Énoncé

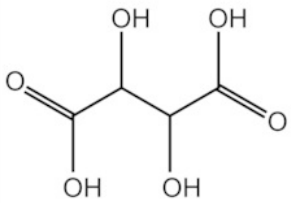
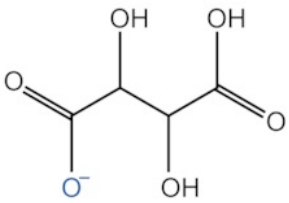
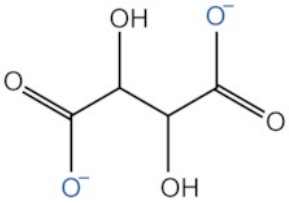
Mots-clés : réactions acide-base, réactions d'oxydoréduction, dosage par étalonnage.

Une boisson de réhydratation, obtenue par dissolution dans l'eau d'un médicament commercialisé sous forme de poudre, est composée principalement d'eau, de glucose (sucre) et de chlorure de sodium (sel). Elle peut être utilisée pour réhydrater rapidement un enfant souffrant de diarrhée.

L'objectif de cet exercice est de vérifier la teneur en glucose de l'une de ces boissons par la spectrophotométrie UV-visible.

Données

Différentes formes de l'acide tartrique :

nom	acide tartrique	ion hydrogénotartrate	ion tartrate
notation	H_2T	HT^-	T^{2-}
formule brute	$C_4H_6O_6$	$C_4H_5O_6^-$	$C_4H_4O_6^{2-}$
formule topologique			

pK_A de couples acide-base à 25 degrés Celsius :

$H_2T_{(aq)}/HT^-_{(aq)}$: $pK_{A1} = 3{,}5$;

$HT^-_{(aq)}/T^{2-}_{(aq)}$: $pK_{A2} = 4{,}2$;

$H_2O_{(l)}/HO^-_{(aq)}$: $pK_E = 14$;

Couple oxydant-réducteur ion gluconate/glucose :$C_5H_{11}O_5 - CO^-_{2(aq)}/C_5H_{11}O_5 - CHO_{(aq)}$.

Composition d'un médicament permettant la réhydratation commercialisée en pharmacie :

Espèces chimiques	Analyse moyenne pour un sachet
Glucose ($C_6H_{12}O_6$)	4 g
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	4 g
Sodium (Na^+)	0,226 g
Potassium (K^+)	0,199 g
Chlorure (Cl^-)	0,181 g
Bicarbonate (HCO_3^-)	0,289 g
Gluconate ($C_6H_{11}O_7^-$)	0,995 g

1. Étude de la liqueur de Fehling Pour doser le glucose présent dans un médicament permettant la réhydratation, on prépare au préalable une solution de liqueur de Fehling en mélangeant : une solution aqueuse (A) contenant des ions cuivre $Cu^{2+}_{(aq)}$ une solution aqueuse (B) obtenue lors du mélange d'une solution d'acide tartrique $H_2T_{(aq)}$ et d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. La solution (B) ainsi obtenue est très basique, son pH est supérieur à 12.

1.1. Écrire la formule semi-développée de la molécule d'acide tartrique. Entourer les groupes caractéristiques de la molécule, en précisant pour chacun d'eux la famille fonctionnelle correspondante.

Avec la formule topologique de l'acide tartrique donnée dans l'énoncé, déterminez sa formule semi-développée et ses groupes fonctionnels.

1.2. Déterminer la forme prédominante dans la solution (B) parmi les espèces $H_2T_{(aq)}$, $HT^-_{(aq)}$ *et* $T^{2-}_{(aq)}$.

Comparez le pH de la solution (B) avec les pK_A des différentes espèces.

1.3. En déduire l'équation de la réaction chimique modélisant la transformation ayant lieu lors de la préparation de la solution (B).

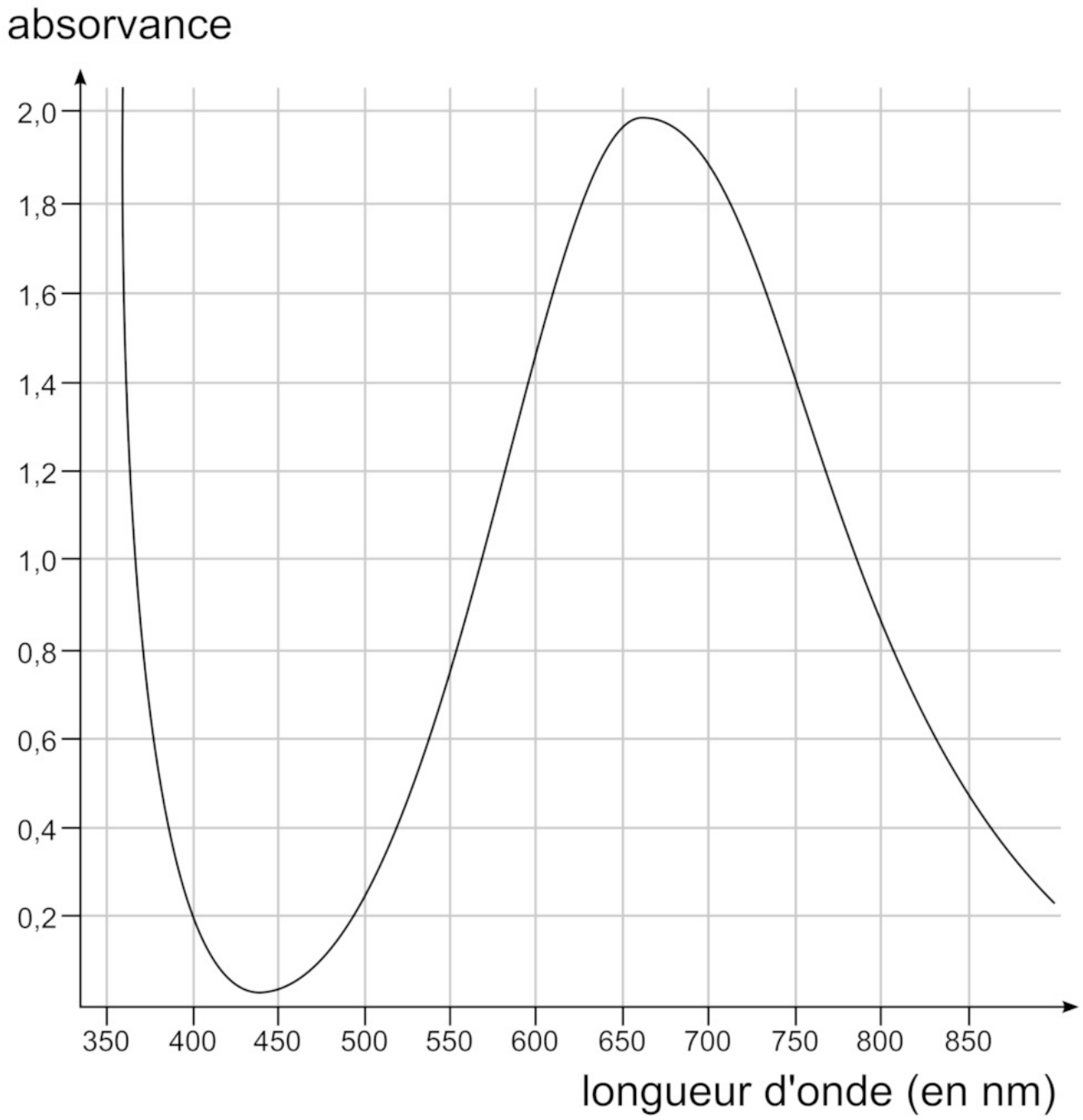
Pour préparer la solution (B), il faut faire réagir l'acide tartrique et la soude. Déterminez les deux couples acido-basiques en présence, puis écrivez l'équation modélisant la transformation acido-basique qui a lieu. Tenez compte de l'espèce qui prédomine à un tel pH.

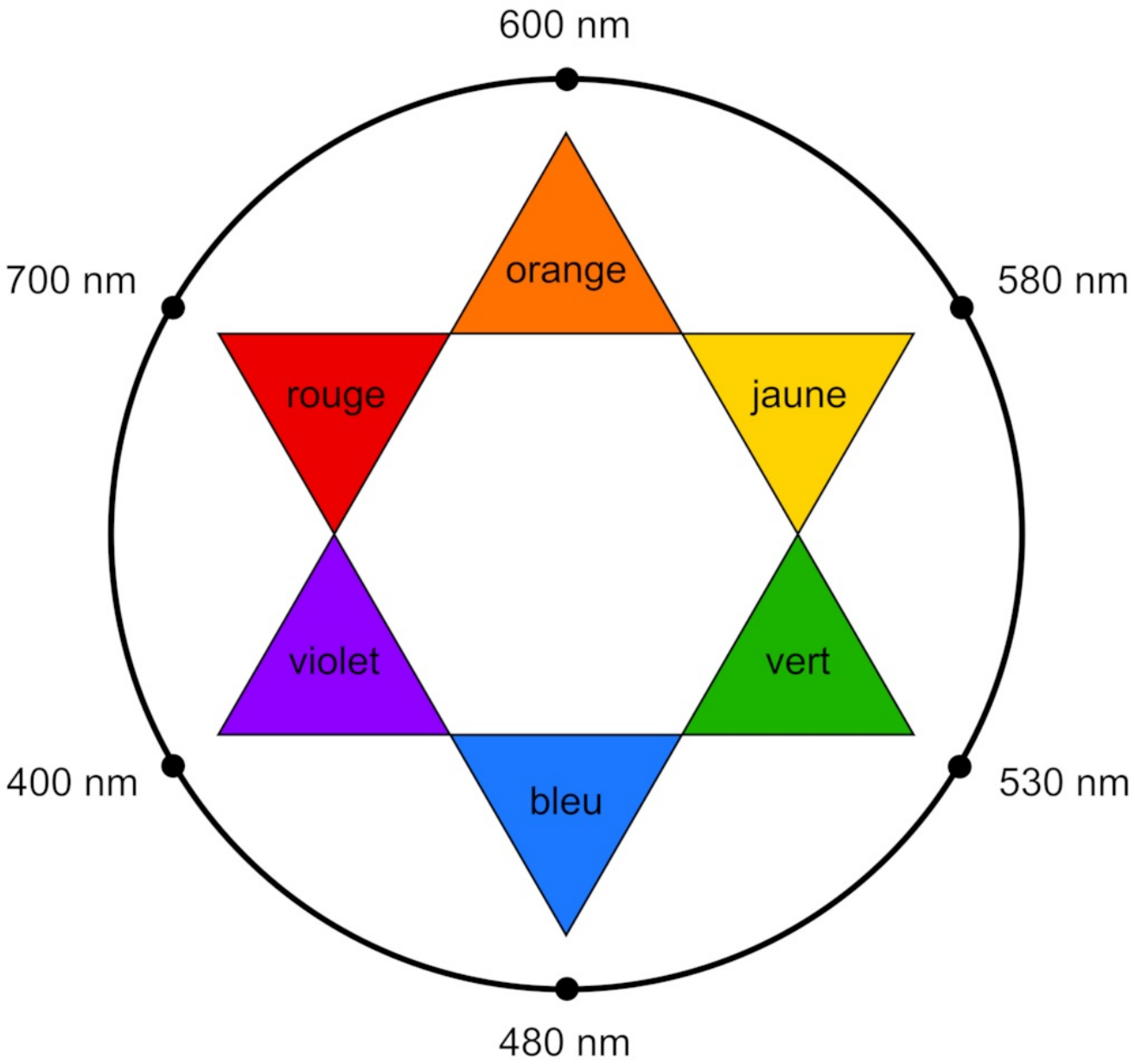
Lors du mélange des solutions (A) et (B), les ions $Cu^{2+}_{(aq)}$ réagissent avec les ions tartrate $T^{2-}_{(aq)}$ pour former des ions de formule $CuT^{2-}_{2(aq)}$ seuls responsables de la coloration bleue de la liqueur de Fehling.

1.4. Écrire l'équation de la réaction chimique modélisant la transformation ayant lieu lors du mélange des solutions (A) et (B).

La solution (A) contient des ions cuivre (II) et la solution (B) contient des ions tartrate. Le mélange des deux solutions conduit à la formation de $CuT^{2-}_{2(aq)}$ Soyez attentif à bien équilibrer la réaction modélisant cette transformation.

Le spectre d'absorption de la liqueur de Fehling (figure 1) est donné ci-après, ainsi qu'un cercle chromatique (figure 2) :





1.5. Justifier la couleur de la solution de liqueur de Fehling.

Déterminez le maximum d'absorption de la liqueur de Fehling. Avec le cercle chromatique, déterminez la couleur complémentaire de la couleur correspondant au maximum d'absorption.

2. Dosage du glucose Le médicament permettant la réhydratation contient, entre autres, du glucose qui possède des propriétés réductrices. On souhaite utiliser ces propriétés pour réaliser un dosage par étalonnage utilisant la spectrophotométrie.

On réalise une courbe d'étalonnage selon le protocole expérimental suivant : préparer une gamme de solutions aqueuses étalons de concentrations en masse C_m de glucose connues ; ces solutions étalons sont incolores ; faire réagir, une à une, 10,0 mL de ces solutions étalons avec 5,0 mL de liqueur de Fehling dans un bain-marie bouillant pendant 15 min, il se forme le précipité rouge-brique Cu_2O ; éliminer le précipité du mélange par filtration. Le filtrat obtenu est de couleur bleue ; introduire ce filtrat dans une fiole jaugée de 25,0 mL et ajuster le trait de jauge avec de l'eau distillée ; mesurer avec un spectrophotomètre l'absorbance de la solution de couleur bleue obtenue.

Le glucose contenu dans le médicament permettant la réhydratation réagit avec les ions contenus dans la liqueur de Fehling. Cette transformation chimique est totale et produit l'ion gluconate et l'oxyde de cuivre $Cu_2O_{(s)}$ de couleur rouge brique. L'équation de la réaction modélisant cette transformation est :

$2\,CuT^{2-}_{2(aq)} + C_5H_{11}O_5 - CHO_{(aq)} + 5\,HO^-_{(aq)} \rightarrow Cu_2O_{(s)} + C_5H_{11}O_5 - CO^-_{2(aq)} + 4\,T^{2-}_{(aq)} + 3\,H_2O_{(l)}$ où $C_5H_{11}O_5 - CHO_{(aq)}$ est le glucose et $C_5H_{11}O_5 - CO^-_{2(aq)}$ est l'ion gluconate.

2.1. Justifier le caractère réducteur du glucose dans cette réaction à l'aide d'une demi-équation électronique.

Identifiez la demi-équation électronique pour le couple d'oxydoréduction auquel appartient le glucose. Un oxydant est une espèce susceptible de capter des électrons.

2.2. À l'issue de la réaction entre une solution étalon de glucose et la solution de liqueur de Fehling, le filtrat est de couleur bleue.

Identifier le réactif limitant.

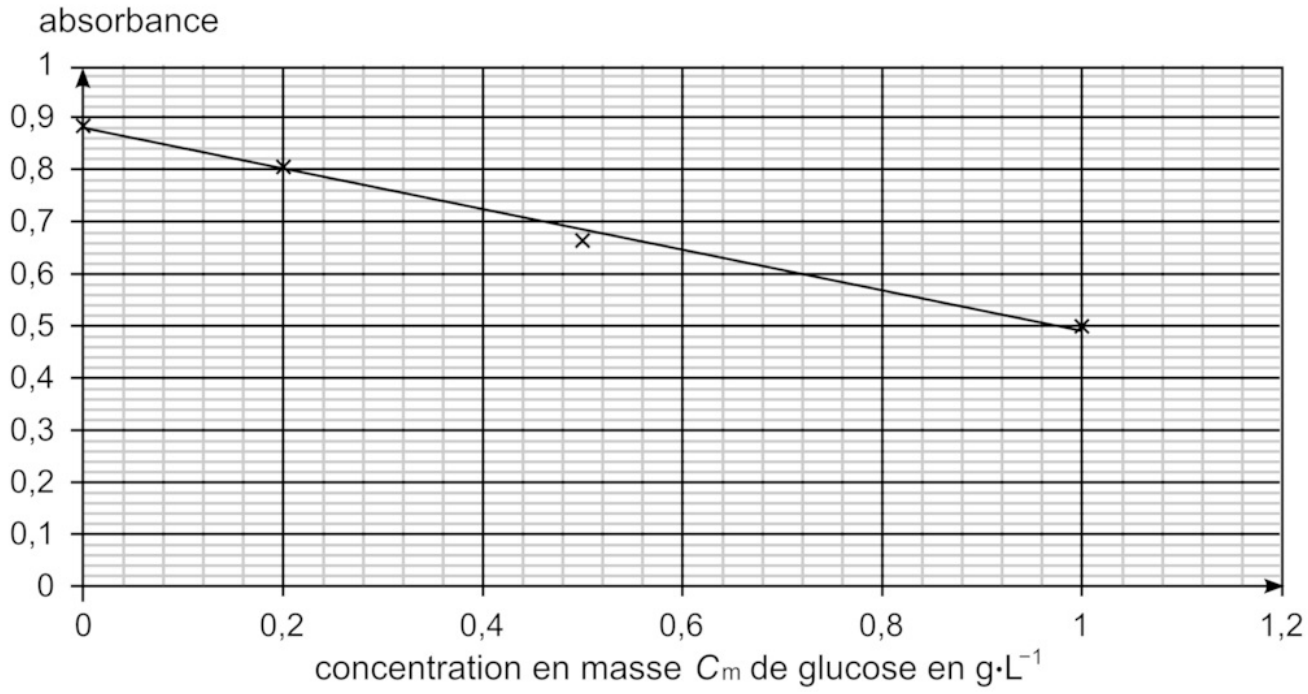
Analysez la couleur du filtrat à l'issue de la réaction, ce qui vous permettra de déterminer l'espèce chimique en excès et ainsi le réactif limitant.

2.3. Proposer une longueur d'onde optimale pour régler le spectrophotomètre afin de réaliser les mesures.

Pour régler la longueur d'onde optimale du spectrophotomètre, il faut se placer au maximum d'absorption de l'espèce colorée.

La courbe d'étalonnage est obtenue à partir des mesures de l'absorbance des filtrats des différents mélanges. Elle est modélisée par une droite d'équation :

$A = -0{,}39\, C_m + 0{,}88$ avec C_m en $g \cdot L^{-1}$.



2.4. Expliquer pourquoi l'absorbance du filtrat diminue lorsque la concentration en masse de glucose augmente.

Le glucose est le réactif limitant. L'espèce responsable de la couleur de la solution est l'espèce en excès.

Afin de déterminer la masse de glucose contenue dans un sachet de médicament permettant la réhydratation, on réalise l'expérience suivante : une solution (S1) de volume est préparée en dissolvant le contenu d'un sachet de médicament dans de l'eau distillée ; la solution (S1) est ensuite diluée d'un facteur 10 pour obtenir la solution (S2) ; en réalisant le même protocole expérimental que pour les solutions étalons, on mesure une absorbance A = 0,59 lorsqu'on utilise 10,0 mL de solution (S2) à la place de 10,0 mL de solution étalon.

2.5. Déterminer la masse de glucose contenue dans le sachet de médicament permettant la réhydratation et commenter le résultat obtenu.

La valeur de l'absorbance et l'équation de la droite de la courbe d'étalonnage ou une lecture graphique permettent de déterminer la concentration de la solution (S_2). Or celle-ci a été obtenue après dilution de la solution (S_1). Calculez ensuite la masse de glucose présente dans le sachet qui a servi à préparer la solution (S_1) et comparez-la à la valeur de référence.

© 2000-2025, Miscellane