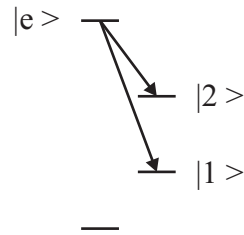


# Ingénierie optique, série d'exercices 11, du 1 décembre 2025

## Exercice 1

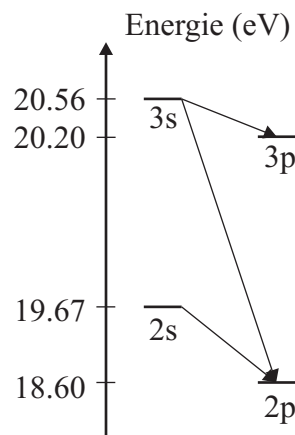


La durée de vie  $\tau$  (unités [s]) d'une transition optique est l'inverse du nombre de transitions par unité de temps  $p$  (unités [ $s^{-1}$ ]).

Un atome excité dans le niveau  $|e\rangle$  peut effectuer une transition soit vers le niveau  $|1\rangle$  soit vers le niveau  $|2\rangle$ . La durée de vie pour la transition vers le niveau  $|1\rangle$  est  $\tau_1$  et celle vers le niveau  $|2\rangle$  est  $\tau_2$ . Calculer la durée de vie totale pour le niveau  $|e\rangle$ .

*Indication* : on peut faire un parallèle entre ce système et le courant qui s'écoule dans les deux résistances en parallèle qui forment un diviseur de courant.

## Exercice 2



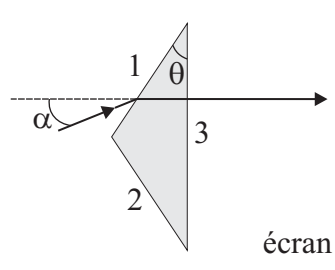
Les transitions dans un laser He-Ne sont représentées ci-dessus. Il existe trois transitions possibles.

Déterminer la longueur d'onde associée à chaque transition ainsi que son domaine spectral (IR, visible, UV ; etc...).

## Exercice 3

On souhaite fabriquer une OLED blanche. On dispose déjà d'un émetteur quasi-monochromatique à  $\lambda = 590 \text{ nm}$  ; utiliser le diagramme de chromaticité pour déterminer quelle(s) couleur(s) additionnelle(s) on peut utiliser si on veut faire une OLED avec a) seulement deux couleurs ou b) avec trois couleurs ?

## Exercice 4

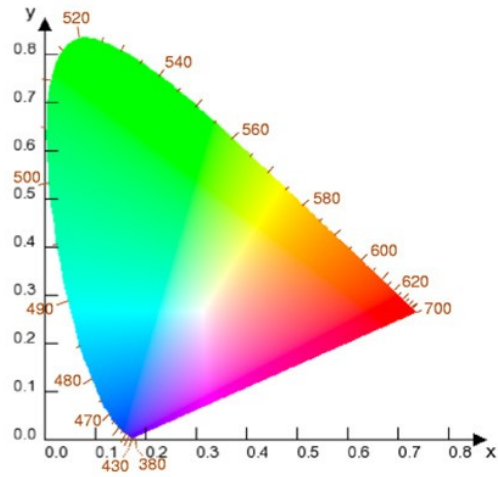


On souhaite réorienter à l'aide d'un prisme une onde plane harmonique se propageant selon la flèche ci-dessus en sorte qu'elle arrive perpendiculairement sur l'écran (c'est à dire que l'onde ressorte perpendiculairement à la face 3). Le prisme a un profilé isocèle avec un angle  $\theta$ . L'onde plane arrive avec un angle  $\alpha$  comme indiqué sur la figure, elle entre dans le prisme sur la face 1 et ressort par la face 3 du prisme.

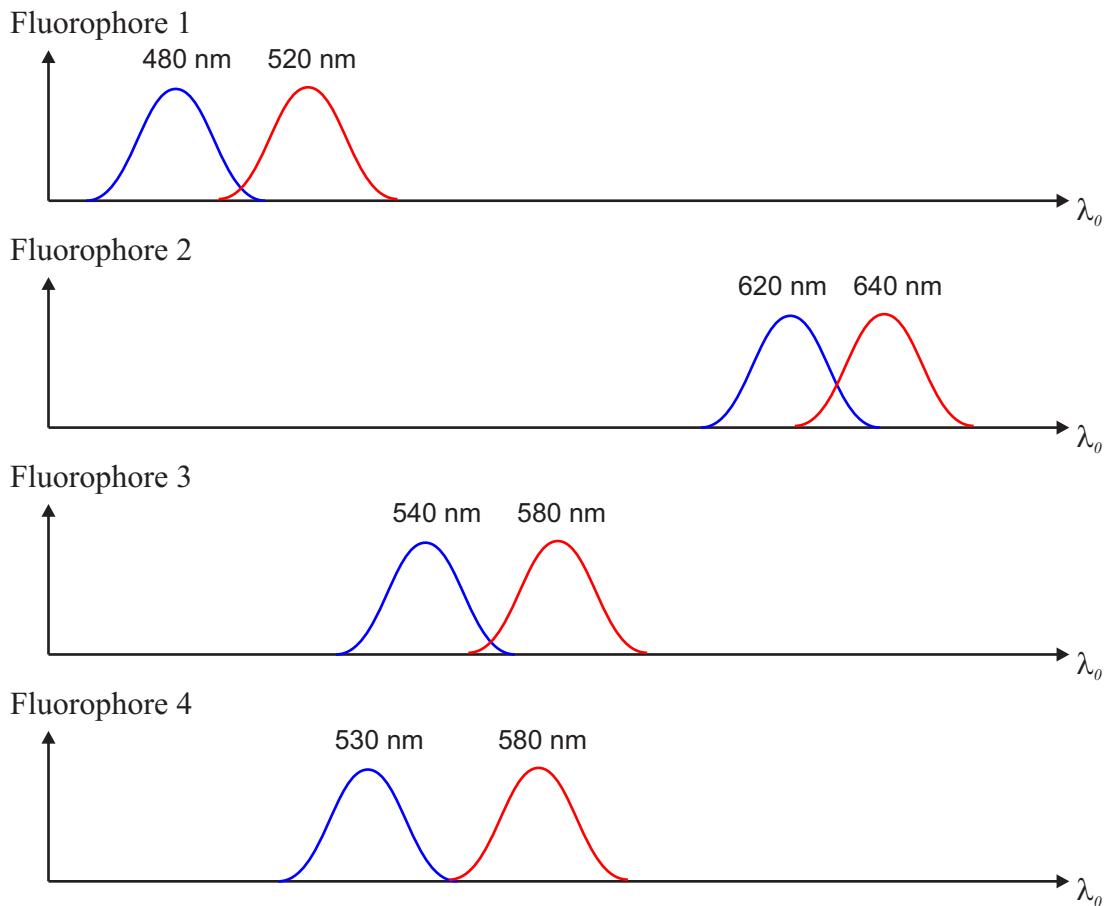
- a) On suppose tout d'abord que l'indice de réfraction du prisme est  $n = 1.5$ . Est-il possible de réaliser l'expérience ci-dessus avec un prisme dont l'angle est  $\theta = 45^\circ$ ? Justifier la réponse (indication : dans une expérience d'optique géométrique comme celle-ci, la lumière doit pouvoir passer dans les deux directions, de gauche à droite et de droite à gauche).

Pour la suite de l'exercice on suppose que l'angle du prisme est  $\theta = 30^\circ$ .

- b) En réalité, l'indice de réfraction du prisme dépend de la longueur d'onde. On considère maintenant deux ondes avec comme longueur d'onde  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ . L'indice de réfraction du prisme est  $n_1 = 1.52$  pour  $\lambda_1$  et  $n_2 = 1.51$  pour  $\lambda_2$ . Calculer les angles d'incidence  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  pour chacune de ces ondes.
- c) Calculer les fréquences angulaires  $\omega_1$  et  $\omega_2$  de ces deux ondes, on prendra pour la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .
- d) On s'intéresse à la partie temporelle de la superposition des deux ondes sur l'écran et on suppose que l'amplitude de chaque onde vaut 1. En utilisant  $U_1(t) = \cos(\omega_1 t)$  et  $U_2(t) = \cos(\omega_2 t)$  trouver une expression pour la superposition de ces deux ondes et décrire brièvement le phénomène correspondant avec quelques mots et en faisant un dessin.
- e) Le phénomène décrit au point précédent donne lieu à l'apparition d'une couleur supplémentaire sur l'écran (en plus des couleurs associées à  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ ), calculer sa longueur d'onde et indiquer la position de cette couleur sur le diagramme de chromaticité ci-dessous.
- f) On utilise un détecteur ultra-rapide avec un temps de réponse minimum de 100 fs pour enregistrer la superposition de ces deux ondes. Peut-on résoudre la modulation de la lumière sur l'écran, justifier la réponse.



### Exercice 5



On considère les quatre fluorophores ci-dessus, où on a indiqué pour chacun le spectre d'absorption en bleu et celui d'émission en rouge, avec la longueur d'onde maximale correspondante.

- Déterminer le Stoke shift pour chaque fluorophore.
- Quelle(s) paire(s) of fluorophores peut-on combiner pour réaliser du FRET. Quelle serait la combinaison la plus efficace ?