

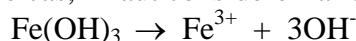
**Exercice I : Le fer dans le plasma**

**Q1.** Equation de précipitation de l'hydroxyde de fer (III)



**Q2.** Expression du produit de solubilité  $K_S$  de l'hydroxyde de fer (III)

Dans ce cas, il faut considérer la réaction suivante :



$$K_S = [\text{Fe}^{3+}] \times [\text{OH}^-]^3$$

**Q3.** Formation de l'hydroxyde de fer (III).

Il y a formation d'un précipité si le quotient de réaction  $Q$  est supérieur au produit de solubilité  $K_S$ . Le quotient de réaction a la même expression que le produit de solubilité de l'hydroxyde de fer (III).

La valeur du pH de la solution est de 7 donc

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

On détermine la valeur de la concentration des ions hydroxyde :

On a la relation :

$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \text{ donc } [\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$$

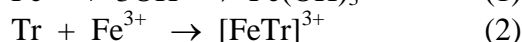
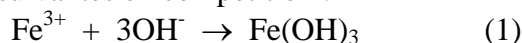
La concentration en ions fer (III) est  $2,0 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

D'après l'expression du quotient de réaction :

$$Q = [\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = 2,0 \times 10^{-5} \times (1 \times 10^{-7})^3 = 2,0 \times 10^{-26}$$

$Q$  est bien supérieur à  $K_S$  donc on peut effectivement prévoir la précipitation de l'hydroxyde de fer (III).

**Q4.** On a les deux réactions suivantes en compétition :



La valeur de la constante de formation du complexe est très grande ( $10^{24}$ ) donc cette réaction est totale et va diminuer la concentration en ions  $\text{Fe}^{3+}$ . La réaction (2) consomme des ions  $\text{Fe}^{3+}$  car la transferrine est en quantité suffisante et va donc déplacer la réaction (1) dans le sens de dissolution du précipité c'est-à-dire de formation d'ions  $\text{Fe}^{3+}$ . La transferrine conduit donc à la dissolution totale du précipité d'hydroxyde de fer (III) et permet d'éviter sa formation dans le plasma sanguin.

**Exercice II : Dosage du fer sérique par colorimétrie**

**Première partie : choix de la solution tampon**

**Q5.** Propriétés d'une solution tampon :

Une solution tampon est une solution dont le pH varie peu, soit par dilution modérée, soit par ajout d'une faible quantité d'acide fort ou de base forte.

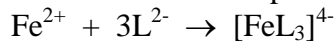
**Q6.** Protocole expérimental pour la réalisation de la solution tampon

On utilise une solution d'acide éthanoïque car le pKa (4,8) se rapproche le plus du pH = 5 de la solution tampon. A cet acide faible, on ajoute une base forte c'est-à-dire une solution d'hydroxyde de sodium pour être à pH ≈ pKa afin d'obtenir la solution tampon.

Pour cela, on prélève un volume V d'une solution d'acide éthanoïque que l'on place dans un bécher. On introduit ensuite un pH-mètre pour mesurer le pH de la solution. On verse alors la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à obtenir un pH = 5.

**Deuxième partie : détermination de la concentration en fer sérique d'un patient**

**Q7.** Equation de formation du complexe fer-ferrozine



**Q8.** Le choix de la longueur d'onde la plus absorbée par la solution permet l'affichage de l'absorbance la plus grande possible. Donc, pour une meilleure précision, la longueur d'onde de travail doit correspondre au maximum d'absorption de la solution.

**Q9.** Etablir la relation donnée à l'aide de la loi de Beer-Lambert

Lorsqu'on réalise l'absorbance de la solution « blanc échantillon », on mesure une valeur  $A_{\text{blanc éch}}$  c'est-à-dire cuve et solvant.

Lorsqu'on mesure l'absorbance de la solution « échantillon », on mesure une valeur  $A_{\text{éch}}$  qui correspond à la somme des absorbances du blanc échantillon et de l'espèce dosée donc on a :

$$A_{\text{éch}} = A_{\text{espèce dosée}} + A_{\text{blanc éch}} \text{ donc } A_{\text{espèce dosée}} = A_{\text{éch}} - A_{\text{blanc éch}}$$

D'après la loi de Beer-Lambert, on a les relations :

$$A_{\text{étal}} = kC_{\text{étal}} \quad (1)$$

$$A_{\text{espèce dosée}} = kC_{\text{patient}} \text{ donc } A_{\text{éch}} - A_{\text{blanc éch}} = kC_{\text{patient}} \quad (2)$$

D'après la relation (1), on a :

$$k = \frac{A_{\text{étal}}}{C_{\text{étal}}}$$

On remplace cette valeur de k dans la relation (2) :

$$A_{\text{éch}} - A_{\text{blanc éch}} = \frac{A_{\text{étal}}}{C_{\text{étal}}} \times C_{\text{patient}} \text{ donc } C_{\text{patient}} = \frac{A_{\text{éch}} - A_{\text{blanc éch}}}{A_{\text{étal}}} \times C_{\text{étal}}$$

**Q10.** Calcul de la concentration en fer sérique du patient.

La concentration massique de  $C_{\text{étal}}$  donné dans l'annexe est de  $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$  donc la concentration molaire de  $C_{\text{étal}}$  est de :

$$C_{\text{étal}} = \frac{C_m}{M} = \frac{2,00 \times 10^{-3}}{55,8} = 3,58 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} = 35,8 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$$

On utilise l'expression précédente et les valeurs données dans l'énoncé :

$$C_{\text{patient}} = \frac{A_{\text{éch}} - A_{\text{blanc éch}}}{A_{\text{étal}}} \times C_{\text{étal}} = \frac{0,115 - 0,008}{0,164} \times 35,8 = 23,4 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$$

Cette valeur est comprise dans l'intervalle  $10 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$  -  $30 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$  donc la concentration en fer sérique du patient est située dans la gamme des concentrations normales.

**Exercice III : Détection de la drépanocytose**  
**Première partie : microscope électronique**

**Q11.** Calcul de la longueur d'onde des électrons.

D'après l'énoncé, on a la relation :

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{9,109 \times 10^{-31} \times 1,90 \times 10^8} = 3,83 \times 10^{-12} \text{ m} = 3,83 \times 10^{-3} \text{ nm}$$

**Q12.** Calcul de la limite de résolution du microscope optique.

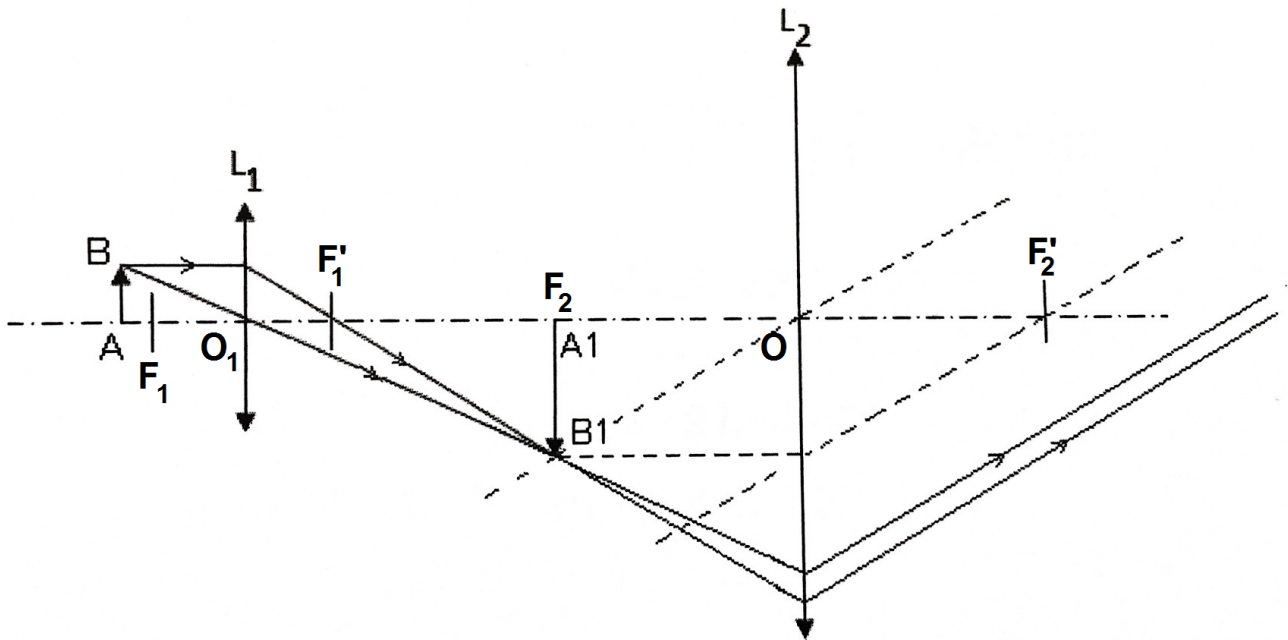
D'après l'énoncé, on a la relation :

$$AB_{\min} = \frac{1,22 \times \lambda}{2 \times ON} = \frac{1,22 \times 3,83 \times 10^{-12}}{2 \times 0,010} = 2,34 \times 10^{-10} \text{ m} = 2,34 \times 10^{-4} \text{ } \mu\text{m}$$

Ce microscope permet d'observer des objets jusqu'à une taille de  $2,34 \times 10^{-4} \text{ } \mu\text{m}$ . On peut donc observer les globules rouges de dimension  $8 \text{ } \mu\text{m}$  et  $12 \text{ } \mu\text{m}$  car leur dimension est supérieure à  $AB_{\min}$ .

**Deuxième partie : microscope optique**

**Q13.** Schéma à compléter.



**Q14.** Calcul de la position de l'objet AB

Pour une observation à l'infini, l'image  $A_1B_1$  se situe sur le plan focal objet de la lentille  $L_2$ .

Pour la lentille  $L_1$ , on a la relation de conjugaison suivante :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'} \quad \text{or} \quad \overline{O_1A_1} = f_1' + \Delta$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1' + \Delta} - \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{0,4 + 16} - \frac{1}{0,4} = -2,44 \text{ cm}^{-1}$$

$$\overline{O_1A} = -0,41 \text{ cm}$$

**Q15.** Calcul du grossissement commercial.

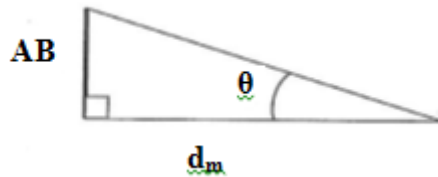
D'après les données de l'énoncé, on a la relation :

$$G_C = \frac{\Delta}{f_1' f_2'} \times I = \frac{16}{0,4 \times 2,5} \times 25 = 400$$

**Q16.** Utilisation d'un microscope optique pour détecter la drépanocytose.

Pour observer les globules à l'aide du microscope optique, l'angle sous lequel est observé l'image doit être supérieur au pouvoir de résolution de l'œil et la limite de résolution  $AB_{\min}$  doit être inférieure à la taille du plus petit globule rouge.

On détermine la valeur de l'angle  $\theta$  sous lequel est vu le globule rouge de taille  $8 \mu\text{m}$



$$\tan \theta = \theta = \frac{AB}{d_m} = \frac{8 \times 10^{-6}}{0,25} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

Pour le globule rouge de taille  $12 \mu\text{m}$ , cet angle  $\theta$  sera encore plus grand.

On calcule ensuite la valeur de l'angle  $\theta'$  sous lequel est vu l'image. D'après l'énoncé, on a la relation :

$$G_C = \frac{\theta'}{\theta} \text{ donc } \theta' = \theta \times G_C = 3,2 \times 10^{-5} \times 400 = 1,28 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

Cet angle  $\theta'$  est plus grand que le pouvoir de résolution  $\varepsilon$  de l'œil donc le globule rouge de  $8 \mu\text{m}$  peut être visible à travers le microscope. Ceci sera également le cas pour le globule rouge de  $12 \mu\text{m}$ .

On doit maintenant vérifier que la taille des globules rouges est bien supérieure aux limites de résolution du microscope. Pour cela, on doit calculer la valeur de  $AB_{\min}$ . Cette valeur sera la plus grande pour la longueur la plus grande c'est-à-dire  $800 \text{ nm}$ . On a la relation :

$$AB_{\min} = \frac{1,22 \times \lambda}{2 \times ON} = \frac{1,22 \times 800 \times 10^{-9}}{2 \times 0,65} = 7,5 \times 10^{-7} \text{ m} = 0,75 \mu\text{m}$$

La taille des deux globules rouges est bien supérieure à cette limite de résolution  $AB_{\min}$ . Donc ils sont observables à travers l'instrument.

Les deux conditions étant réunies, (angle  $\theta'$  supérieur au pouvoir de résolution de l'œil et limite de résolution  $AB_{\min}$  inférieure à la taille du plus petit globule rouge) on peut se contenter d'un microscope optique pour détecter la drépanocytose.