CHIMIE

Entrée dans la vie (13 points)

I. Exercice 1 : la carnitine

Dès les premières heures de sa vie, un nouveau-né doit être alimenté. Le lait maternel lui fournit tous les éléments nécessaires au bon fonctionnement de son organisme. Parmi ceux-ci, il y a des protéines et des acides α-aminés essentiels.

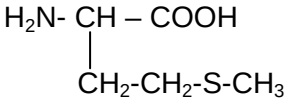
Les acides α-aminés peuvent s'associer pour former des dipeptides.

L'un de ces dipeptides est la carnitine.

Extrait des archives de la FAO :

« La carnitine (dipeptide formé à partir de méthionine et de lysine) est présente dans le lait à des taux variables (de 35 à 90 microgrammes par litre) et cette teneur diminue avec le temps. Elle contribue au transport des acides gras à l'intérieur de la mitochondrie où s'effectue leur oxydation. »

1. La formule de la méthionine est donnée ci-dessous :



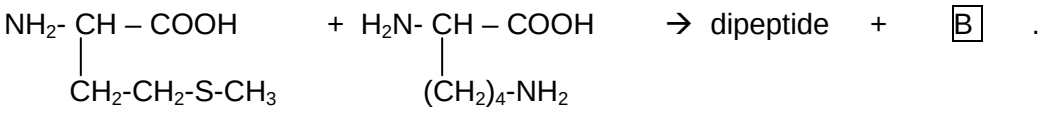
1.1. Sur la formule semi-développée donnée **en annexe à rendre avec la copie**, repérer clairement les groupes caractéristiques amine et acide carboxylique.

1.2. Sur la formule semi-développée, indiquer par un astérisque le ou les atome(s) de carbone asymétrique(s).

1.3. Donner la représentation de Fischer de la L-méthionine.

2. Synthèse de la carnitine

La carnitine est obtenue à partir de la méthionine (Met) et de la lysine (Lys). Lors de sa synthèse, une des réactions pouvant avoir lieu est la suivante :



Méthionine Lysine Met-Lys

2.1. En s'appuyant sur l'équation de la réaction précédente, donner la formule semi-développée du dipeptide Met-Lys.

2.2. Donner le nom et la formule brute de la molécule B.

2.3. En utilisant les abréviations Met et Lys, nommer tous les autres dipeptides susceptibles d'être obtenus lors du mélange de ces deux acides α-aminés.

3. Un nouveau-né boit quotidiennement un volume de lait noté V égal à 700 mL. La concentration molaire de la carnitine dans le lait C est égale à 8,0 x 10^{-5} mol.L^{-1}.

3.1. Montrer que la quantité de matière n de carnitine absorbée par le nourrisson quotidiennement est égale à 5,6 x 10^{-5} mol.

3.2. En utilisant le résultat donné dans la question 3.1., déterminer la masse de carnitine absorbée par le nouveau-né.

Donnée : Masse molaire de la carnitine : M = 161 g.mol^{-1}.

3.3. Cette masse est très faible, quelques milligrammes. Peut-on pour autant se passer de cette espèce chimique ? Justifier la réponse.

4. Dans le texte introductif, il est mentionné que la carnitine contribue au transport des acides gras vers les mitochondries où ils sont oxydés.

Lors d'une oxydation, il y a :

a) gain d'électrons, b) perte d'électrons
c) gain de protons H^+ d) perte de protons H^+

Indiquer la ou les bonne(s) réponse(s).

II. Exercice 2 : le lait maternisé

Le lait maternel peut être remplacé par des laits maternisés en poudre auxquels on ajoute une eau minérale adaptée.

L'étiquette de cette eau minérale est représentée ci-dessous. On se propose dans cet exercice de vérifier expérimentalement sa teneur en ions hydrogénocarbonate HCO_3^-.

Extrait d'une étiquette d'eau minérale.

Concentrations massiques en mg.L^{-1}.

Calcium (Ca^{2+})	80	Sulfates (SO_4^{2-})	12,6
Magnésium (Mg^{2+})	26	Chlorures (Cl^-)	6,8
Sodium (Na^+)	6,5	Nitrates (NO_3^-)	3,7
Potassium (K^+)	1	Hydrogénocarbonates (HCO_3^-)	360
pH = 7,2			

1.1. L'ion hydrogénocarbonate est la base du couple acide/base (CO_2, H_2O) / HCO_3^-Définir une base selon Brönsted.

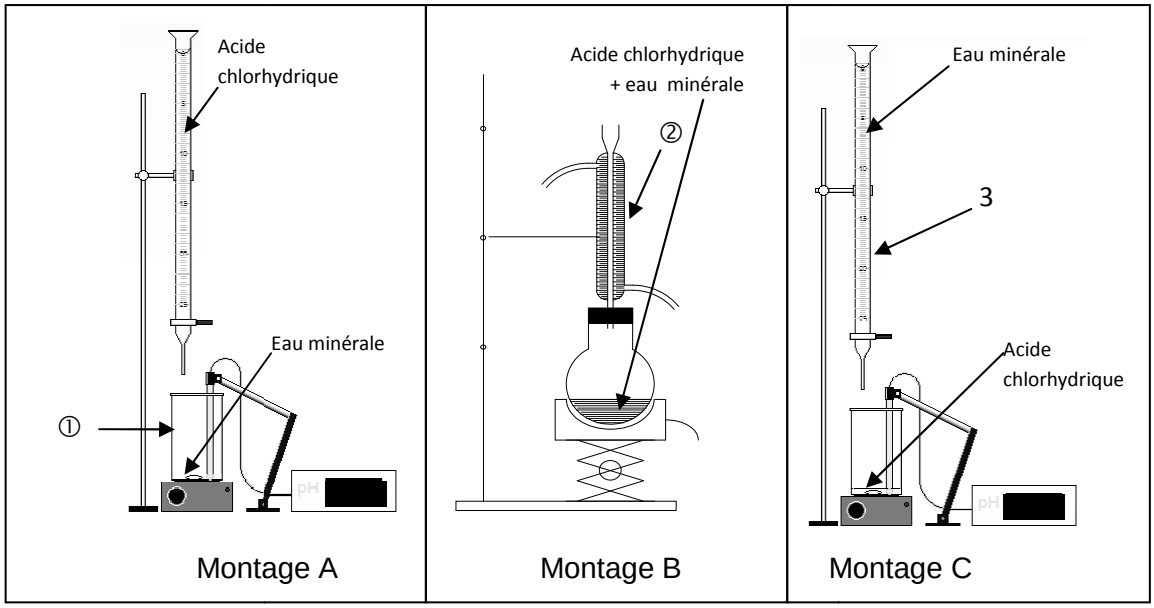
1.2. Le pKa du couple (CO_2, H_2O) / HCO_3^- est égale à 6,3. Tracer le diagramme de prédominance des espèces (CO_2, H_2O) et HCO_3^-.

1.3. Le pH de l'eau minérale est égal à 7,2. Quelle est alors l'espèce chimique prédominante dans cette eau ? Justifier la réponse.

2. Dosage pH métrique :

On dose un volume V_b = 50,0 mL d'eau minérale par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

2.1. Choisir parmi les schémas ci-dessous le bon dispositif de dosage.



2.2. Nommer les éléments de verrerie numérotés ① , ② et 3.

2.3. On relève la valeur du pH du milieu réactionnel en ajoutant progressivement la solution d'acide chlorhydrique.
Le graphe obtenu pH = f(V_a) est représenté **en annexe à rendre avec la copie**.

2.3.1 Déterminer graphiquement le point équivalent noté E. La méthode devra apparaitre clairement sur le graphe.

2.3.2 Relever les coordonnées du point équivalent E trouvé.

2.4. La réaction support du dosage est $HCO_3^- + H_3O^+ \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

2.4.1. Définir l'équivalence.

2.4.2. Donner la relation entre la quantité de matière n_b d'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- dosée et la quantité de matière n_{aE} d'ion oxonium H_3O^+ apportée à l'équivalence.

2.4.3. A l'équivalence, $C_a \times V_{aE} = C_b \times V_b$.

On admettra désormais que la valeur du volume de solution d'acide versé à l'équivalence est V_{aE} = 14,6 mL.

Vérifier que la concentration molaire en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- est $C_b = 5{,}8 \times 10^{-3}$ mol.L^{-1}.

2.4.4. Calculer la concentration massique $C_{massique}$ en ions hydrogénocarbonate HCO_3^-.

Données :

- Masse molaire : $M(HCO_3^-) = 61$ g.mol^{-1}.
- $C_{molaire} = \frac{C_{massique}}{M}$ avec $C_{molaire}$ en mol.L^{-1}, $C_{massique}$ en g.L^{-1} et M en g.mol^{-1}

2.4.5 . Le résultat précédent est-il en accord avec les indications de l'étiquette ?

PHYSIQUE (7 points)

2 Exercice 3 : A la maternité

1. Examen prénatal :
Pour l'étude des anomalies fœtales, on utilise surtout l'échographie. Cependant dans certains cas pour préciser un diagnostic, l'utilisation de l'IRM est de plus en plus fréquente.

A l'inverse, la radiographie et le scanner qui utilisent des rayons X sont contre-indiqués.

1.1. Citer un moyen utilisé par les radiologues pour se protéger des rayons X.

1.2. L'IRM est un examen qui utilise des champs magnétiques intenses couplés à des ondes électromagnétiques non dangereuses.

1.2.1. Donner le nom et le symbole de l'unité du champ magnétique dans le système international (S.I.).

1.2.2.Comment déterminer expérimentalement la direction du vecteur champ magétique ?

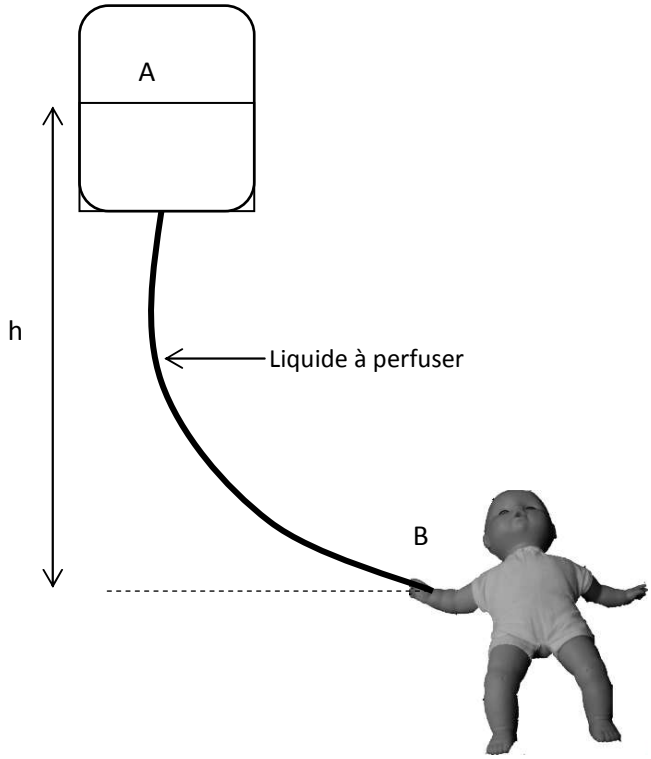
2. Néonatalité :

Lorsque la naissance arrive avant terme, le prématuré est placé dans une couveuse chauffée avec des rayonnements infrarouges.

Il n'a pas encore la capacité de se nourrir par lui-même. Il faut donc lui apporter les différents nutriments par perfusion.

La pression sanguine d'un prématuré est $p_{sang} = p_B = 1{,}060 \times 10^5$ S.I.

La pression atmosphérique est $p_{atm} = p_A = 1{,}013 \times 10^5$ S.I.



2.1. Donner l'unité de pression dans le système international S.I..

2.2. En s'appuyant sur le schéma donné ci-dessus, comparer les pressions p_B et p_A. Justifier la réponse.

2.3. Montrer que la variation de pression entre les points A et B est égale à $4{,}70 \times 10^3$ S.I.

3. la loi fondamentale de la statique de fluides est : $\Delta p = p_B - p_A = \rho \times g \times h$

Calculer la hauteur h au delà de laquelle doit être située la poche de perfusion pour que le liquide s'écoule.

Données : la masse volumique du liquide à perfuser est $\rho = 1140$ kg.m^{-3}

Intensité de la pesanteur : g = 9,81 N.kg^{-1}

4. Traitement de l'ictère (ou jaunisse) du nourrisson :

La photothérapie, traitement de l'ictère du nourrisson, utilise des rayonnements électromagnétiques.

4.1. Sur l'axe représenté **en annexe à rendre avec la copie**, faire apparaitre dans les différents domaines de longueur d'onde, les ondes électromagnétiques suivantes : lumière visible, ultraviolets (UV), infrarouge (IR) et rayons X.

On expose le nouveau né à une lumière de longueur d'onde comprise entre 450 à 470 nm. On prend soin de lui bander les yeux ou de lui mettre des lunettes en « verre fumé ».

C'est actuellement une lampe à LED qui délivre une telle lumière.
La bilirubine (pigment jaune lié à la jaunisse) absorbe la lumière bleue de longueur d'onde λ = 458 nm = 4,58 x 10^{-7} m.

4.2. Calculer l'énergie transportée par un photon de cette longueur d'onde. Préciser l'unité.

Données : énergie transportée par un photon de longueur d'onde λ

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{h} \times \mathbf{c}}{\boldsymbol{\lambda}}$$

avec h = 6,62 x 10^{-34} J.s^{-1} et c = 3,00 x 10^{8} m.s^{-1}.

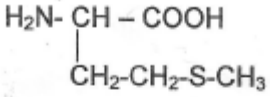
4.3. La longueur d'onde d'un photon infrarouge est supérieure à 800 nm.
Son énergie est-elle supérieure ou inférieure à celle transportée par un photon de longueur d'onde 458 nm ? Expliciter la réponse.

Avant que les LED n'existent, on utilisait quelquefois de la lumière blanche avec toutes les radiations colorées, ce qui pouvait entrainer une augmentation de la température donc un risque de déshydratation du nouveau-né. De plus cette lumière risquait de contenir des rayons UV proches de 400 nm.

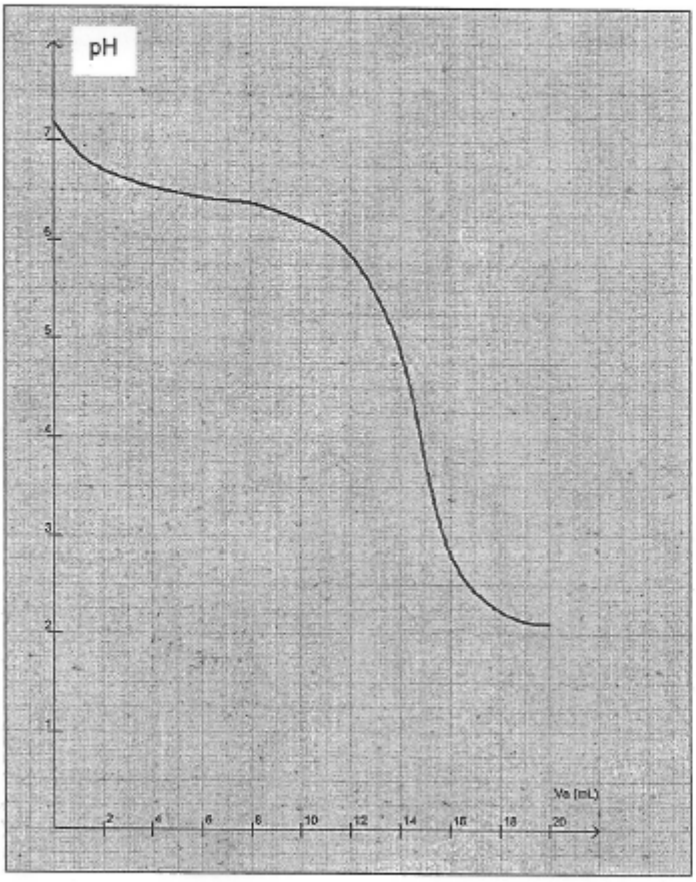
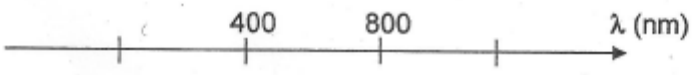
4.4. Citer un risque encouru lors d'une exposition excessive aux UV.

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice I :



Exercice II :



Exercice III :