

La totalité du sujet sera rendu avec la copie. Vous pouvez directement répondre sur cet énoncé. Si vous n'avez pas assez de place, rappelez sur votre copie, le numéro de l'exercice et de la question.

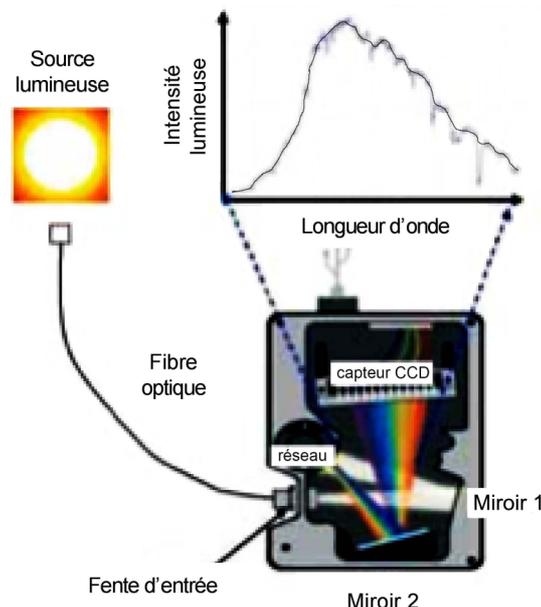
Exercice 1 : Obtention d'un spectre en TP. (/7)

1. Lors du TP, on a, pour obtenir un spectre, d'abord réaliser l'image d'une fente (de taille AB, où A est la position de repérage sur l'axe optique par rapport au centre optique de la lentille). Cette fente, se comportant comme un objet lumineux, était situé à 28 cm d'une lentille convergente de distance focale $OF' = 20$ cm. Déterminer par le calcul la distance séparant le centre optique de la lentille à l'image nette de la fente obtenue sur l'écran. (5)

2. En déduire que l'encombrement global du montage a une valeur voisine $AA' = AO + OA' \approx 1$ m (2)

Exercice 2 : principe d'un spectromètre nouvelle génération (/15)

Le spectrophotomètre à capteur CCD est une solution pratique à mettre en œuvre pour visualiser et enregistrer des spectres sur ordinateur. Les spectromètres permettent de séparer spatialement les couleurs de la lumière afin de mesurer l'intensité lumineuse correspondant à chaque longueur d'onde. La lumière entre dans le spectromètre par la fente d'entrée très fine. La lumière est réfléchiée par un premier miroir sur le système dispersif, puis un deuxième miroir renvoie la lumière décomposée sur le détecteur. Le détecteur peut être une barrette CCD linéaire ou un capteur CCD matriciel comme celui utilisé dans une webcam. Il est possible d'utiliser une fibre optique pour guider la lumière à analyser sur la fente d'entrée, mais elle n'est pas indispensable au fonctionnement du spectromètre, si la source d'émission est suffisamment proche de la fente d'entrée. On pointe la fente d'entrée du spectromètre (ou la fibre optique) vers la source de lumière (soleil, néon, ampoule, DEL, laser, flamme, etc...). Le spectromètre connecté par USB à l'ordinateur et son logiciel associé permettent de visualiser la courbe d'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde qui s'affiche instantanément sur toute la largeur du spectre. Ci joint à droite le dessin et les données techniques d'un spectromètre (SPECTRA-1).



- 1. Quel est d'après le dessin du spectromètre le système dispersif utilisé pour décomposer la lumière ? (1)
- 2. Citez au moins 3 avantages du spectromètre (SPECTRA-1) par rapport au montage qui nous avait permis de visualiser des spectres en TP. (3)

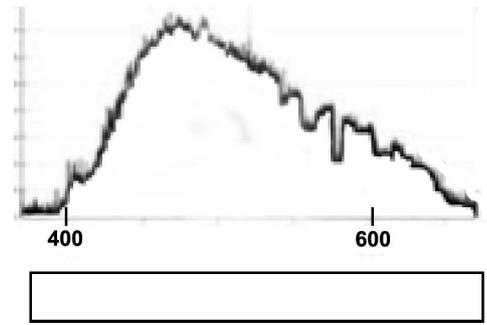
1. SPECTRA - 1	
GAMME SPECTRALE	360 - 940 nm
RÉSOLUTION	3 nm
CAPTEUR	Matrice CCD [type Webcam]
NOMBRE DE PIXELS	1280 par ligne
FENTE D'ENTRÉE	40 µm
CONNEXION	USB 2.0
ENCOMBREMENT	60X60X120 mm

- 3. Quel(s) type(s) de radiation(s) couvre la gamme spectrale de ce spectromètre ? (3)
- 4. Sachant la largeur du capteur est $L = 50$ mm, quelle est la taille d'un pixel $t(P)$? (2)
- 5. a) Sachant que l'intervalle de longueur d'onde sur la gamme spectrale $\Delta\lambda$ obtenue sur le capteur, n'occupe que $n = 600$ pixels, déterminer la résolution d'un pixel en longueur d'onde, c'est à dire l'intervalle de longueur d'onde que couvre un pixel : $\Delta\lambda(P)$. (4)

5. b) Sachant que sur le spectre on définit arbitrairement la résolution R du spectromètre comme l'intervalle de longueur d'onde séparant 3 pixels, retrouvez la valeur de R donnée dans le tableau des caractéristiques techniques. (2)

Exercice 3 : Etude de spectre d'une étoile (/11)

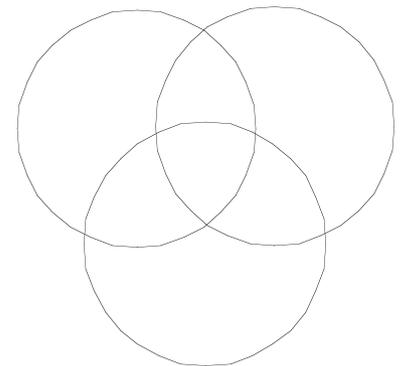
On a obtenu grâce au spectromètre (SPECTRA-1, associé à un autre système optique) le profil spectral d'une étoile, observée de la terre.
L'étoile peut être assimilée à un corps noir, la loi de Wien est donc applicable :
 $T \cdot \lambda_{\max} = \sigma$ où σ est une constante égale à $2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$ ou $2,898 \cdot 10^6 \text{ nm.K}$



1. a) Quelles sont les grandeurs visualisées en abscisse et en ordonnée.
Donner le symbole et l'unité de la grandeur portée en abscisse. (/ 4)
1. b) colorer le bandeau (représentant le spectre continu obtenu) en dessous du profil spectral. (/3)
2. Quelle est la valeur approximative de la température de la photosphère de l'étoile à partir du profil spectral. (/4)

Exercice 4 : Un peu de cours (/7)

1. Qu'appelle-t-on, pour un scientifique, la synthèse additive d'une lumière colorée ? (/ 3)
2. Complétez le cercle chromatique de la synthèse soustractive :
Indiquez le nom des couleurs correspondantes (/4)



Exercice 5 : Les couleurs du poivron (/12)

Un poivron, éclairé en lumière blanche, est jaune.

1. a) Quelles sont les couleurs des lumières diffusées par le poivron ? (/ 2)
 1. b) Quelles sont les couleurs des lumières absorbées par le poivron ? (/ 2)
 2. Compléter le schéma suivant en donnant le nom des phénomènes impliqués : (/ 5)
-
- Le schéma illustre un rectangle vertical étiqueté 'Peau du poivron'. Une flèche pointant vers le haut est étiquetée 'Lumière blanche'. Deux flèches divergentes sortent du rectangle vers le bas et à droite, indiquant la décomposition de la lumière.
3. De quelle couleur apparaîtra le poivron éclairé :
 3. a) en lumière verte ? Justifier. (/ 1)
 3. b) en lumière magenta ? Justifier. (/ 1)
 4. Sous quel éclairage cet objet serait-il perçu noir ? Justifier. (/ 1)

Exercice 1 : Obtention d'un spectre en TP. (/7)

1. Lors du TP, on a, pour obtenir un spectre, d'abord réaliser l'image d'une fente (de taille AB, où A est la position de repérage sur l'axe optique par rapport au centre optique de la lentille). Cette fente, se comportant comme un objet lumineux, était située à 28 cm d'une lentille convergente de distance focale $OF' = 20$ cm. Montrer par le calcul que l'image nette obtenue sur un écran se trouvait à une distance du centre optique de la lentille voisine de 70 cm. (/5)

On utilise la loi de conjugaison (+ 0,25) : l'image doit être formée nette sur l'écran (+0,25)

Enoncé 1 : $1/OA' = 1/OF' + 1/OA$ (1) si seulement $C = -1/OA + 1/OA'$ ou pas de valeur algébrique 0,5)

$1/OA' = +1/0,20 - 1/(28 \cdot 10^{-2})$ (2) alors $1/OA' = 5,0 - 100/28 = 5,0 - 3,6 = 1,4 \text{ m}^{-1}$ (1) si pas d'unité (+ 0,25)

soit $OA' = 1/1,4 = 0,71 \text{ m} = 71 \text{ cm}$ (1) Cette fente, se comportant comme un objet lumineux, son image nette obtenue sur un écran était située à 71 cm d'une lentille convergente de distance focale $OF' = 20$ cm. Montrer par cette fente se trouvait à une distance du centre optique de la lentille voisine de 30 cm. (/5) **On utilise la loi de conjugaison (+ 0,25) : l'image doit être formée nette sur l'écran (+0,25)**

2. En déduire que l'encombrement global du montage a une valeur voisine $AA' = AO + OA' = 1 \text{ m}$ (/2)

$AA' (0,25) = OA' - OA (0,25) = -(-28) + 70 (0,5) = 98 \text{ cm} (0,5)$ voisin de 1,0 m (0,5)

Exercice 2 : principe d'un spectromètre nouvelle génération (/15)

Le spectrophotomètre à capteur CCD est une solution pratique à mettre en œuvre pour visualiser et enregistrer des spectres sur ordinateur.

Les spectromètres permettent de séparer spatialement les couleurs de la lumière afin de mesurer l'intensité lumineuse correspondant à chaque longueur d'onde. La lumière entre dans le spectromètre par la fente d'entrée très fine.

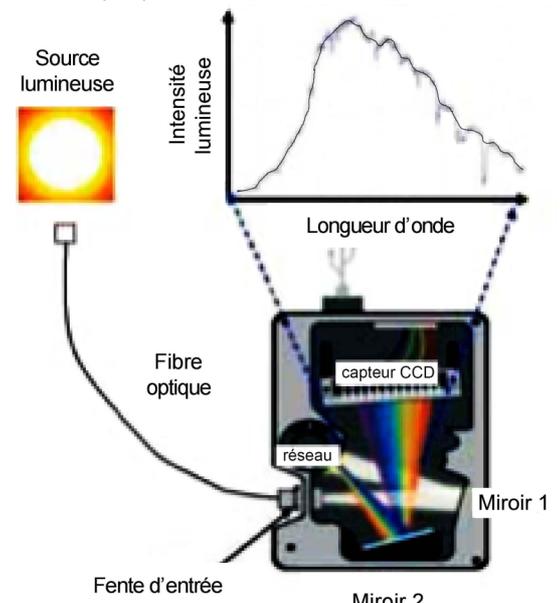
La lumière est réfléchiée par un premier miroir sur le système dispersif, puis un deuxième miroir renvoie la lumière décomposée sur le détecteur.

Le détecteur peut être une barrette CCD linéaire ou un capteur CCD matriciel comme celui utilisé dans une webcam. Il est possible d'utiliser une fibre optique pour guider la lumière à analyser sur la fente d'entrée, mais elle n'est pas indispensable au fonctionnement du spectromètre, si la source d'émission est suffisamment proche de la fente d'entrée.

On pointe la fente d'entrée du spectromètre (ou la fibre optique) vers la source de lumière (soleil, néon, ampoule, DEL, laser, flamme, etc...).

Le spectromètre connecté par USB à l'ordinateur et son logiciel associé permettent de visualiser la courbe d'intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde qui s'affiche instantanément sur toute la largeur du spectre.

Ci joint à droite le dessin et les données techniques d'un spectromètre (SPECTRA-1).



	Miroir 2
GAMME SPECTRALE	360 - 940 nm
RÉSOLUTION	3 nm
CAPTEUR	Matrice CCD (type Webcam)
NOMBRE DE PIXELS	1280 par ligne
FENTE D'ENTRÉE	40 μm
CONNEXION	USB 2.0
ENCOMBREMENT	60X60X120 mm

1. Quel est d'après le dessin du spectromètre le système dispersif utilisé pour décomposer la lumière ? (/1) **Le dispositif dispersif (0,25) est un réseau (0,75) (à réflexion ici et non à transmission comme dans TP) pas de phrase (-0,5)**

2. Citez au moins 3 avantages du spectromètre (SPECTRA-1) par rapport au montage qui nous avait permis de visualiser des spectres en TP. (/3) **encombrement réduit, pas besoin de règle (appareil étalonné) (1*3) gamme spectrale plus étendue que le visible, obtention d'un profil spectral (avec les valeurs des intensités pour chaque longueur d'onde) si seulement plus précis (0,5) Tout autre avantage raisonné et scientifique peut être compté juste**

3. Quel(s) type(s) de radiation(s) couvre la gamme spectrale de ce spectromètre ? (/3) **de 360 nm à 400 nm UV proche (1*3) de 400 nm à 800 nm visible, valeurs de référence non données (- 1) de 800 nm à 940 nm le proche IR, si seulement visible est cité (0,5)**

4. Sachant la largeur du capteur est $L = 50$ mm, quelle est la taille d'un pixel $t(P)$? (/2) **1280 pixels pour 50 mm, taille pixel $t(P) = 50 / 1280 = 39 \mu\text{m}$ (0,5 + 0,5*2 + 0,5) si nb chiff sign incorrect (- 0,25)**

5. a) Sachant la gamme spectrale $\Delta\lambda$, obtenue sur le capteur, n'occupe que $n = 600$ pixels, déterminer la résolution d'un pixel en longueur d'onde, c'est à dire l'intervalle de longueur d'onde que couvre un pixel : $\Delta\lambda(P)$. (/4) **pour $n = 600$ pixels $\Delta\lambda = 640 - 360 = 580 \text{ nm}$ (0,25 + 1 + 0,75) Pour 1 pixel la précision est $\Delta\lambda(P) = \Delta\lambda / n = 580 / 600 = 1 \text{ nm}$ (0,25 + 0,5 + 0,5 + 0,75)**

5. b) Sachant que sur le spectre on définit arbitrairement la résolution R du spectromètre comme l'intervalle de longueur d'onde séparant 3 pixels, retrouver la valeur de R donnée dans le tableau des caractéristiques techniques. (/2) **$R = 3 \Delta\lambda(P) = 3*1 = 3 \text{ nm}$ (0,25 + 0,25 + 0,5 + 0,5) On retrouve bien la valeur 3 nm (0,5)**

Exercice 3 : Etude de spectre d'une étoile (/11)

On a obtenu grâce au spectromètre (SPECTRA-1) le profil spectral d'une étoile, observé de la terre.

L'étoile peut être assimilée à un corps noir, la loi de Wien est donc applicable :

$T \cdot \lambda_{\max} = \sigma$ où σ est une constante égale à $2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$ ou $2,898 \cdot 10^6 \text{ nm.K}$

1. a) Quelles sont les grandeurs visualisées en abscisse et en ordonnée.

Donner le symbole et l'unité de la grandeur portée en abscisse. (/ 4)

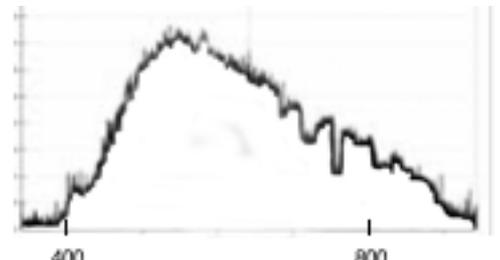
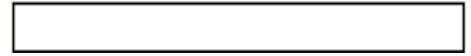
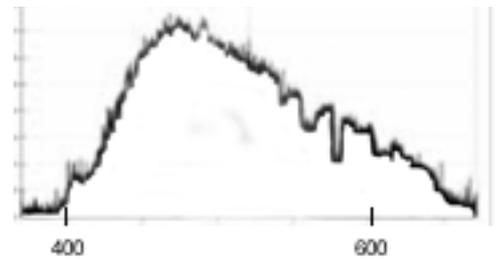
D'après le schéma donné la grandeur visualisée en ordonnée est l'intensité lumineuse (1), la grandeur visualisée en abscisse est la longueur d'onde (1), de symbole λ (1) et dont l'unité ici est le nm (0,5) (puisque le visible s'étant de 400 à 800 nm (0,5))

1. b) colorer le bandeau (représentant le spectre obtenu) en dessous du profil spectral. (/3) **partie noire ou UV et IR (1) ordre et couleur (1) passage à la couleur suivante 50 nm (1)**

2. Quelle est la valeur approximative de la température de la photosphère de l'étoile à partir du profil spectral. (/4)

enoncé 1 : $T = \sigma / \lambda_{\max}$ (1) = $2,898 \cdot 10^6 / 475$ (2) = $6,10 \cdot 10^3 \text{ K}$ (1)

si nb chiff sign incorrect (- 0,25)



Exercice 4 : Un peu de cours (/7)

1. Qu'appelle-t-on, pour un scientifique, la synthèse additive (soustractive) d'une lumière colorée ? (/ 3)

Additive : utilisation de plusieurs (1) faisceaux lumineux (1) de couleur R, V, B (0,5)

La superposition de ces 3 faisceaux colorés permet d'obtenir n'importe quelle couleur. (0,5)

Soustractive : utilisation d'un seul faisceau coloré (en blanc généralement) (1)

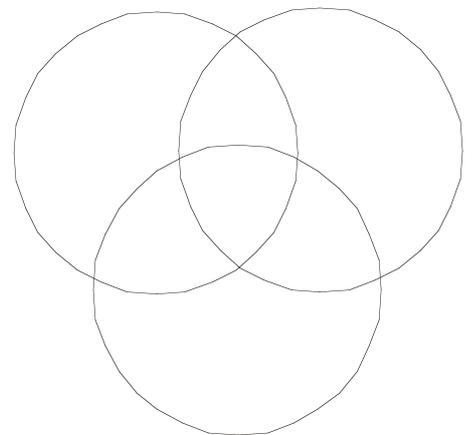
Utilisation de plusieurs filtres (1) superposables de couleur C, M, J (0,5)

La superposition de ces 3 filtres colorés permet d'obtenir n'importe quelle couleur, sauf le noir. (0,5)

2. Complétez le cercle chromatique de la synthèse soustractive :

Indiquez le nom des couleurs correspondantes (/4)

(14*0,25 = 3,5 + 0,5 propreté coloriage) 14 = 7 couleurs + 7 noms



Exercice 5 : Les couleurs du poivron (/12)

Un poivron éclairé en lumière blanche est jaune

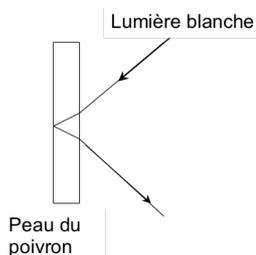
1. a) Quelles sont les couleurs des lumières diffusées par le poivron ? (/ 2)

Les radiations R et V sont diffusées (réfléchies dans toutes les directions à l'extérieur du poivron (1*2) pas de phrase (-0,5)

1. b) Quelles sont les couleurs des lumières absorbées par le poivron ? (/ 2)

La couleur absorbée est le bleu (1,5) (couleur complémentaire du jaune) (0,5)

2. Compléter le schéma suivant en donnant le nom des phénomènes impliqués : (/ 5)



La lumière blanche est composée des 3 couleurs R, V, B (1)

Elle subit une réfraction (changement de direction) en passant dans le poivron (1),

Les radiations bleues sont absorbées dans le poivron (1),

Une partie de la lumière est alors réfléchi (1)

Les radiations R et V sont diffusées à l'extérieur du poivron (1),

3. De quelle couleur apparaîtra le poivron éclairé :

3. a) en lumière verte ? Justifier. (/ 1)

La lumière n'est plus blanche, seulement V, seul le V est alors diffusé (1)

3. b) en lumière magenta ? Justifier. (/ 1)

La lum n'est plus blanche, mais R + B, seul le R est alors diffusé (1)

4. Sous quel éclairage cet objet serait-il perçu noir ? Justifier. (/ 1)

La lumière n'est plus blanche, mais B, aucune couleur n'est alors diffusé (1)