**. En effet l'acétanilide est soluble à chaud et très faiblement soluble à froid alors que l'aniline qui peut constituer une impureté est soluble à chaud et à froid.

**2. Rendement de la synthèse.**

$$2.1. \boxed{n_{\text{anhydride}} = m/M} \quad \text{avec} \quad \boxed{m = \rho \cdot V} \quad n_{\text{anhydride}} = \frac{1,08 \times 20}{102} = \frac{21,6}{102} = \mathbf{0,21 \text{ mol}}$$

Pour consommer la totalité de l'aniline on doit avoir  $n_{\text{anhydride}} = n_{\text{acétanilide}}$ .  
Dans le cas présent  $n_{\text{anhydride}} > n_{\text{aniline}}$  donc **l'anhydride est en excès**.

$$2.2. n_{\text{acétanilide max}} = x_{\text{max}} = n_{\text{aniline initial}} \Rightarrow n_{\text{acétanilide max}} = \mathbf{0,10 \text{ mol}} \text{ soit } m = n \cdot M = 135 \times 0,1 = \mathbf{13,5 \text{ g}}$$

$$2.3. \boxed{\text{rendement} = \frac{m_{\text{produit obtenu}}}{m_{\text{produit formé pour une réaction totale}}}} \quad \text{rendement} = \frac{10,8}{13,5} = \mathbf{0,80} \text{ soit}$$

80%

**II- Le microscope réel**

$$1. |\gamma_1| = A_1 B_1 / AB$$

Or en appliquant le théorème de Thalès aux deux triangles hachurés de sommet  $F'_1$  on peut écrire :

$$\frac{A_1 B_1}{AB} = \frac{F'_1 F_2}{F'_1 O_1} \quad \text{donc} \quad \boxed{|\gamma_1| = \frac{\Delta}{f'_1}}$$

$$2. \boxed{f'_1 = \frac{\Delta}{|\gamma_1|}} \quad \text{donc} \quad f'_1 = \frac{160}{10} = \mathbf{16 \text{ mm}}$$

$$3. \boxed{G = |\gamma_1| \times G_2} \quad \text{donc} \quad G = 10 \times 5 = \mathbf{50}$$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \quad \text{donc} \quad \boxed{\alpha' = G \times \alpha} \quad \text{donc} \quad \alpha' = 50 \times 2,0 \cdot 10^{-4} = \mathbf{1,0 \times 10^{-2} \text{ rad}}$$

**4. Autour du cercle oculaire.**

**4.1.** Le cercle oculaire est **l'image de l'objectif donnée par l'oculaire**.

**4.2.** Il peut être intéressant d'y placer son œil car **la luminosité est maximale** au niveau du cercle oculaire. En effet, tous les rayons captés par l'objectif passent par le cercle oculaire.

**5. Détermination graphique de la position du cercle oculaire.**

**5.1.** Tous les rayons issus de B passent par  $B_1$  puis émerge parallèlement entre eux. Le rayon parallèle à l'axe optique passant par  $B_1$  converge vers  $F'_2$  à la sortie de l'oculaire. Il donne l'orientation des rayons émergents.

**5.2.** Tous les rayons issus de A convergent vers  $A_1$ . Or ces rayons passent par  $F_2$  car  $A_1$  et  $F_2$  sont confondus. Ils émergent parallèlement à l'axe optique à la sortie de l'oculaire.

**5.3.** Les points images des extrémités de l'objectif correspondent à l'intersection des rayons issus de ces points objets à la sortie de l'oculaire. De plus le cercle oculaire correspond à l'endroit où le faisceau sur l'écran est le plus étroit.

