

? À rendre le mercredi 20 septembre 2023
Devoir Maison n°2 : Des plumes au microscope

Comment chercher un D.M. ?

- Commencer à chercher le DM, dès le soir de la distribution de l'énoncé,
- Avec le chapitre et les exercices ouverts sous les yeux.
- Chercher en groupe.
- En cas de blocage, poser des questions, à la fin d'un cours ou par mail : nvalade.pcsi@gmail.com
- La réponse à un problème de physique doit contenir :
 - des schémas grands, clairs et complets ;
 - des phrases qui expliquent votre raisonnement ;
 - les calculs littéraux, avec uniquement les grandeurs littérales définies par l'énoncé (ou par vous-même si elles ne le sont pas par l'énoncé) ;
 - les applications numériques avec un nombre adapté de chiffres significatifs et une unité.

Après avoir récupéré votre copie et le corrigé :

- Reprendre votre copie avec le corrigé afin de comprendre vos erreurs, lire les conseils donnés, ...
- Refaire le DM (si besoin) avant le DS suivant.



FIGURE 1 – Perroquets Ara (rouge vert bleu à gauche, bleu jaune à droite)

Les intervalles de longueurs d'onde de quelques couleurs sont fournis dans le tableau ci-dessous :

Couleurs	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet
λ en nm	620 – 780	590 – 620	580 – 590	500 – 580	450 – 500	380 – 450

À l'origine, la couleur des perruches à l'état sauvage est verte, mais la captivité chez cet oiseau, souvent élevé en nombre, a permis l'émergence de nouvelles couleurs, comme le bleu (photo 2). C'est notamment l'appauvrissement en pigments jaunes dans son plumage qui est indirectement responsable de cette coloration si particulière et rare dans le domaine animal.

De façon schématique, une plume est constituée essentiellement d'un rachis sur lequel pousse les barbes sur lesquelles naissent des barbules (figure 3). Le long des barbules prennent naissance à leur tour des crochets.



FIGURE 2 – Perruche bleue

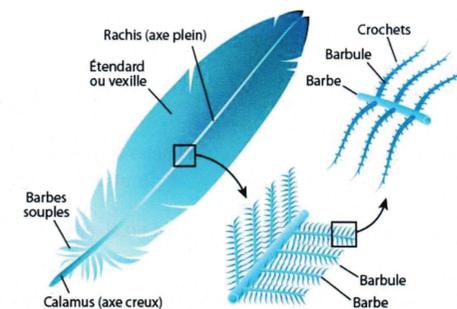


FIGURE 3 – Constitution d'une plume

Afin de déterminer l'origine physique de cette couleur bleue, on observe une partie AB d'une plume de perruche à l'aide d'un microscope optique.

Pour cela, on dispose :

- d'une première lentille, \mathcal{L}_1 (centre Q_1 , distance focale $f'_1 = 1,2$ cm), qui porte le nom d'objectif ;
- d'une deuxième lentille, \mathcal{L}_2 (centre O_2 , distance focale $f'_2 = 2,0$ cm), qui porte le nom d'oculaire.

La distance qui sépare le foyer image F'_1 de l'objectif et le foyer objet F_2 de l'oculaire est appelée intervalle optique, noté Δ , avec ici $\Delta = 16$ cm (figure 4).

L'observation se fait à l'aide d'un œil emmétrope (œil à vision normale) situé derrière l'oculaire.

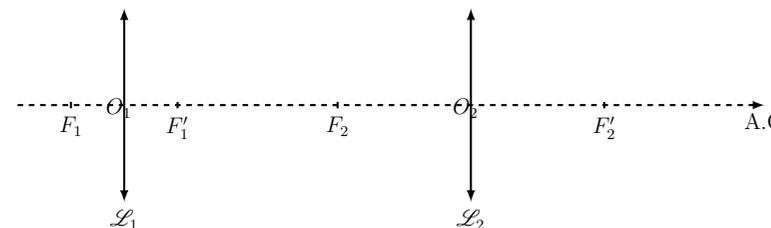


FIGURE 4 – Schéma du microscope

On se placera pour toute la suite dans les conditions de Gauss et dans l'approximation des petits angles. On note h la taille de l'objet AB observé.

On note A_1B_1 l'image de AB par l'objectif \mathcal{L}_1 , et A_2B_2 l'image finale.

Q1. Afin que l'observation puisse s'effectuer sans fatigue visuelle pour l'œil emmétrope, où doit être située l'image finale A_2 en sortie de \mathcal{L}_2 ? Dans quel plan se situe donc l'image intermédiaire A_1B_1 ?

Q2. Sur le document réponse (Figure page 4), placer l'image intermédiaire A_1B_1 , puis tracer la marche d'au moins deux rayons lumineux à travers le microscope (dont celui parallèle à l'axe optique entre les deux lentilles), en déduire l'objet AB observé, et les rayons émergents.

Enfin, représenter le diamètre angulaire α' de l'image finale vue par l'œil, c'est-à-dire l'angle sous lequel est vue l'image finale.

Q3. Pour une lentille conjuguant un objet AB et une image $A'B'$, où A est sur l'axe optique, rappeler la relation de conjugaison de Newton et les relations de grandissement de Newton, avec origine aux foyers.

Q4. Montrer que la grandeur $\gamma_1 = \frac{A_1B_1}{AB}$, appelée grandissement transversal de l'objectif, s'écrit :

$$\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f'_1}$$

Q5. Exprimer le diamètre angulaire α' de l'image vue par l'observateur au travers du microscope en fonction de A_1B_1 et f'_2 , puis en fonction de γ_1 , h et f'_2 , et enfin en fonction de f'_1 , f'_2 , h et de Δ .

En l'absence de dispositif, l'œil voit net un objet situé à une distance comprise entre d_m et d_M , avec $d_m < d_M$

Q6. Quels noms donne-t-on aux points objets correspondant à ces distances ? Donner une valeur à d_m et d_M pour un œil emmétrope.

Q7. Déterminer l'expression du diamètre angulaire α de l'objet AB vu sans instrument et situé à une distance d_m de l'œil (figure 5).

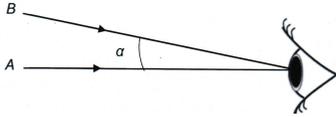


FIGURE 5 – Diamètre ou distance angulaire

Q8. En déduire que la grandeur $G_C = \left| \frac{\alpha'}{\alpha} \right|$, appelée grossissement commercial du microscope, s'écrit :

$$G_C = \frac{d_m \Delta}{f'_1 f'_2}$$

Faire l'application numérique avec $d_m = 25$ cm.

L'image d'une partie d'une plume est donnée ci-après (photo 6) :

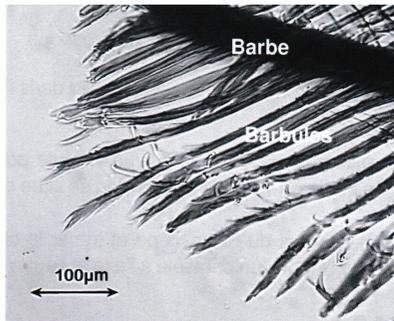


FIGURE 6 – Image d'une plume de perruche à l'aide d'un dispositif non précisé

Q9. Par mesure sur la photo 6, donner une estimation de la distance entre deux crochets situés au bout des barbules.

Q10. On rappelle que la résolution angulaire de l'œil nu est $\varepsilon = 1'$. Ces crochets peuvent-ils être distingués directement sans instruments ? Pourront-ils être distingués avec le microscope utilisé précédemment ?