

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	
	N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ÉVALUATIONS

CLASSE : première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 9

PARTIE A

Le fer dans l'alimentation (10 points)

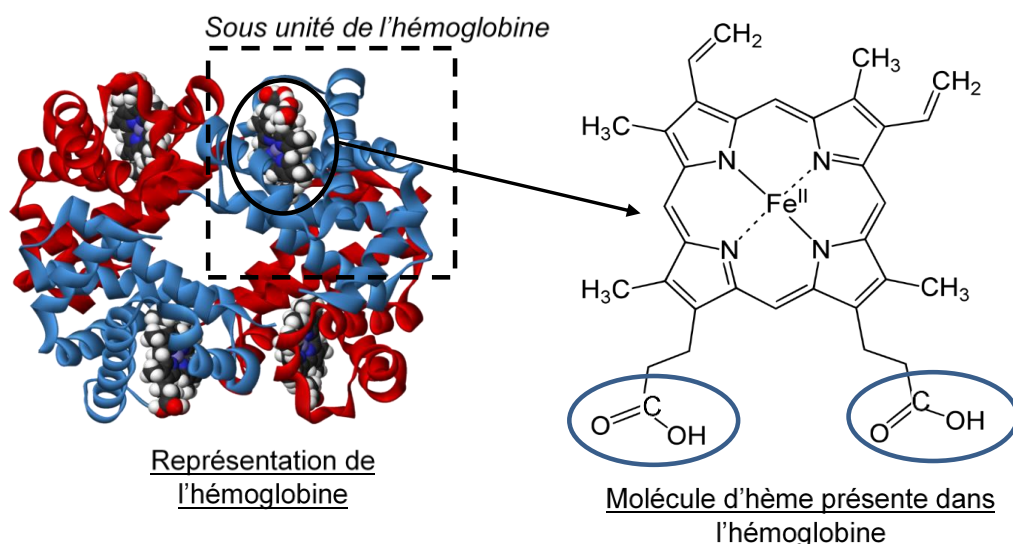
Le fer est l'élément chimique de numéro atomique 26 et de symbole Fe. Le corps d'un être humain en renferme essentiellement dans les globules rouges et les muscles. Le rôle principal du fer dans l'organisme est de transporter l'oxygène dans le sang et de permettre la bonne oxygénation des organes.

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 :



Titrage 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)



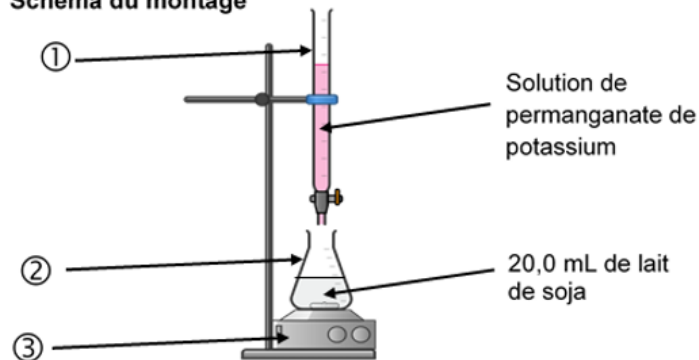
Dans le lait de soja titré dans la suite de l'exercice, l'élément fer est présent sous forme d'ions fer II, de formule $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

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 :

Schéma du montage



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 : $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

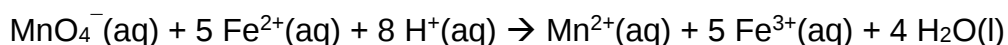


Étude du montage

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.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

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 $2,34 \times 10^{-6}$ 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.

PARTIE B

PRENDRE DE LA HAUTEUR AVEC UN SMARTPHONE (10 points)

Les smartphones disposent de capteurs performants qui permettent d'accéder à des grandeurs physiques par des mesures directes ou indirectes. Dans ce sujet, on utilise un smartphone pour déterminer l'altitude d'une salle d'un lycée et la vitesse de l'ascenseur pour y accéder.

1. Altitude d'une salle de lycée

On pose un smartphone au sol du rez-de-chaussée d'un lycée et on active le capteur de pression. On observe que la valeur affichée fluctue. On décide de relever la valeur de la pression, notée P_{RDC} , toutes les cinq secondes, à huit reprises. On monte ensuite au 4^{ème} étage du lycée et, de la même manière, on relève la valeur de la pression, notée $P_{4ème}$, au sol du 4^{ème} étage. Les valeurs de pressions mesurées sont indiquées dans le tableau ci-contre.

Mesure n°	P_{RDC} (hPa)	Mesure n°	$P_{4ème}$ (hPa)
1	1016,679	1	1014,489
2	1016,680	2	1014,493
3	1016,678	3	1014,497
4	1016,674	4	1014,502
5	1016,677	5	1014,520
6	1016,688	6	1014,489
7	1016,683	7	1014,523
8	1016,686	8	1014,520

**Données :**

➤ Exploitation d'une série de mesures d'une grandeur X :

Pour une série de mesures pour lesquelles on suppose les conditions de répétabilité vérifiées, on admet que :

- la meilleure estimation de la valeur de la grandeur X est égale à la moyenne $\bar{x}$ des N valeurs x mesurées ;
- l'incertitude-type sur une série de mesure de la grandeur X vaut :

$$u_x = \frac{s_{n-1}}{\sqrt{N}}$$

où N est le nombre de valeurs x mesurées

et $s_{n-1} = s_X$ l'écart-type expérimental tel que : $s_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \times \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$

➤ $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$.

Un traitement statistique des données permet de calculer l'écart-type associé à la série de mesure de $P_{4\text{ème}}$. Sa valeur est de: $s_P = 1,46 \cdot 10^{-2} \text{ hPa}$.

1.1 Calculer la valeur moyenne, notée $\overline{P_{4\text{ème}}}$, des huit mesures de la pression au sol du 4^{ème}.

1.2 Calculer la valeur de l'incertitude-type u_P associée à la série de mesures de la pression au 4^{ème} étage.

1.3 Écrire le résultat de la mesure sous la forme : $P_{4\text{ème}} = \overline{P_{4\text{ème}}} \pm u_P$

Données :

➤ Loi fondamentale de la statique des fluides

Cette loi relie la différence de pression entre deux points A et B d'un fluide supposé incompressible et leur différence d'altitudes. La loi s'écrit : $P_A - P_B = \rho \cdot g \cdot (z_B - z_A)$ avec :

- z_A et z_B sont les altitudes des points A et B, l'axe des altitudes (Oz) étant orienté suivant la verticale ascendante ;
- ρ est la masse volumique du fluide ;
- g est la valeur de l'intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$;

➤ on considère que l'air est un fluide incompressible ;

➤ masse volumique de l'air à 20°C : $\rho_{\text{air}} = 1,204 \text{ kg.m}^{-3}$;

➤ $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$.

1.4 La valeur moyenne de la pression au rez-de-chaussée obtenue à partir des huit mesures est $\overline{P_{RDC}} = 1016,681 \text{ hPa}$. Déterminer $z_{4\text{ème}}$, altitude au 4^{ème} étage du lycée l'origine des altitudes étant choisie au rez-de-chaussée.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

/

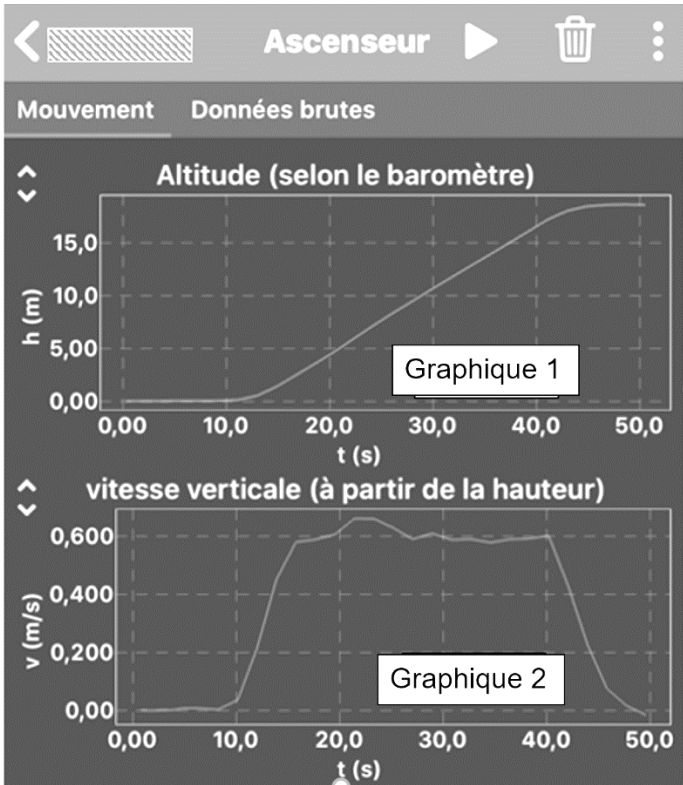
/

(
Les numéros figurent sur la convocation.
)

1.1

2. Vitesse de déplacement de l'ascenseur

On utilise maintenant le smartphone pour effectuer des mesures de position et de vitesse de l'ascenseur du lycée. On obtient les courbes et le tableau de valeurs suivants :



Time (s)	Altitude (m)	Time (s)	Altitude (m)
0,32230	0	31,7772	11,6621
1,33675	0,00063	33,6554	12,7674
2,35125	-0,00126	35,5337	13,8503
3,36568	0	37,4121	14,9543
4,38012	0	39,2900	16,0628
5,48306	0,00760	41,1678	17,1899
7,36153	0,01964	43,0457	17,9924
9,24047	0,02344	44,9235	18,4142
11,1188	0,08902	46,8012	18,5529
12,9971	0,49263	48,6793	18,5821
14,8752	1,33982	50,5573	18,5501
16,7534	2,42599		
18,6314	3,52813		
20,5093	4,66334		
22,3874	5,90075		
24,2653	7,13734		
26,1432	8,31512		
28,0212	9,42010		
29,8992	10,5616		

L'ascenseur de masse $m = 550\text{ kg}$ est soumis à deux forces :

- son poids, noté $\vec{P}$;
- la tension du câble modélisée par une force notée $\vec{T}$, verticale et dirigée vers le haut. La valeur de cette tension varie au cours des différentes phases du mouvement.

Toutes les forces de frottements s'exerçant sur l'ascenseur sont négligées devant les autres forces.

Le mouvement de l'ascenseur est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

- 2.1 Décrire le mouvement de l'ascenseur en exploitant les graphes ci-dessus en indiquant les dates de début et de fin de chacune des quatre phases entre 0 s et 50,5 s.
- 2.2 À partir du graphique 1, déterminer la vitesse de l'ascenseur pendant la phase correspondant au mouvement rectiligne uniforme. Expliquer votre démarche.
- 2.3 La notice du constructeur indique une vitesse d'ascension de l'ascenseur de 0,63 m/s. Cette donnée est-elle vérifiée ? Commenter.



2.4 Étude des forces appliquées à l'ascenseur lors de la phase de démarrage.

2.4.1 Calculer la valeur de la norme P du poids du système.

2.4.2 En déduire la valeur minimale de la tension pour que l'ascenseur monte.

2.4.3 La vitesse au temps $t_{11} = 11,1$ s vaut $v_{11} = 0,21$ m/s ; elle vaut $v_{13} = 0,45$ m/s à $t_{13} = 13,0$ s. Calculer la valeur de la variation de vitesse Δv entre les instants $t_{11} = 11,1$ s et $t_{13} = 13,0$ s.

2.4.4 Représenter **SUR L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** les 2 vecteurs vitesses $\vec{v}_{11}$ et $\vec{v}_{13}$ puis le vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ entre ces 2 instants à l'échelle $0,10 \text{ m.s}^{-1} \leftrightarrow 1,0 \text{ cm}$.

2.4.5 Montrer que la direction et le sens de ce vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ entre ces 2 instants sont cohérents avec ceux de la somme des forces appliquées sur le système au démarrage.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1..1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 2.4.4 de la partie B

