

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 :

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

voie : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

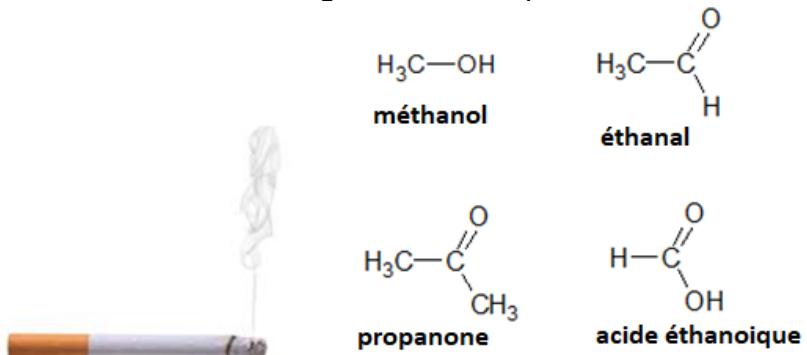
Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 7

PARTIE A

La détection du tabagisme passif (10 points)

La fumée de cigarette est l'un des polluants atmosphériques les plus répandus dans l'environnement intérieur. Allumer une cigarette initie une série de processus chimiques impliquant la transformation ou la formation de plus de 4 000 espèces chimiques : des goudrons, des gaz toxiques, des composés irritants, etc. Les formules de quelques espèces chimiques présentes dans la fumée de cigarette sont représentées ou citées ci-dessous.



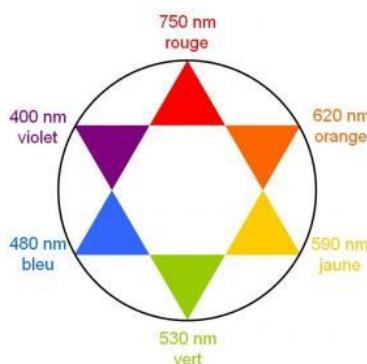
cyanure d'hydrogène,
dioxyde de carbone,
monoxyde de carbone,
etc.

D'après <http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/149/?sequence=7>

Le tabagisme passif est défini comme l'inhalation involontaire de la fumée de tabac présente dans l'air. Dans cette partie on cherche à déterminer si une femme enceinte est victime d'un tabagisme passif.

Données :

- Numéros atomiques : H (Z = 1) ; C (Z = 6) ; N (Z = 7)
- Masse molaire de l'ion thiocyanate SCN^- : 58 g·mol⁻¹
- Cercle chromatique :

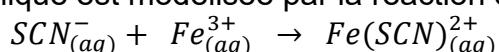


1. Après avoir recopié la formule semi-développée de chacune des quatre molécules représentées ci-dessus, identifier le groupe caractéristique présent et l'associer à une famille de composés.
2. Justifier le nom donné à la propanone.
3. Établir le schéma de Lewis de la molécule de cyanure d'hydrogène de formule HCN et proposer une géométrie pour cette molécule.

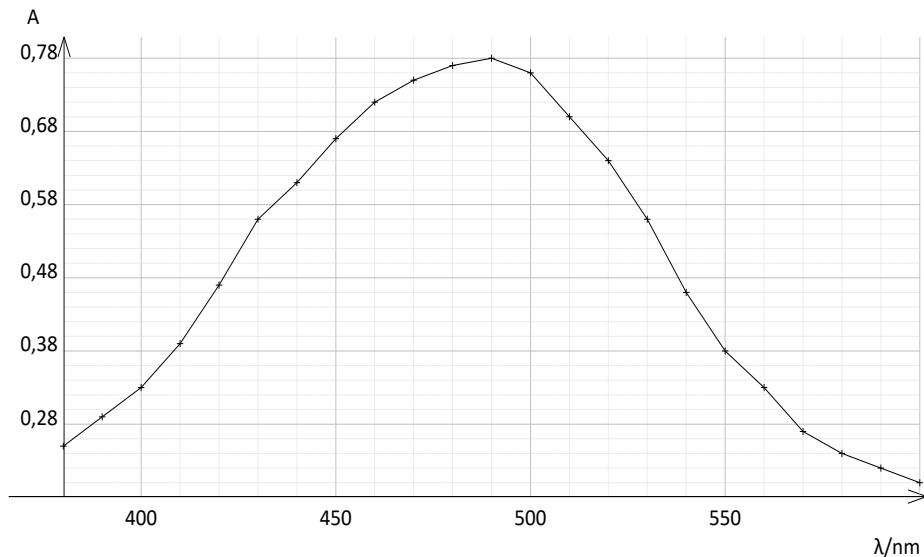
Le cyanure d'hydrogène est absorbé par le corps, puis en partie dégradé en ions thiocyanate SCN^- que l'on retrouve ensuite dans la salive ou dans l'urine. Dans la salive, par exemple, les concentrations en masse en ions thiocyanate sont en moyenne de 112 mg·L⁻¹ chez les non-fumeurs et de 349 mg·L⁻¹ chez les fumeurs. Les ions thiocyanate peuvent donc être considérés comme des marqueurs biologiques du tabagisme car leur concentration renseigne sur l'exposition d'une personne à la fumée du tabac.

Principe du dosage

Un échantillon noté **S** de 250 µL de salive d'une femme enceinte est prélevé. Les ions thiocyanate présents dans l'échantillon étant incolores et n'absorbant pas dans le proche ultraviolet, on les fait réagir avec une solution d'ions fer III, Fe^{3+} (aq). On obtient 10,0 mL d'une solution **S'** dans laquelle s'est formée l'espèce ionique de formule $Fe(SCN)^{2+}$, soluble dans l'eau. La transformation chimique est modélisée par la réaction d'équation suivante :



La courbe ci-dessous représente l'absorbance d'une solution aqueuse contenant l'espèce ionique $Fe(SCN)^{2+}$ en fonction de la longueur d'onde.



4. Expliquer pourquoi les ions thiocyanate ne peuvent pas être dosés directement par spectrophotométrie UV-visible. Indiquer l'intérêt de les faire réagir avec les ions Fe^{3+}

Préparation de la gamme de solution étalon et tracé de la droite d'étalonnage

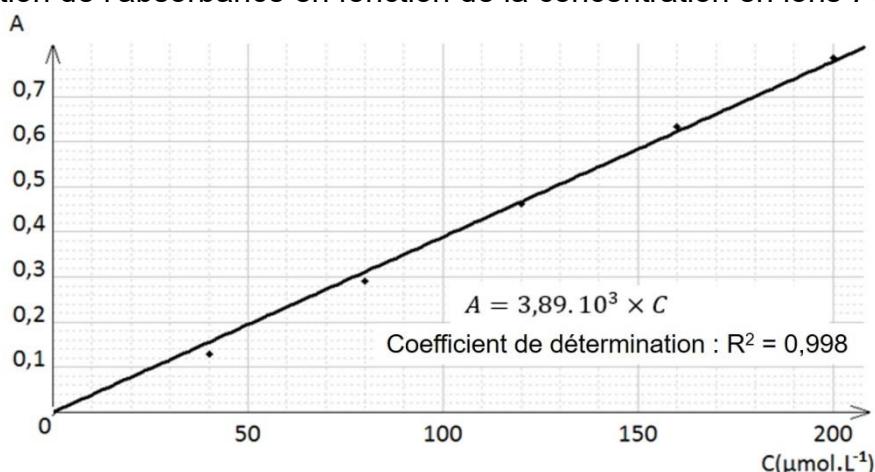
On cherche à doser l'espèce chimique $Fe(SCN)^{2+}$ présente dans la solution **S'**.

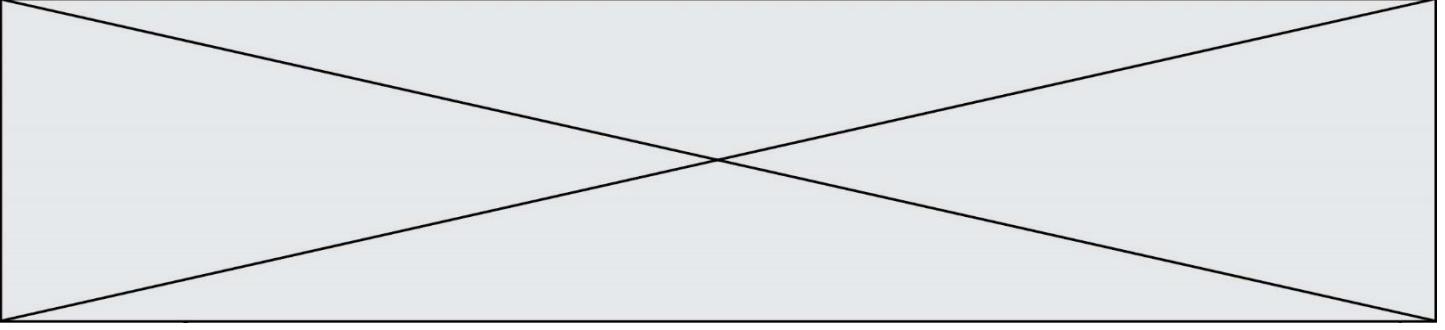
On cherche à déterminer la constante de dissociation K_0 (SCN^-) présente dans la solution S_0 .
 À partir d'une solution S_0 de concentration $C_0 = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ en ions $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$, on prépare la gamme d'étalonnage composée des solutions S_0 , S_1 , S_2 , S_3 et S_4 dont les concentrations sont données dans le tableau ci-dessous.

Solution	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
[Fe(SCN) ²⁺] en mol·L ⁻¹	2,0×10 ⁻⁴	1,6×10 ⁻⁴	1,0×10 ⁻⁴	0,80×10 ⁻⁴	0,40×10 ⁻⁴

5. Indiquer la verrerie nécessaire pour préparer 50,0 mL de solution S_2 à partir de la solution S_0 en justifiant votre raisonnement.

On mesure l'absorbance de chacune des solutions et on trace le graphique ci-dessous donnant l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration en ions $Fe(SCN)^{2+}$.



- 
- Après avoir rappelé l'expression de la loi de Beer-Lambert en indiquant les unités des grandeurs, déterminer si les résultats expérimentaux obtenus sont en accord avec cette loi.

Détermination de la concentration en ions thiocyanate dans la salive

Dans la solution **S'** tous les ions thiocyanate contenus dans la salive de la femme enceinte ont réagi avec les ions Fe^{3+} présents en large excès. L'absorbance de la solution **S'** a pour valeur $A = 0,65$.

- Déterminer la concentration en quantité de matière des ions $Fe(SCN)^{2+}$ dans la solution **S'**. En déduire leur quantité de matière dans la solution de volume $V = 10,0 \text{ mL}$.
- Recopier et compléter le tableau d'avancement ci-dessous. En déduire la relation entre la quantité de matière des ions $Fe(SCN)^{2+}$ à la fin de la transformation et la quantité de matière en ions SCN^- initialement présente dans la solution.

		$SCN_{(aq)}^-$	+	$Fe_{(aq)}^{3+}$	\rightarrow	$Fe(SCN)_{(aq)}^{2+}$
État du système	Avancement (en mol)	$n (SCN^-)$		$n (Fe^{3+})$		$n (Fe(SCN)^{2+})$
État initial	$x = 0$			excès		
État final	x_{\max}			excès		

- Déterminer la valeur de la concentration en masse des ions thiocyanate SCN^- dans l'échantillon de salive de la femme enceinte et conclure sur le potentiel tabagisme passif de cette femme.

L'élève est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.

PARTIE B

Plongée en eau douce (10 points)

La plongée en eau douce peut se pratiquer dans les lacs, les étangs, les anciennes carrières, les rivières et même les piscines. Ce sport permet de découvrir une faune et une flore aquatiques typiques de ces milieux.

1. Pression et profondeur

Un plongeur débutant ressent souvent une douleur intense au niveau des tympans lors des plongées. Le tympan est une membrane qui sépare l'oreille moyenne du milieu extérieur. Il est assimilable à un disque de surface $S = 6,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$.

Une légère différence entre la pression extérieure et celle de l'air dans l'oreille moyenne suffit à provoquer des douleurs qui peuvent aller jusqu'à l'inflammation du tympan : c'est le barotraumatisme auriculaire. Celui-ci peut se déclarer dès lors que la différence entre la force pressante exercée par un fluide extérieur et celle exercée par l'air intérieur sur le tympan excède une valeur de l'ordre de 2 N. Pour l'éviter, il est possible d'effectuer la manœuvre de Valsalva : elle consiste à expirer tout en se pinçant les narines afin de rééquilibrer les pressions de part et d'autre du tympan.

Un plongeur souhaite vérifier au laboratoire l'influence de la profondeur sur la pression lors d'une séance de travaux pratiques. Pour cela, il utilise un manomètre associé à un tuyau en plastique pour mesurer la valeur de la pression, un mètre ruban pour mesurer celle de la profondeur et un long tube de plexiglas.

Il remplit le tube de plexiglas avec de l'eau et y plonge le tuyau en plastique. Il relève la pression P en fonction de la profondeur h de l'extrémité du tuyau.

Le plongeur obtient les résultats suivants :

$h(\text{cm})$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$P(\text{hPa})$	1012	1023	1032	1042	1052	1062	1072	1082	1091

Données :

- la loi fondamentale de la statique des fluides est donnée par la relation :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

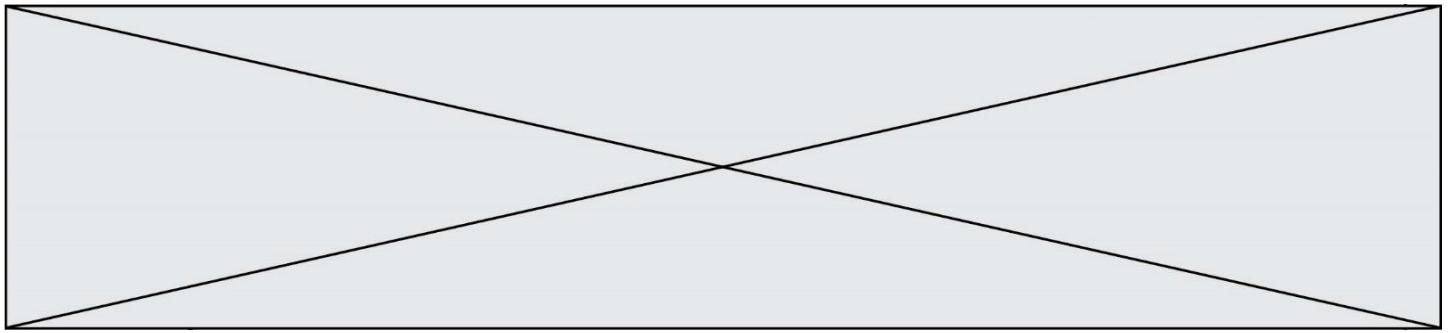
où A et B sont deux points d'un fluide au repos, d'altitudes respectives z_A et z_B (en mètre), où règnent les pressions respectives P_A et P_B (en pascal) ;

- masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$;
 - intensité de la pesanteur : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

- 1.1. Expliquer qualitativement le lien entre la pression et le comportement microscopique des entités qui constituent le fluide.
 - 1.2. En utilisant une étude graphique, tester la loi fondamentale de la statique des fluides à partir des mesures consignées dans le tableau ci-dessus.
 - 1.3. On considère que la loi fondamentale de la statique des fluides est vérifiée à 10 mètres de profondeur.

Estimer la valeur de la force pressante exercée par l'eau sur la surface du tympan d'un plongeur à cette profondeur.

On considère que le plongeur effectue la descente de la surface de l'eau jusqu'à 10 m de profondeur sans réaliser la manœuvre de Valsalva. Risque-t-il un barotraumatisme auriculaire ? Une réponse détaillée est attendue.



2. Le sens électrique chez les poissons

Les poissons électriques

On appelle poisson électrique les poissons capables d'utiliser un courant électrique pour s'orienter, pour se protéger ou pour communiquer. La majorité de ces poissons vivent dans les eaux turbides ou ont une activité nocturne. Ils génèrent un champ électrostatique autour de leur corps. Un objet placé à proximité modifie la valeur de l'intensité locale du champ électrostatique. Par la suite, des récepteurs électriques situés dans la peau détectent le champ électrostatique et les modifications subies, ce qui permet au poisson de percevoir les caractéristiques de son environnement, détecter des proies et communiquer avec des congénères. Quelques espèces sont capables de produire des décharges électriques de forte intensité, comme les anguilles électriques, les torpilles ou les silures électriques. Elles s'en servent pour se protéger contre des prédateurs, ou pour assommer des proies avant de les consommer.

Source : article « Poisson électrique » de Wikipédia en français.
(http://fr.wikipedia.org/wiki/Poisson_%C3%A9lectrique).

Force et champ électrostatiques

Un objet possédant une charge électrique q_B placée dans un champ électrostatique \vec{E} , engendré par une charge électrique q_A , subit une action mécanique modélisée par une force électrostatique :

$$\vec{F} = q_B \times \vec{E}.$$

La force électrostatique est donnée par la loi de Coulomb :

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_R\epsilon_0} \times \frac{q_A \times q_B}{r^2} \vec{u}$$

avec \vec{u} , vecteur unitaire de même direction que la droite reliant les deux charges et orienté de A vers B, ϵ_R et ϵ_0 deux constantes appelées permittivités diélectriques, q_A et q_B les charges, r la distance entre les deux charges.

Valeurs des permittivités diélectriques :

- permittivité diélectrique du vide : $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$;
- permittivité diélectrique relative de l'air par rapport au vide : $\epsilon_R = 1,00$;
- permittivité diélectrique relative de l'eau par rapport au vide : $\epsilon_R = 78,5$.

Effets des champs électrostatiques sur la santé

Les champs électrostatiques peuvent provoquer des **réactions cutanées**. En effet, ils induisent au niveau de la peau des personnes exposées une modification de la répartition des



charges électriques. Cette modification est perceptible surtout au niveau des poils et des cheveux (seuil de perception : 10 kV.m^{-1} , seuil de sensations désagréables : 25 kV.m^{-1}).

Source : <http://www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/effets-sante.html>

Un plongeur se trouve à 2,0 m d'une anguille électrique. En première approximation, on modélise une partie de l'anguille par un point placé en A et de charge unique $q_A = 4,4 \times 10^{-12}$ C.

- 2.1. Montrer que l'expression du champ électrostatique \vec{E} créé au point B par une charge q_A est donnée par la relation :

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_0} \times \frac{q_A}{r^2} \vec{u}$$

- 2.2. L'intensité du champ électrostatique décroît très vite avec la distance. En outre, les valeurs des champs électrostatiques créées par les poissons sont souvent faibles car l'eau, par rapport à l'air, divise par environ 80 l'amplitude du champ électrostatique. Justifier ces deux affirmations.

2.3. Dans le cadre de cette modélisation, calculer la valeur du champ électrostatique ressenti par le plongeur. Ce champ est-il perceptible par le plongeur ? Justifier.

2.4. Le champ électrostatique créé par un poisson électrique peut être assimilé à celui d'un ensemble composé de deux charges électriques de signes opposés.

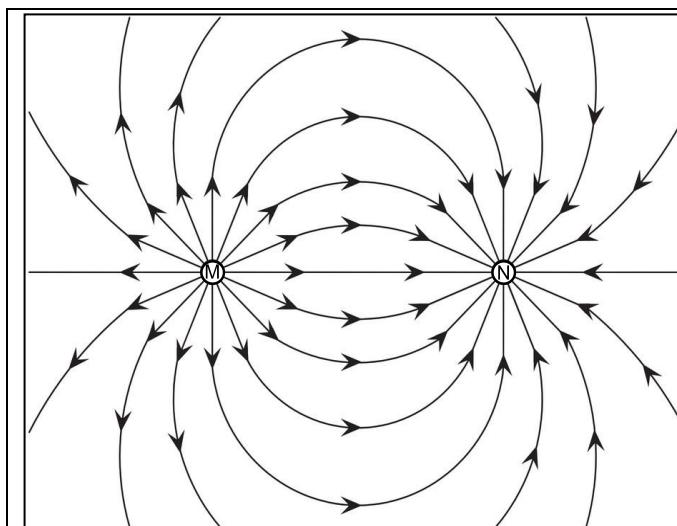


Figure 3.a.

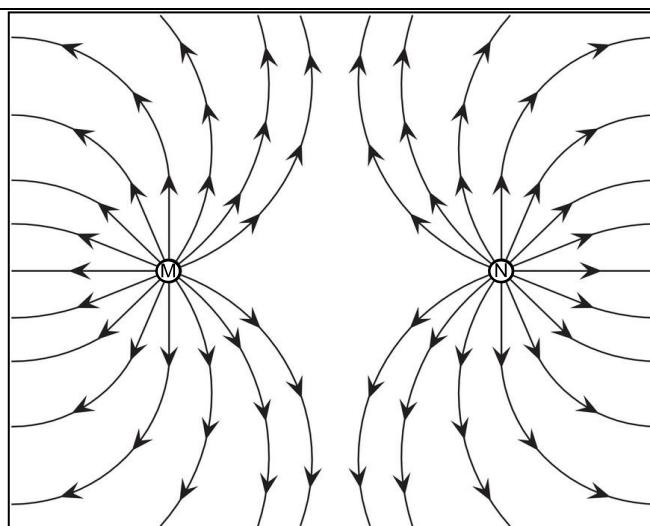


Figure 3.b.

Lignes de champ électrostatique créé par un ensemble de deux charges électriques placées aux points M et N.

Pour chaque figure, donner le signe des charges placées aux points M et N.

Parmi les deux figures proposées, laquelle correspond au modèle du poisson électrique ?