DEVOIR N°1 : CHIMIE ET MOUVEMENTS

EXERCICE 1: L´ACIDE NITRIQUE (3 POINTS)

On dissout une masse m=1,00g d´**acide nitrique** pur dans 100mL d´eau.



Données:
- *formule chimique de l´acide nitrique: HNO_3*
- *masse molaire de l´acide nitrique : M=63,0 g.mol^{-1}*

1. Écrire l´équation de la réaction de l'acide nitrique avec l'eau.
   $HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$
2. Calculez la valeur du pH de la solution obtenue.

$$pH = -log\frac{[H_3O^+]}{c^0}$$

Avec c°=1 mol/L, donc on peut écrire: pH= - log[H_3O^+]

D´après l´équation, on peut écrire c=[H_3O^+]

Or : $c = \frac{n}{V}$ *et* $n = \frac{m}{M}$ *donc :* $c = \frac{m}{M \times V} = \frac{1,00}{63,0 \times 0,100} = 0,159 \text{ mol. L}^{-1}$

Application numérique : ***pH= 0,8***

EXERCICE 2 : ACIDE SULFURIQUE (3 POINTS)

L´acide sulfurique (H_2SO_4) est un diacide qui libère **deux protons** en solution acqueuse. On prépare une solution mère d´acide sulfurique de concentration molaire c =$2 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$
On dilue ensuite cette solution en prélevant 5mL de solution dans une fiole de 100mL puis on complète jusqu´au trait avec de l´eau déminéralisée.

1. Écrire l´équation de la réaction de l´acide sulfurique avec l´eau.

   $H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$

2. Déterminer le pH de la solution diluée.

$$pH = -log\frac{[H_3O^+]}{c^0}$$

Avec c°=1 mol/L, donc on peut écrire: pH= - log[H_3O^+]

D´après l´équation, on peut écrire 2c=[H_3O^+] (deux protons sont libérés)

Dilution : $c_{fille} \times V_{fille} = c_{mére} \times V_{mère}$ *donc :* $c_{fille} = \frac{c_{mére} \times V_{mère}}{V_{fille}}$

$$c_{fille} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 5}{100} = 1 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

On calcule donc: $pH = -log\ (2 \times c)$

Application numérique : ***pH= 2,7***

EXERCICE 3 : MOUVEMENTS (4 POINTS)

Un point M est décrit dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ par son vecteur position :

$$\overrightarrow{OM} \left| \begin{matrix} x=2\times t-1 \\ y=-3\times t^2+2t+1 \end{matrix} \right.$$

1. Quelle est la position du point M au début du mouvement ?

$$\overrightarrow{OM_0} \left| \begin{matrix} x=2\times 0-1 = -1 \\ y=-3\times 0^2+2\times 0+1=1 \end{matrix} \right.$$

2. Donnez les coordonnées des vecteurs vitesse et accélération puis conclure sur la *nature du mouvement*.

On dérive un première fois :

$$\vec{v} \left| \begin{matrix} v_x=2 \\ v_y=-6\times t+2 \end{matrix} \right.$$

On dérive une deuxième fois :

$$\vec{a} \left| \begin{matrix} a_x=0 \\ a_x=-6 \end{matrix} \right.$$

Le mouvement est **uniformément accéléré**.

3. Calculez enfin la valeur de l'accélération du point M.

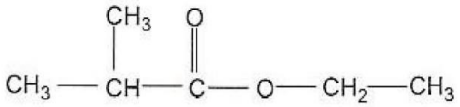
$$a = \sqrt{{a_x}^2 + {a_y}^2} \; = \; 6 \; m.s^{-2}$$

EXERCICE 4: LE CHEWING-GUM A LA FRAISE (D'après bac: 10 POINTS)

La consommation mondiale de chewing-gums est d'un demi kilogramme par personne et par an, les Français étant les deuxièmes consommateurs au monde, derrière les Américains.

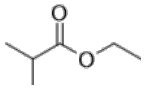
1. Arôme de fraises

Une fraise naturelle contient plus de 300 espèces chimiques ayant des propriétés aromatiques. Pour reproduire le goût fraise, on ne synthétise que celles qui sont les plus marquantes. Parmi elles, on trouve *l'espèce A* dont la formule est donnée ci-dessous et qui peut être synthétisée au laboratoire.



1.1. Donner la *formule brute* et la *formule topologique* de cette molécule (espèce A).

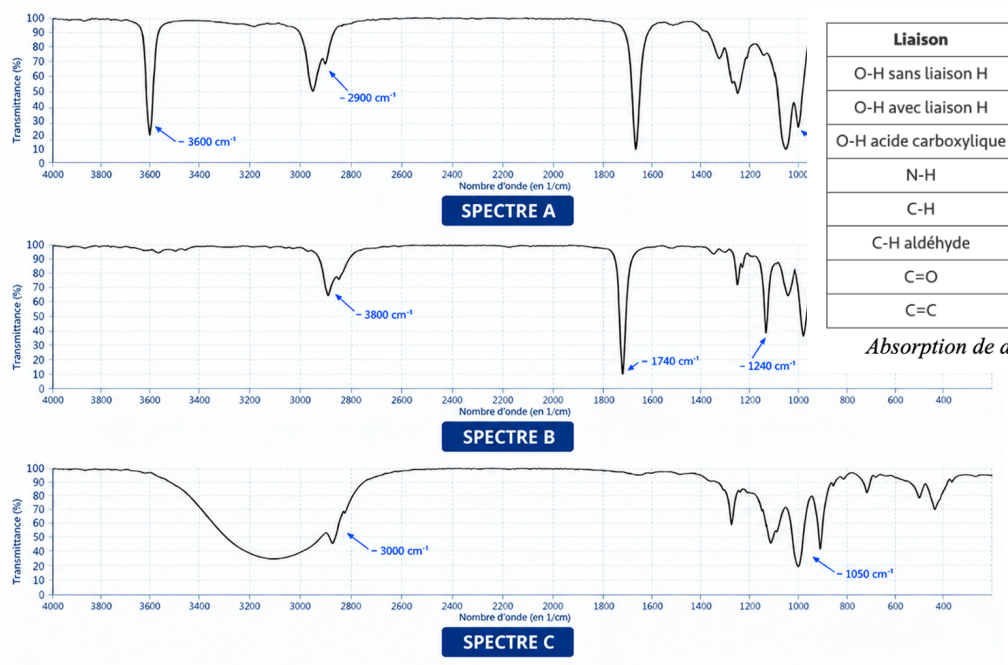
Formule brute : $C_6H_{12}O_2$

Topologique : 

1.2. Donner la famille à laquelle appartient l'espèce A, puis son nom.

C'est un ester : 2-methypropanoate d'éthyle

1.3. Lequel de ces trois spectres IR appartient à l'espèce A ? Justifier en argumentant votre réponse.



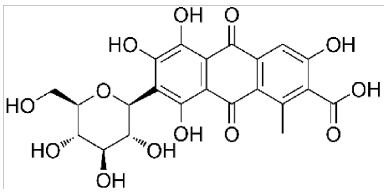
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})
O-H sans liaison H	3580-3670 (bande fine)
O-H avec liaison H	3200-3400 (bande large)
O-H acide carboxylique	2500-3200
N-H	3100-3500
C-H	2800-3080
C-H aldéhyde	2750-2900
C=O	1650-1740
C=C	1625-1450

Absorption de différentes liaisons

Il s'agit du **spectre B**. En effet, on reconnait les bandes d'absorption des liaisons C=O et C-H. Le spectre A également mais il montre une absorption supplémentaire des liaisons O-H absentes dans un ester (A est un acide carboxylique). Le spectre B n'a pas de liaison C=O (alcool à l´état liquide).

2. Le colorant E120 : rouge cochenille

Le colorant E120 ou *acide carminique* est un colorant naturel obtenu à partir de petits insectes : les cochenilles. 15000 insectes sont nécessaires pour obtenir 100 g d'un produit renfermant *15% en masse* d'*acide carminique,* qui est une matière colorante d'un rouge très vif.



Formule topologique de l'acide carminique

Donnée : Masse molaire de *l'acide carminique* : $M = 492$ g.mol^{-1}

L'objectif de cette partie est de connaître le nombre de cochenilles nécessaires pour colorer les chewing-gums d'une boite.

On introduit un chewing-gum dans de l'eau ; la solution prend une teinte rouge due à la dissolution de l'acide carminique du chewing-gum dans l'eau, dissolution que l'on considère comme totale. On ajuste le volume de la solution à 50,0 mL ; on obtient une **solution S** de solution aqueuse du colorant rouge cochenille (*acide carminique*).

Par ailleurs, on réalise un étalonnage spectrophotométrique à partir d'une solution mère de colorant rouge cochenille, de concentration molaire $C = 6{,}7\times10^{-4}$ mol.L^{-1}. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Solution S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
C_i (mol.L^{-1})	$6{,}7\times10^{-6}$	$1{,}3\times10^{-5}$	$2{,}0\times10^{-5}$	$2{,}6\times10^{-5}$	$3{,}4\times10^{-5}$	$6{,}7\times10^{-5}$
A	0,06	0,12	0,17	0,25	0,30	0,59

Dans les mêmes conditions, l'absorbance de la **solution S** est $\boldsymbol{A = 0{,}21}$.

2.1. Pourquoi est-il justifié de qualifier ce colorant d'*acide* ?

Il possède le groupe caractéristique des acides carboxyliques.

2.2. Quel volume V de la solution mère faut-il prélever pour préparer 50,0 mL de la solution S_6 ?

Lors d'une dilution : $c_{mère} \times V_{mère} = c_{fille} \times V_{fille}$ donc : $V_{mère} = \frac{c_{fille} \times V_{fille}}{c_{mère}}$

$$V_{mère} = \frac{6{,}7 \times 10^{-5} \times 50{,}0}{6{,}7 \times 10^{-4}} = \mathbf{5{,}0\,mL}$$

2.3. Tracer la courbe d´étalonnage donnée **en annexe** puis en déduire la concentration molaire puis massique de la **solution S** en *acide carminique*.

Voir annexe
Sur la courbe, on lit : $c = 2{,}3\times 10^{-5}$ mol.L^{-1}
$c_m = c \times M = 2{,}3 \times 10^{-5} \times 492 = 1{,}1 \times 10^{-2}$ g.L^{-1}

2.4. Déterminer le nombre d'insectes nécessaires pour produire le colorant E 120 pour une boîte de 17 chewing-gums.

15000 insectes sont nécessaires pour obtenir 100 g d'un produit renfermant 15% en masse d'acide carminique.

La solution initiale de 50mL a pour concentration : $c_m = 1{,}1 \times 10^{-2}$ *g.L*$^{-1}$
Elle contient donc une masse : $m = c \times V = 1{,}1 \times 10^{-2} \times 0{,}05 = 5{,}5 \times 10^{-4}$ *g de colorant.*

Avec 1500 insectes, on produit 15g d'acide carminique pur.

$$1500\ insectes \leftrightarrow 15\ g$$
$$x\ insectes \leftrightarrow 5{,}5 \times 10^{-4}\ g$$

Le produit en croix donne : $x = \frac{1500 \times 5{,}7 \times 10^{-4}}{15} = 0{,}55\ g$

Dans 17 chewing-gums : $0{,}55 \times 17 \approx \mathbf{9\ insectes}$

Ce résultat peut varier en fonction de la précision de la détermination graphique.

NOM :

PRÉNOM :

ANNEXE

