Calculatrice autorisée

Exercice 1 : Le « soleil couchant »

10 points

Pour montrer en classe la diffusion de la lumière, on éclaire par un faisceau de lumière blanche un bécher contenant une solution de thiosulfate de sodium, puis on y ajoute de l'acide chlorhydrique. De fines particules de soufre solide apparaissent peu à peu : le mélange se trouble et la tache lumineuse projetée sur l'écran vire au jaune, puis à l'orangé, comme un soleil qui se couche.

Dans cette transformation, l'ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}(aq)$ intervient dans deux couples oxydant/réducteur :

$$S_2O_3^{2-}(aq)/S(s) \qquad \text{et} \qquad S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$$

L'ion $S_4O_6^{2-}(aq)$ est l'ion tétrathionate. La transformation est modélisée par la réaction d'équation :

$$5\,S_2O_3^{2-}(aq) + 6\,H^+(aq) \longrightarrow 2\,S(s) + 2\,S_4O_6^{2-}(aq) + 3\,H_2O(l)$$

Le mélange étudié contient initialement $n_i(S_2O_3^{2-}) = 8{,}00 \times 10^{-3}\,\text{mol}$ d'ions thiosulfate et $n_i(H^+) = 6{,}00 \times 10^{-3}\,\text{mol}$ d'ions hydrogène.

Donnée : masse molaire atomique du soufre $M(S) = 32{,}1\,\text{g·mol}^{-1}$.

1) **a.** Écrire la demi-équation électronique associée à chacun des deux couples.
   b. Préciser le rôle, oxydant ou réducteur, de l'ion thiosulfate dans chaque couple.
2) En combinant les deux demi-équations, retrouver l'équation de la réaction donnée ci-dessus.
3) Construire le tableau d'avancement ; l'eau, qui joue le rôle de solvant, n'y est pas suivie.
4) Identifier le réactif limitant et calculer l'avancement maximal x_{max}. En déduire la masse m_{max} de soufre que l'on recueillerait si la transformation était totale.
5) Lorsque le mélange n'évolue plus, le soufre est récupéré par filtration, rincé, séché puis pesé : sa masse vaut $m_S = 50{,}0\,\text{mg}$. Calculer l'avancement final x_f. La transformation est-elle totale ? Justifier.
6) Donner la composition, en quantités de matière, du système à l'état final.

Exercice 2 : L'azorubine

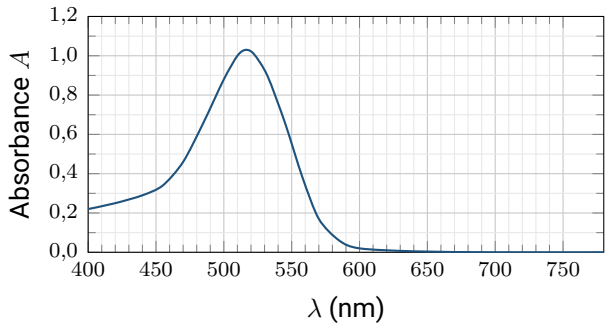
10 points

L'azorubine (E122) est un colorant alimentaire présent notamment dans certains sirops. Consommée en trop grande quantité, elle pourrait favoriser l'hyperactivité chez les enfants : sa dose journalière admissible (DJA) est fixée à $4\,\text{mg}$ par kilogramme de masse corporelle et par jour.

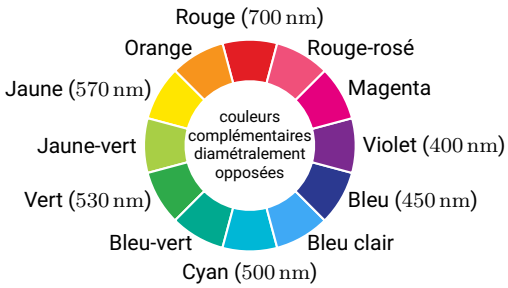
On cherche à déterminer la concentration en quantité de matière d'azorubine d'un sirop de grenadine par un dosage spectrophotométrique.

Donnée : masse molaire de l'azorubine $M = 502{,}4\,\text{g·mol}^{-1}$.

Document 1 : spectre d'absorption de l'azorubine

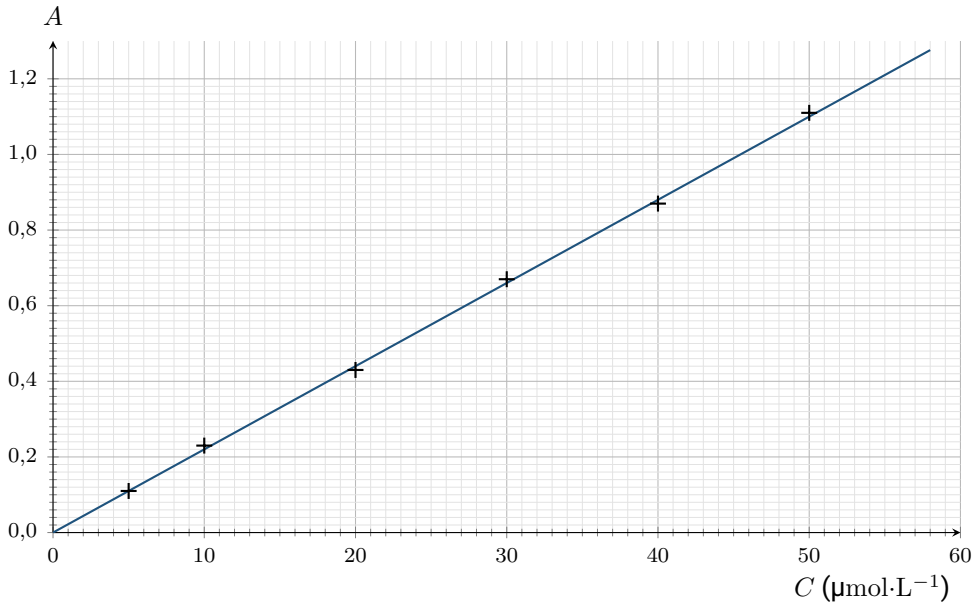


Document 2 : cercle chromatique



1) Quelle est la couleur de l'azorubine ? Expliquer.

Document 3 : courbe d'étalonnage. Absorbance A de solutions étalons d'azorubine, mesurée à la longueur d'onde retenue, en fonction de leur concentration en quantité de matière C.



2) Dosage spectrophotométrique.

- **a.** Quelle longueur d'onde faut-il choisir pour régler le spectrophotomètre ? Pourquoi ?
- **b.** Rappeler les différentes étapes d'un tel dosage.
- **c.** L'absorbance du sirop étant trop élevée, on le dilue 10 fois. L'absorbance de la solution diluée vaut alors $A_{\text{d}} = 0{,}86$. Déterminer la concentration en quantité de matière C_{d} en azorubine de la solution diluée, puis la concentration en quantité de matière C_{sirop} en azorubine du sirop.

3) Pour être bu, le sirop est dilué 7 fois. Calculer le nombre de verres de $200\,\text{mL}$ de ce sirop dilué qu'un enfant de masse $m = 20\,\text{kg}$ peut boire en une journée sans dépasser la DJA.