

Couleurs interférentielles des colibris :

Compétences : raisonner ; argumenter.

Les couleurs des animaux sont pour la plupart dues à des pigments. Mais, chez certains insectes et certains oiseaux, la production de couleurs provient d'interférences lumineuses. C'est le cas du plumage des colibris. Leurs plumes sont constituées d'un empilement de petites lames transparentes qui réfléchissent la lumière.

Pour comprendre le phénomène, une lame de plume est modélisée par un parallélépipède transparent d'épaisseur « e », d'indice de réfraction n , placé dans l'air. Le schéma ci-dessous, représente cette lame en coupe.

Les deux rayons réfléchis par la lame à faces parallèles se superposent sur la rétine de l'observateur et y interfèrent. Pour un angle de réfraction « r » donné, la différence de marche notée δ des rayons dépend de l'épaisseur « e » de la lame et de son indice de réfraction n . Elle est donnée par la relation :

$$\delta = (2 \cdot n \cdot e \cdot \cos r) + \frac{\lambda}{2}$$

Cet indice n dépend de la longueur d'onde de la radiation. Parmi toutes les radiations de la lumière solaire, on s'intéresse à celles de longueur d'onde $\lambda_R = 750\text{nm}$ (rouge) et $\lambda_V = 380\text{nm}$ (violet). On prendra $e = 0,15 \mu\text{m}$.

1. Pourquoi les ondes qui interfèrent dans cette situation peuvent-elles être qualifiées de cohérentes ?
2. Quelle condition doit vérifier la différence de marche pour que les interférences des deux rayons soient constructives ?
3. Même question pour qu'elles soient destructives ?
4. Pour un angle de réfraction $r = 20^\circ$, vérifier par le calcul que les interférences des deux rayons sont constructives pour le rouge (indice de réfraction pour cette radiation est $n_R = 1,33$) et destructives pour le violet (indice de réfraction pour cette radiation $n_V = 1,34$).
5. La couleur observée correspond à une longueur d'onde pour laquelle les interférences sont constructives.

Pour quel angle de réfraction r observe-t-on une coloration violette ?

6. La couleur observée dépend-elle de l'angle d'incidence ? Justifier votre réponse. En déduire une méthode expérimentale pour distinguer la nature d'une couleur, pigmentaire ou interférentielle.

