

ÉVALUATION physik.fr	
CLASSE : Première	VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)
VOIE : ☒ Générale	ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h	CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non
Sujet 2024 n°SPEPHCH120	

Le fer dans l'alimentation (10 points)

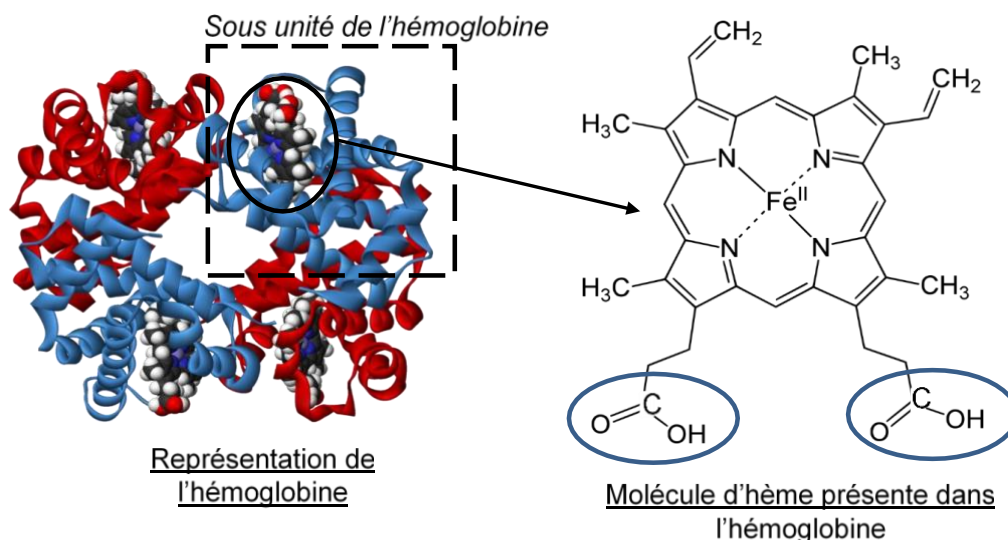
Le fer est l'élément chimique de numéro atomique 26 et de symbole Fe. Le corps d'un être humain en renferme essentiellement dans les globules rouges et les muscles. Le rôle principal du fer dans l'organisme est de transporter l'oxygène dans le sang et de permettre la bonne oxygénation des organes.

Le fer est donc un élément indispensable au fonctionnement du corps humain et les besoins en fer alimentaire sont donc très importants.

L'objectif de l'exercice est de comprendre le rôle du fer dans l'organisme et d'identifier un aliment pouvant favoriser un apport en fer.

Rôle du fer dans l'organisme

Plus précisément, le fer est un constituant de l'**hémoglobine** qui est une protéine présente dans les globules rouges du sang. C'est cette protéine qui va permettre aux globules rouges de transporter l'oxygène des poumons vers tous les autres organes, grâce à la **molécule d'hème** au centre de laquelle figure le fer sous forme ionique :



Données :

Numéros atomiques : carbone $Z = 6$; oxygène : $Z = 8$

1. Nommer la famille associée aux groupes caractéristiques dont les formules semi-développées sont entourées dans la molécule d'hème ci-dessus.

L'hémoglobine transporte l'oxygène jusqu'aux organes grâce au fer. C'est en effet sur le fer de l'hème que se fixent les molécules de dioxygène O_2 grâce aux doublets d'électrons des atomes d'oxygènes.

2. Représenter le schéma de Lewis d'une molécule de dioxygène et préciser la nature des doublets d'électrons présents dans cette molécule.

L'hémoglobine favorise également l'évacuation du dioxyde de carbone CO_2 .

3. Représenter le schéma de Lewis d'une molécule de dioxyde de carbone.

4. Justifier la géométrie linéaire d'une molécule de dioxyde de carbone :



Titration du fer dans un lait de soja

En l'absence de fer, l'organisme ne peut plus former d'hémoglobine et n'est donc plus capable d'assurer le transport de l'oxygène, d'où l'importance de son apport dans l'alimentation.

Un élève veut déterminer la teneur en fer d'un lait de soja.

Le lait de soja est une boisson produite à base de graines de soja et d'eau. D'aspect proche du lait de vache et de composition également proche sur plusieurs points, il est communément appelé « lait de soja » dans les pays francophones et souvent utilisé comme substitut au lait de vache dans l'alimentation et la cuisine, en particulier végétaliennes.

Source : D'après Wikipédia (septembre 2020)

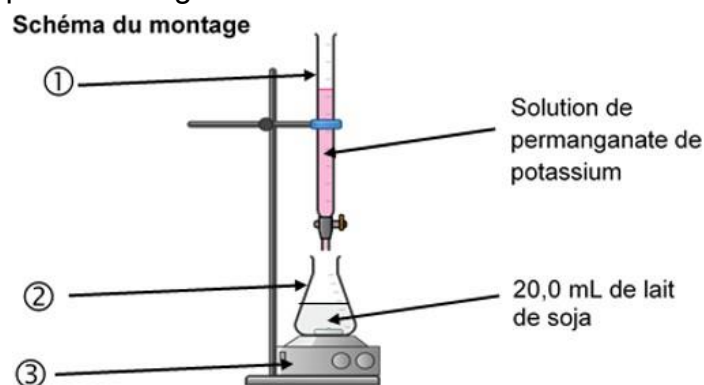


Dans le lait de soja titré dans la suite de l'exercice, l'élément fer est présent sous forme d'ions fer II, de formule $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

L'élève va déterminer la quantité d'ions fer II présents dans un lait de soja en réalisant un titrage avec une réaction d'oxydo-réduction support du titrage.

Pour cela, il titre un volume $V_2 = 20 \text{ mL}$ de lait de soja par une solution aqueuse rose-violette de permanganate de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $C_1 = 4,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Le montage effectué pour ce titrage est schématisé ci-dessous :



Données :

- Couples oxydant-réducteur impliqués dans le titrage

Couple 1 : $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ associé à la demi-équation électronique suivante :
$$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) + 5 \text{e}^- = \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

Couple 2 : $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) / \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

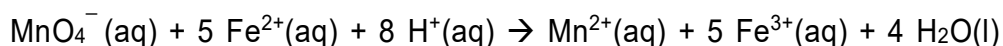
- Couleurs des espèces chimiques : les ions permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ donnent une coloration rose-violette aux solutions aqueuses qui les contiennent. En revanche, les ions $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ et $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ ne modifient pas significativement la couleur du lait de soja.
- Masse molaire atomique : $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Étude du montage

5. Nommer le matériel du montage effectué pour ce titrage correspondant aux numéros ①, ② et ③. Indiquer la verrerie dans laquelle doit être introduite la solution titrante.
6. Parmi la verrerie ci-dessous, dire, en justifiant votre choix, celle qui est la plus adaptée pour faire le prélèvement des 20 mL de lait de soja :
 - Éprouvette graduée
 - Pipette jaugée
 - Bécher

Réaction support du titrage

7. Établir, à l'aide des couples oxydant-réducteur donnés, l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage suivante :



8. Indiquer le rôle (oxydant ou réducteur) joué par les ions fer II dans cette réaction. Justifier la réponse.

Équivalence du titrage

9. Définir l'équivalence d'un titrage.
10. En raisonnant sur l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques présentes dans la verrerie ②, expliquer comment s'effectue le repérage de l'équivalence lors de ce titrage.

L'équivalence est obtenue en versant un volume de permanganate de potassium égal à $V_{1,e} = 11,7 \text{ mL}$.

11. Déterminer la quantité de matière d'ions permanganate $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$, notée $n_{1,e}$, versée pour atteindre l'équivalence.

On note $n_{2,i}$ la quantité de matière initiale d'ions fer II, $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$, présents dans les 20 mL de lait de soja.

12. Établir la relation entre les quantités de matière de réactifs introduites pour atteindre l'équivalence.
13. Déterminer la quantité de matière initiale d'ions fer II, $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$, présents dans les 20 mL de lait de soja.

Afin de vérifier la fiabilité de sa mesure, l'élève cherche des informations sur le lait de soja. Le site Wikipédia lui fournit l'information suivante :

Composition moyenne d'un lait de soja en fer (pour 100 mL)	0,64 mg
---	---------

14. Indiquer si le résultat obtenu à la question précédente ($n_{2,i}$ proche de $2,34 \times 10^{-6} \text{ mol}$) est cohérent ou pas avec les informations obtenues par les recherches internet effectuées par l'élève. Justifier votre réponse.

Le candidat est invité à présenter son raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.