EXERCICE 3 : LA LUMIÈRE, UNE ONDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE (4 points)

1. L'onde lumineuse et ses caractéristiques :

On rappelle que dans le vide, toutes les ondes électromagnétiques ont la même célérité $c = 3{,}00 \times 10^8$ m.s^{-1}.

1.1. Pour une radiation de fréquence ν, donc de période T et de longueur d'onde λ, se propageant dans le vide à la célérité c, on propose les relations suivantes :

(a) $\lambda = \frac{c}{\nu}$ (b) $T = \frac{c}{\lambda}$ (c) $\lambda = c.T$

1.1.1. Donner la définition de la longueur d'onde

1.1.2. Préciser l'unité de λ. Choisir dans les relations précédentes la (ou les) relation(s) correcte(s).

1.2. Une lampe à vapeur de lithium émet dans le vide une radiation intense de longueur d'onde λ égale à 571 nm.
Déterminer la fréquence de cette radiation dans le vide.

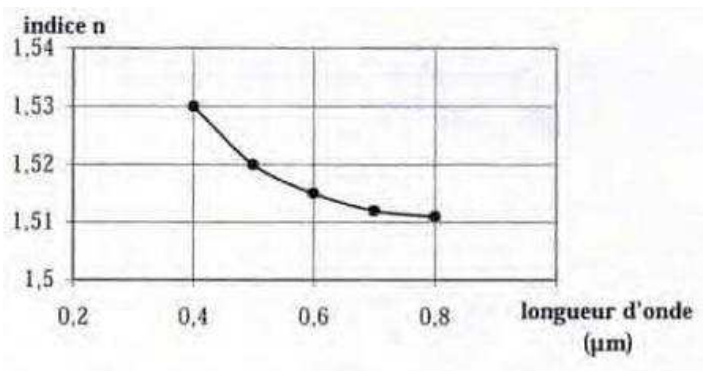
1.3. La radiation émise par la lampe à vapeur de lithium traverse un milieu transparent d'indice n =1,5.
Un élève curieux s'interroge sur les caractéristiques de cette radiation dans ce milieu transparent puis il affirme : « la fréquence est inchangée et la longueur d'onde maintenant égale à 380 nm ».
Ces affirmations sont-elles justes ou erronées ? Justifier.

Données : n : indice de réfraction d'un milieu transparent

$n = \frac{c}{v}$ avec v célérité de la lumière dans le milieu envisagé.

2. Analyse d'une lumière complexe ; le spectromètre à prisme.

2.1. Ce spectromètre utilise les propriétés dispersives d'un prisme en verre. Lorsqu'une lumière polychromatique est dirigée vers l'une des faces d'un prisme, chaque radiation est déviée d'un angle qui dépend de l'indice et donc de la longueur d'onde dans le vide λ.
Ci-dessous est représentée la variation de l'indice d'un verre en fonction de la longueur d'onde λ.



2.1.1. Qu'appelle-t-on une lumière polychromatique ?

2.1.2. À quelles couleurs sont associées les longueurs d'onde correspondant aux limites du domaine visible ?

2.1.3. À l'aide du graphique, déterminer les indices du prisme en verre pour ces longueurs d'onde limites.

2.2. Une lumière émise par une lampe à vapeur de mercure contient trois radiations intenses de longueur d'onde : 440 nm, 550 nm et 580 nm.

2.2.1. On place sur le trajet de la lumière un filtre qui ne laisse passer que la radiation de longueur d'onde 440 nm et on l'envoie vers le prisme réalisé avec le verre précédent sous une incidence $i_1 = 45°$ (voir la **figure 1** donnée en **annexe**).

2.2.1.1. La radiation subit une première réfraction en I sur la face AB du prisme.
On rappelle la loi de la réfraction :

$$n_1.\sin(i_1) = n_2.\sin(i_2)$$

Milieu (1) : air d'indice : $n_1 = 1$ quel que soit λ. Milieu (2) : verre.
Déterminer l'angle de réfraction dans le prisme pour cette radiation.
Tracer approximativement le rayon réfracté à l'intérieur du prisme sur la **figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie.**

2.2.1.2. À la traversée de la face AC, une nouvelle réfraction se produit en I' et un rayon sort du prisme en présentant un angle de déviation D par rapport au rayon incident en I.
Compléter la marche du rayon lumineux sur la **figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie** et noter l'angle de déviation D.

2.3. On enlève le filtre et un écran est placé après le prisme.

Que visualise-t-on sur l'écran lorsque le prisme reçoit l'ensemble de la lumière émise par la lampe à vapeur de mercure ? Justifier.

3. Émission de la lumière.

3.1. La radiation la plus intense émise par la lampe à vapeur de mercure est de couleur violette et correspond à $\lambda = 440$ nm.

3.1.1. Exprimer le quantum d'énergie associé à cette émission.

3.1.2. Calculer en joule, puis en eV, l'énergie des photons associés.

3.2. Comment interprète-t-on l'émission de photons par les atomes ?

Données : constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s
$1 \text{ eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}$ J

ANNEXE : **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Figure 1 :

