

A La convergence des couleurs

Doc. 1 Les aberrations chromatiques

En optique, les aberrations chromatiques désignent les différences de mise au point observées pour des rayons lumineux de longueurs d'ondes λ différentes. Ce phénomène est dû à la dispersion de la lumière polychromatique à travers les milieux transparents dont l'indice n dépend de la longueur d'onde λ . Plus les rayons lumineux possèdent une courte longueur d'onde, plus la distance focale est courte. Les deux images ci-dessous illustrent le phénomène : en bas, une photographie montrant de fortes aberrations chromatiques ; en haut, une photographie équivalente obtenue en limitant ces aberrations.



Doc. 3 Longueur d'onde et distance focale

Pour une lentille convergente symétrique, de rayon de courbure R et d'indice de réfraction n , la distance focale f' correspond à :

$$f' = \frac{R \cdot n_{\text{air}}}{2(n - n_{\text{air}})}$$

Longueurs d'onde λ (nm)	650	540	480
Indice du verre n	1,666	1,674	1,681

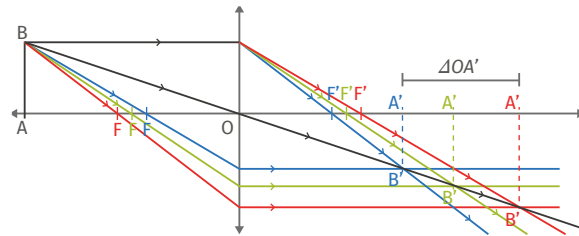
Doc. 2 Relations de conjugaison et grandissement

Pour un système optique, on désigne par f' la distance focale. Cette distance focale est liée aux distances algébriques objet-centre optique notée \overline{OA} et image-centre optique du système notée $\overline{OA'}$ par la relation dite de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

D'autre part, on définit le grandissement γ par les rapports suivants :

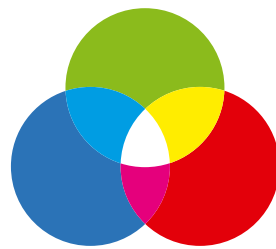
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$



Données

- Rayon de courbure de la lentille : $R = 10,2 \text{ cm}$;
- Indice de réfraction de l'air : $n_{\text{air}} = 1,00$.

Doc. 4 Synthèse additive des couleurs



Questions

On souhaite étudier les aberrations chromatiques d'une lentille convergente avec un verre fortement dispersif.

1. Calculer les trois distances focales de la lentille, notées f'_r , f'_v et f'_b respectivement pour des rayons lumineux de couleur rouge à 650 nm, vert à 540 nm et bleu à 480 nm.

On réalise les projections successives de trois objets colorés sur un écran à travers la lentille convergente. Ces objets se trouvent à une distance de 10,0 m de la lentille.

On simplifie l'étude en considérant que la lumière blanche éclairant les objets n'est constituée que de trois composantes rouge, verte et bleue dont les longueurs d'ondes correspondent à celles évoquées dans le doc 3.

2. Quelles sont les deux longueurs d'ondes des rayonnements qui sont responsables de la couleur d'un objet jaune, celles responsables de la couleur d'un objet magenta et d'un objet cyan ?
3. Pour chacun de ces trois objets, estimer l'écart de mise au point $\Delta \overline{OA'}$ entre les composantes lumineuses qu'il diffuse. Pour quel objet cet écart est-il le plus important ?

B La radioactivité γ

Doc. 1 Fission nucléaire de l'uranium 235

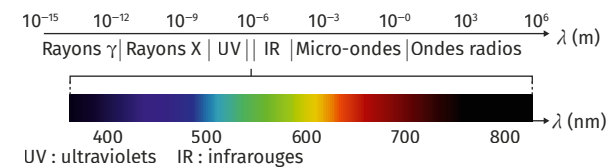


L'une des manières de produire de l'électricité est de récupérer l'énergie thermique produite par la fission de noyaux instables comme l'uranium 235 et de la convertir en énergie électrique. Cette réaction est appelée fission nucléaire car, au cours de la réaction, les noyaux d'uranium 235 se scindent en plusieurs noyaux plus petits.

Le parc nucléaire français est composé de 58 réacteurs à eau pressurisée et a produit en 2017 près de 380 000 GW·h d'énergie transférée sous forme électrique. Il se sert exclusivement de l'uranium 235 comme combustible nucléaire.

Doc. 3 Domaines des ondes électromagnétiques

En fonction de leur application en physique ou dans l'industrie, on utilise la notion de domaine pour les ondes électromagnétiques. Ceux-ci se distinguent entre eux par leurs domaines de longueurs d'ondes :



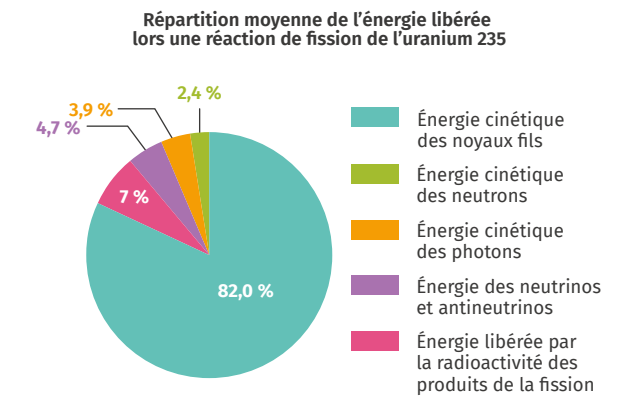
Questions

1. Déterminer l'énergie dégagée lors de la désintégration d'un noyau d'uranium.
2. En déduire d'après le doc. 2 celle d'un photon γ .
3. En déduire une justification de l'appellation rayons γ utilisée pour décrire les photons émis lors de la fission nucléaire des noyaux d'uranium 235.

Doc. 2 Répartition moyenne de l'énergie produite

Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235, l'énergie libérée est fragmentée et associée à différentes particules.

En moyenne, un réacteur nucléaire réalise la fission de 10 mol d'uranium 235 par jour.



Toute cette énergie n'est cependant pas récupérable dans les réacteurs nucléaires. En effet, les neutrinos et antineutrinos émis s'échappent du cœur et ne participent pas à l'échauffement du fluide caloporteur. Toutes les autres énergies sont converties en énergie par transfert thermique.

Toutefois, la conversion énergétique permettant de passer de l'énergie de transfert thermique à l'énergie de transfert électrique ne possède qu'un rendement moyen de $\eta = 33 \%$ dans les centrales nucléaires.

Données

- Conversion d'unités d'énergie : $1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3600 \text{ J}$;
- Constantes : $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.