Exercice 1 : Identification d'une étoile

6 points

1) Une année-lumière vaut $9{,}46 \times 10^{15}\,\text{m}$, donc :

$$d = 548 \times 9{,}46 \times 10^{15}\,\text{m} = 5{,}184 \times 10^{18}\,\text{m} \approx \boxed{5{,}18 \times 10^{18}\,\text{m}}$$

(trois chiffres significatifs, comme les données).

2) Le préfixe kilo vaut 10^3 : $1\,\text{km} = 1 \times 10^3\,\text{m}$. Donc :

$$149{,}6 \times 10^6\,\text{km} = 149{,}6 \times 10^6 \times 1 \times 10^3\,\text{m} = 149{,}6 \times 10^9\,\text{m} = \boxed{1{,}496 \times 10^{11}\,\text{m}}$$

En notation scientifique, le nombre devant la puissance de dix est compris entre 1 et 10 : $149{,}6 = 1{,}496 \times 10^2$.

3) Le profil spectral d'un corps chaud dépend de sa température : plus le corps est chaud, plus la longueur d'onde de la radiation émise avec le maximum d'intensité est petite (la part des radiations de courte longueur d'onde, bleues et violettes, augmente).

- Soleil : l'allure globale du profil passe par un maximum vers $\lambda \approx 500\,\text{nm}$, au milieu du visible *(lecture acceptée entre 480 et* $520\,\text{nm}$*)*.
- Bételgeuse : l'intensité augmente sur tout le graphique; le maximum n'est pas atteint à $780\,\text{nm}$, il se trouve au-delà, dans le rouge extrême ou l'infrarouge.

La longueur d'onde du maximum est plus petite pour le Soleil : **la surface du Soleil est plus chaude que celle de Bételgeuse**. Bételgeuse émet surtout dans le rouge : c'est une étoile rouge, plus froide.

4) Non, la lumière émise par ce gaz **n'est pas monochromatique** : une lumière monochromatique ne contient qu'une seule radiation (une seule longueur d'onde), alors que le spectre du document 2 en montre quatre (quatre pics, quatre raies colorées).

5) C'est un **spectre de raies d'émission** : la lumière émise ne contient que quelques radiations, de longueurs d'onde bien précises, qui apparaissent comme des raies colorées sur un fond noir (des pics isolés sur le graphique). Un tel spectre est produit par un gaz chaud sous faible pression.

6) On mesure à la règle, sur le document 2, la distance qui correspond à $100\,\text{nm}$: entre les graduations 400 et $500\,\text{nm}$, on trouve $4{,}0\,\text{cm}$. Les longueurs d'onde sont proportionnelles aux distances mesurées depuis la graduation $400\,\text{nm}$:

Distance depuis la graduation 400 (cm)	$4{,}0$	$1{,}9$	$7{,}5$
Écart de longueur d'onde (nm)	100	$\dfrac{100 \times 1{,}9}{4{,}0} \approx 47$	$\dfrac{100 \times 7{,}5}{4{,}0} \approx 188$

$\lambda_1 \approx 400 + 47$ soit $\boxed{\lambda_1 \approx 447\,\text{nm}}$ $\qquad$ $\lambda_3 \approx 400 + 188$ soit $\boxed{\lambda_3 \approx 588\,\text{nm}}$

Tolérance : $\pm 5\,\text{nm}$ *(une erreur de lecture de* $1\,\text{mm}$ *correspond à* $2{,}5\,\text{nm}$*). Si le sujet est imprimé à une autre échelle, la méthode reste la même avec la distance mesurée pour* $100\,\text{nm}$*.*

7) Par la même méthode, on trouve $\lambda_2 \approx 502\,\text{nm}$ ($4{,}1\,\text{cm}$) et $\lambda_4 \approx 668\,\text{nm}$ ($10{,}7\,\text{cm}$ depuis la graduation 400). On compare les quatre longueurs d'onde au document 3 :

- hydrogène : ses raies à $486{,}1\,\text{nm}$ et $656{,}3\,\text{nm}$ sont à plus de $10\,\text{nm}$ des pics 2 et 4, et le gaz n'émet pas à $410{,}2\,\text{nm}$ ni à $434{,}0\,\text{nm}$;
- magnésium : ses trois raies sont groupées vers $517\,\text{nm}$, où le spectre n'a aucun pic ;
- hélium : 447, 502, 588 et $668\,\text{nm}$ correspondent, aux erreurs de lecture près, à $447{,}1\,\text{nm}$, $501{,}6\,\text{nm}$, $587{,}6\,\text{nm}$ et $667{,}8\,\text{nm}$.

Chaque élément chimique émet des raies qui lui sont propres. Les quatre raies du gaz sont celles de l'hélium : **le gaz étudié est l'hélium**, présent dans l'atmosphère de Bételgeuse.

Exercice 2 : Un déboucheur ménager

3 points

1) D'après la définition de la densité, $d = \dfrac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$, donc :

$$\rho = d \times \rho_{\text{eau}} = 1{,}09 \times 1{,}00\,\text{kg·L}^{-1} = \boxed{1{,}09\,\text{kg·L}^{-1}}$$

2) Volume d'une bouteille : $V = 750\,\text{mL} = 0{,}750\,\text{L}$. La masse volumique est le quotient de la masse par le volume, $\rho = \dfrac{m}{V}$, donc :

$$m = \rho \times V = 1{,}09\,\text{kg·L}^{-1} \times 0{,}750\,\text{L} = 0{,}8175\,\text{kg} \approx \boxed{0{,}818\,\text{kg}} \text{ soit } 818\,\text{g}.$$

3) Il y a $8{,}0\,\text{g}$ d'hydroxyde de sodium dans $100\,\text{g}$ de déboucheur : la masse d'hydroxyde de sodium est proportionnelle à la masse de déboucheur.

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{8{,}0}{100} \times m = \frac{8{,}0}{100} \times 817{,}5\,\text{g} = 65{,}4\,\text{g} \approx \boxed{65\,\text{g}}$$

(on garde la valeur non arrondie de m ; deux chiffres significatifs, comme le pourcentage $8{,}0\,\%$).

Exercice 3 : Identification d'un liquide, le jus de raisin

11 points

1) **Description** : le glucose pur (G) donne une seule tache ; le saccharose pur (S) donne une seule tache, qui a migré moins haut que celle du glucose ; le jus de raisin (R) donne une seule tache, à la même hauteur que celle du glucose, et aucune tache à la hauteur de celle du saccharose.

Analyse : dans les mêmes conditions, une espèce chimique migre toujours à la même hauteur (même rapport frontal ; ici $R_f \approx 0{,}60$ pour le glucose et $R_f \approx 0{,}38$ pour le saccharose). La tache de R est à la hauteur de celle de G.

Conclusion : **le jus de raisin contient du glucose** ; il ne contient pas de saccharose (en quantité décelable).

2) La balance a été tarée avec l'éprouvette vide : elle affiche la masse du sirop seul, $m = 25{,}38\,\text{g}$,

pour un volume $V = 18{,}0\,\text{mL}$.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{25{,}38\,\text{g}}{18{,}0\,\text{mL}} = \boxed{1{,}41\,\text{g·mL}^{-1}}$$

Comme $1\,\text{g} = 1\times10^{-3}\,\text{kg}$ et $1\,\text{mL} = 1\times10^{-3}\,\text{L}$, on a $1\,\text{g·mL}^{-1} = 1\,\text{kg·L}^{-1}$, donc $\boxed{\rho = 1{,}41\,\text{kg·L}^{-1}}$.

3) Les deux masses volumiques étant exprimées dans la même unité :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} = \frac{1{,}41\,\text{kg·L}^{-1}}{1{,}00\,\text{kg·L}^{-1}} = \boxed{1{,}41}$$

Une densité n'a pas d'unité. Le sirop est plus dense que l'eau.

4) La **température de fusion** d'une espèce chimique est la température à laquelle elle passe de l'état solide à l'état liquide (sous une pression donnée). Pour un corps pur, elle est caractéristique de l'espèce et reste constante pendant toute la durée de la fusion.

5) Le curseur est placé à la limite entre le solide et le liquide ; il est sur la 3e petite graduation après 140 (graduations de $2\,^\circ\text{C}$) :

$$\boxed{\theta_{\text{fus}}(\text{glucose}) \approx 146\,^\circ\text{C}}$$

Lecture acceptée entre $145\,^\circ\text{C}$ *et* $147\,^\circ\text{C}$.

6) À $120\,^\circ\text{C}$:

- $120\,^\circ\text{C} < 146\,^\circ\text{C}$: la température de fusion du glucose n'est pas atteinte, **le glucose est solide** ;
- $120\,^\circ\text{C} > 103\,^\circ\text{C}$: la température de fusion du fructose est dépassée, **le fructose est liquide**.

7) Éléments du document 7 :

1	rayon incident	4	dioptre
2	angle d'incidence i_1	5	rayon réfracté
3	normale	6	angle de réfraction i_2

Chaque angle se repère à partir de la normale au dioptre, tracée au point d'incidence I.

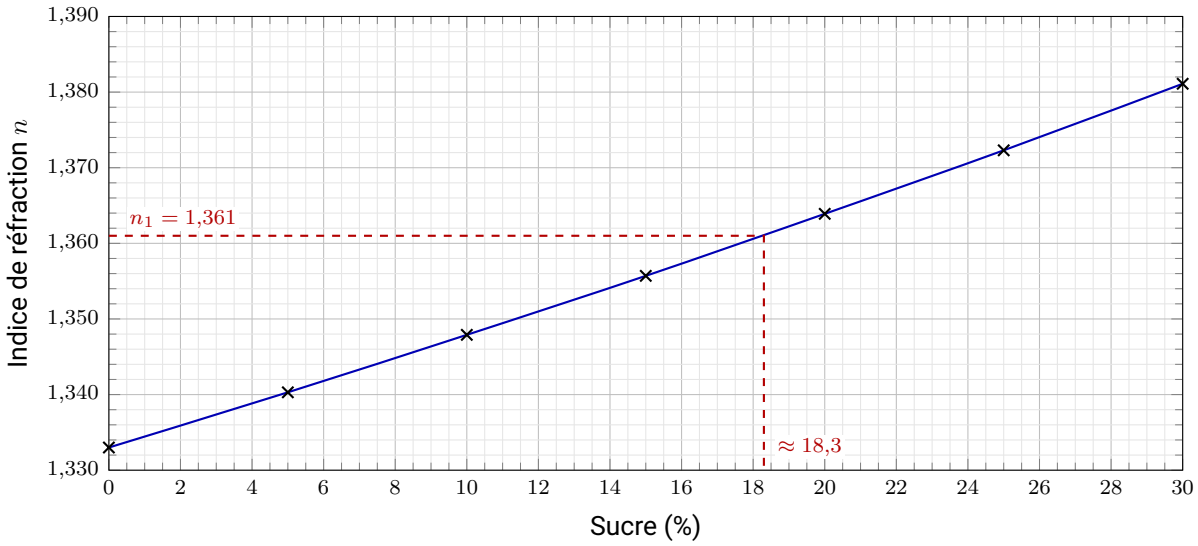
8) Loi de Snell-Descartes pour la réfraction, avec $i_1 = 90{,}00°$ (incidence rasante) et $i_2 = 53{,}20°$:

$$n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2 \qquad \text{donc} \qquad n_1 = \frac{n_2 \times \sin i_2}{\sin i_1}$$

$$n_1 = \frac{1{,}700 \times \sin 53{,}20°}{\sin 90{,}00°} = \frac{1{,}700 \times 0{,}8007}{1} \approx \boxed{1{,}361}$$

(un indice de réfraction n'a pas d'unité ; il est un peu plus grand que celui de l'eau, $1{,}33$, à cause du sucre dissous).

9) Échelles choisies : en abscisse, $1\,\text{cm}$ pour $2\,\%$ de sucre (de 0 à $30\,\%$) ; en ordonnée, $1\,\text{cm}$ pour $0{,}010$ d'indice, en commençant à $1{,}330$ (inutile de partir de 0). On place les sept points du document 8 et on trace une courbe régulière qui passe au plus près des points (elle est presque une droite). La figure ci-dessous est un tracé réduit, aux mêmes graduations.



10) **a.** On place $n_1 = 1{,}361$ sur l'axe des ordonnées, on rejoint la courbe horizontalement, puis on lit l'abscisse du point obtenu (tracés en pointillés sur le graphique de la question 9) :

$$\boxed{\text{pourcentage de sucre} \approx 18{,}3\,\%}$$

Lecture acceptée entre $17{,}8\,\%$ *et* $19\,\%$ *: le point cherché est entre les points à* $15{,}0\,\%$ *et à* $20{,}0\,\%$ *du document 8, qu'il faut relier par la courbe.*

b. Le jus contient environ $18\,\%$ de sucre, moins que les $21{,}5\,\%$ exigés : **le raisin ne peut pas encore être vendangé**.