

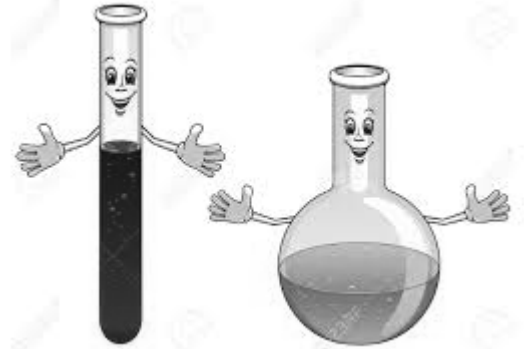
PRESSE Bac

Fomesoutra.com
ça soutra!

ÉCOLE OMEGA



PHYSIQUE-CHIMIE



ANNALE 2019

- Tous les sujets du bac adaptés au nouveau programme
- Corrigés détaillés
- Conseils pour réussir la physique-chimie du Bac

TAMER MOHAMED SALEH

AVANT-PROPOS

A l'occasion du nouveau programme de sciences physiques des classes de Terminale S, voici la **troisième** collection : **PRESSE BAC ANNALE PHYSIQUE-CHIMIE**

L'objectif principal du nouveau programme de sciences physique pour les classes de Terminale S est de consolider la culture scientifique des élèves. Cela implique pour eux une prise de conscience de l'importance des sciences physiques dans le domaine scientifique, culturel et économiques.

La présentation claire et attrayante de cet ouvrage de physique-chimie, met en évidence les notions fondamentales des différentes parties du programme.

Un grand nombre d'exercices et des problèmes types, entièrement résolus et détaillés, permettent aux élèves de s'entraîner dès maintenant au baccalauréat ; ils sont sélectionnés de telle sorte que la plupart des questions proposées au baccalauréat soient abordées.

Pour bien utiliser cet ouvrage, je vous conseille, une fois le cours révisé, d'essayer de résoudre les exercices proposés avec courage **sans faire appel au corrigés**. La lecture de la solution doit vous permettre, par la suite, de confronter vos résultats et raisonnements à ceux que je vous propose.

A travers tout cela j'espère que *cet ouvrage permettra à vous*, futur bachelier, d'apprécier encore plus la physique-chimie, mais aussi et surtout contribuera à votre construction de processus de raisonnement scientifique. Il vous faut pour cela respecter la démarche scientifique : calcul littéral, vérification d'homogénéité, application numérique.

Bon courage et la chance est au bout de l'effort.AU TRAVAIL !!!

M^R. TAMER MOHAMED SALEH

La préparation des contrôles



I – Vous avez travaillé régulièrement

Si vous avez travaillé régulièrement, vous allez juste parfaire votre apprentissage et votre compréhension en faisant passer le pourcentage de ce que vous avez mis dans votre tête de **75 % à environ 95 %** (ou plus !) avec un **travail minimum**. C'est dans la poche !

II – Vous avez attendu le dernier moment !

Pour les autres, vous vous retrouvez avec plusieurs contrôles de plusieurs chapitres à réviser pour le même jour, **vous devez en apprendre 90 % minimum en un temps limité**, votre cerveau rechigne à ingurgiter autant de connaissances en aussi peu de temps et vous renoncez. Pour conclure, c'est trop difficile et vous avez raison, d'ailleurs les notes obtenues sont mauvaises et c'est démoralisant...

III – La solution infaillible !

Un contrôle est une épreuve écrite sur des sujets inconnus, plus ou moins proches de ce qui a été fait en cours, en temps limité.

Comment le préparer ?

▶ En revoyant ou en vous redisant les connaissances et le plan dans votre tête dans sa totalité de façon bien claire (si c'est brouillé, il faut recommencer) avec une vérification écrite pour ce qui est essentiel.

Attention, cette vérification écrite est importante car le cerveau est un petit farceur, il déforme parfois ce que vous croyez savoir...

▶ En refaisant tous les exercices par écrit en les rédigeant sans le cours. Si vous n'y arrivez pas, refaites-les avec le cours puis essayez à nouveau sans le cours jusqu'à ce que vous y arriviez.

▶ En faisant des exercices nouveaux en temps limité pour apprendre à gérer le stress qu'un contrôle peut créer chez certains et l'appréhension face à des sujets inconnus.

▶ En revoyant les contrôles précédents pour mieux cerner les erreurs que vous avez faites et ainsi ne plus les refaire.

IV – Au dernier moment

Ce dernier moment n'est jamais juste avant le contrôle mais le jour d'avant. Dans votre tête, récapitulez de façon organisée tout ce que vous savez. Si jamais certains points apparaissent brouillés, reprenez-les puis faites un nouveau bilan un peu plus tard.

SUJET 1

Exercice 1 : Étude cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée.

Exercice 2 : THERMOMÈTRE DE GALILÉE

Exercice 3 : Suivi de cinétiques par différentes méthodes

EXERCICE 1 : Étude cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme désinfectant pour des plaies, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment. Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) intervient dans deux couples oxydant-réducteur :



Le peroxyde d'hydrogène est capable dans certaines conditions de réagir sur lui-même c'est à dire de se dismuter selon l'équation de réaction suivante : $2 H_2O_2(aq) = 2 H_2O(l) + O_2(g)$

Réaction 1

Cette réaction est lente à température ordinaire mais sa vitesse peut être augmentée en présence d'un catalyseur.

Données :

Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m \approx 25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

La partie 3 est indépendante des parties 1 et 2.

Partie 1 : Étude de la réaction de dismutation

- Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction des deux couples auxquels le peroxyde d'hydrogène appartient.
- Compléter le tableau d'évolution du système donné ci-dessous.

Équation chimique		$2 H_2O_2(aq) = 2 H_2O(l) + O_2(g)$		
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)		
État initial	$x = 0$	$n_0(H_2O_2)$		$n_0(O_2) = 0$
État en cours de transformation	$x(t)$		X	
État final	x_{\max}		X	

Partie 2 : Détermination de la concentration initiale de la solution de peroxyde d'hydrogène

L'eau oxygénée du commerce se présente en flacons opaques afin d'éviter que la lumière favorise la transformation chimique précédente. Le flacon utilisé dans cette étude porte la mention suivante : eau oxygénée à 10 volumes. Cette indication est appelée le titre de l'eau oxygénée.

Par définition, le titre est le volume de dioxygène (exprimé en litres) libéré par un litre de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène suivant la réaction de dismutation dans les conditions normales de température et de pression (réaction 1). On considérera, en première approximation, que les conditions de l'expérience sont assimilables aux conditions normales.

Avant de réaliser le suivi cinétique de la réaction de dismutation, on désire vérifier l'indication donnée sur le flacon concernant le titre de l'eau oxygénée de la solution commerciale utilisée

1 Calcul de la valeur attendue de la concentration en peroxyde d'hydrogène.

1.1. Par définition du titre de l'eau oxygénée, quel volume de dioxygène $V(O_2)$ serait libéré par un volume $V = 1,00$ L de la solution commerciale au cours de la réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène ?

1.2. Calculer la quantité de dioxygène formé au cours de cette transformation.

1.3. La transformation précédente étant considérée comme totale, vérifier que la concentration en peroxyde d'hydrogène notée $[H_2O_2]_{th}$ de cette solution commerciale (valeur théoriquement attendue) a pour valeur :

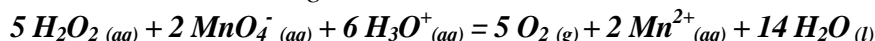
$$[H_2O_2]_{th} = 8,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}.$$

2 Détermination de la valeur réelle de la concentration en peroxyde d'hydrogène.

Pour vérifier la valeur de la concentration précédente, on réalise le titrage d'un volume $V_0 = 10,0$ mL de cette solution par une solution de permanganate de potassium acidifiée de concentration en soluté

$C_I = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Les couples oxydant-réducteur intervenant au cours du titrage sont $MnO_4^- (aq) / Mn^{2+} (aq)$ et $O_2 (g) / H_2O_2 (aq)$. Le volume de permanganate de potassium versé pour obtenir l'équivalence est $V_{eq} = 14,6$ mL.

L'équation de la réaction de titrage est la suivante :



Réaction 2

2.1. L'ion permanganate $MnO_4^- (aq)$ donne une coloration violette aux solutions aqueuses qui le contiennent.

Comment l'équivalence est-elle repérée au cours du titrage ?

2.2. Quelle relation peut-on écrire entre la quantité initiale de peroxyde d'hydrogène se trouvant dans le bécher $n_0(H_2O_2)$ et la quantité d'ions permanganate introduits dans le bécher à l'équivalence $n_{eq}(MnO_4^-)$?

2.3. Donner l'expression de la concentration en peroxyde d'hydrogène de la solution commerciale $[H_2O_2]_{exp}$ en fonction de C_I , V_0 et V_{eq} .

2.4. Montrer que l'on a : $[H_2O_2]_{exp} = 7,3 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.5. Comparer à la valeur obtenue à la question 1.3. Les erreurs de manipulation mises à part, comment peut-on expliquer l'écart de concentration obtenu ?

Partie 3 : Étude cinétique de la dismutation du peroxyde d'hydrogène

La dismutation du peroxyde d'hydrogène est une réaction lente mais qui peut être accélérée en utilisant par exemple des ions fer III ($Fe^{3+} (aq)$) présents dans une solution de chlorure de fer III, un fil de platine ou de la catalase, enzyme se trouvant dans le sang.

L'équation de la réaction associée à cette transformation est donnée dans l'introduction (réaction 1).

1. Donner la définition d'un catalyseur.
2. À quel type de catalyse correspond la catalyse réalisée par un fil de platine ?

La transformation étudiée est catalysée par les ions fer III. On mélange 10,0 mL de la solution commerciale d'eau oxygénée avec 85 mL d'eau. À l'instant $t = 0$ s, on introduit dans le système 5 mL d'une solution de chlorure de fer III.

Au bout d'un temps déterminé, on prélève 10,0 mL du mélange réactionnel que l'on verse dans un bécher d'eau glacée. On titre alors le contenu du bécher par une solution de permanganate de potassium afin de déterminer la concentration en peroxyde d'hydrogène se trouvant dans le milieu réactionnel.

On obtient les résultats suivants :

t(min)	0	5	10	20	30	35
[H ₂ O ₂] mol.L ⁻¹	7,30×10 ⁻²	5,25×10 ⁻²	4,20×10 ⁻²	2,35×10 ⁻²	1,21×10 ⁻²	0,90×10 ⁻²

3. Tracer sur la feuille de papier millimétré l'évolution de la concentration en peroxyde d'hydrogène en fonction du temps.

Échelles : en abscisses 2 cm pour 5 min
 en ordonnées 2 cm pour 1×10^{-2} mol.L⁻¹

4. En utilisant le tableau d'évolution du système proposé **ci-dessus**, exprimer l'avancement de la transformation $x(t)$ en fonction de $n_t(H_2O_2)$ quantité de peroxyde d'hydrogène présent à l'instant t et de $n_0(H_2O_2)$ quantité initiale de peroxyde d'hydrogène.
5. Comment peut-on expliquer que la vitesse diminue au cours de la transformation ?
6. Donner la définition du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
7. Montrer que lorsque $t = t_{1/2}$ alors $[H_2O_2]_{t_{1/2}} = \frac{[H_2O_2]_0}{2}$ et en déduire graphiquement la valeur de $t_{1/2}$.
8. Si la transformation chimique étudiée avait été réalisée à une température plus élevée, comment aurait évolué le temps de demi-réaction ? Justifier.

Exercice 2 : THERMOMÈTRE DE GALILÉE

Galileo Galilei, dit Galilée (1564-1642) était un mathématicien, physicien et astronome italien. Célèbre pour ses travaux sur la chute des corps et pour ses observations célestes, il travailla aussi sur la mesure de la température. C'est à partir de l'une de ses idées qu'a été confectionné le thermomètre dit de Galilée.

Cet exercice vise à comprendre le fonctionnement de ce thermomètre.

Cet objet décoratif est constitué d'une colonne remplie d'un liquide incolore et de plusieurs boules en verre soufflé, lestées par une petite masse métallique.

Le liquide contenu dans la colonne a une masse volumique $\rho_l(T)$ qui décroît fortement lorsque la température augmente. Les boules ont chacune le même volume mais possèdent des masses différentes. Un petit médaillon indiquant une température est accroché sous chacune d'elles. Chaque boule possède une masse ajustée de manière précise. Pour un modèle commercial courant, on trouve onze boules indiquant des températures comprises entre 17°C et 27°C .

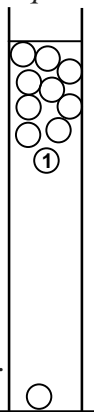
Dans cet appareil, on peut observer que certaines boules sont situées en bas de la colonne et que d'autres flottent en haut. La température de la colonne est indiquée par la boule qui se trouve en équilibre dans le liquide c'est-à-dire par la plus basse des boules situées en haut de la colonne.



1. Principe de fonctionnement

On décide de construire un thermomètre. On utilise une éprouvette remplie d'une huile de masse volumique $\rho_l(T)$ dans laquelle on place des boules de même volume V_b mais de masses volumiques différentes. On constate que certaines boules flottent et d'autres coulent.

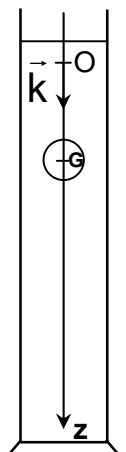
On s'intéresse dans cette partie à la boule 1 de volume V_b et de masse volumique ρ . On peut supposer que la masse volumique et le volume de cette boule sont quasiment indépendants de la température contrairement à ceux du liquide dans lequel elle est immergée. La boule 1 est immobile, en équilibre dans l'huile.



- 1.1. Faire un inventaire des forces s'exerçant sur la boule 1. Les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.
- 1.2. Exprimer ces différentes forces en fonction de ρ , $\rho_l(T)$, V_b et de g , l'intensité du champ de pesanteur.
- 1.3. Établir l'expression littérale de la masse volumique ρ que doit avoir la boule 1 pour rester immobile.
- 1.4. Expliquer pourquoi, hormis la boule 1, les boules restent les unes en haut de la colonne, les autres en bas.
- 1.5. Lorsque la température du liquide s'élève, la boule 1 se met en mouvement. Justifier dans quel sens.

2. Étude du mouvement d'une boule.

On utilise le même liquide que précédemment et on y place une seule boule de masse m de centre d'inertie G . Le liquide contenu dans l'éprouvette est à 18°C , on constate qu'à cette température, la boule flotte. On chauffe alors légèrement le liquide jusqu'à 20°C , on plonge à nouveau la boule à l'intérieur et on constate qu'elle descend le long de l'éprouvette. On prend pour origine des dates ($t = 0$ s) l'instant où on a plongé la boule dans le liquide. On modélise la valeur f de la force de frottement fluide du liquide sur la boule par $f = k.v$, avec v , la vitesse du centre d'inertie de la boule et k le coefficient de frottement. On définit un axe Oz dirigé vers le bas, le point O coïncide avec le centre d'inertie de la boule à l'instant de date $t = 0$ s.



2.1 Représenter, à l'aide d'un schéma, sans souci d'échelle, mais de façon cohérente, les forces s'exerçant sur la boule en mouvement.

2.2 En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que la vitesse $v(t)$ du centre d'inertie de la boule

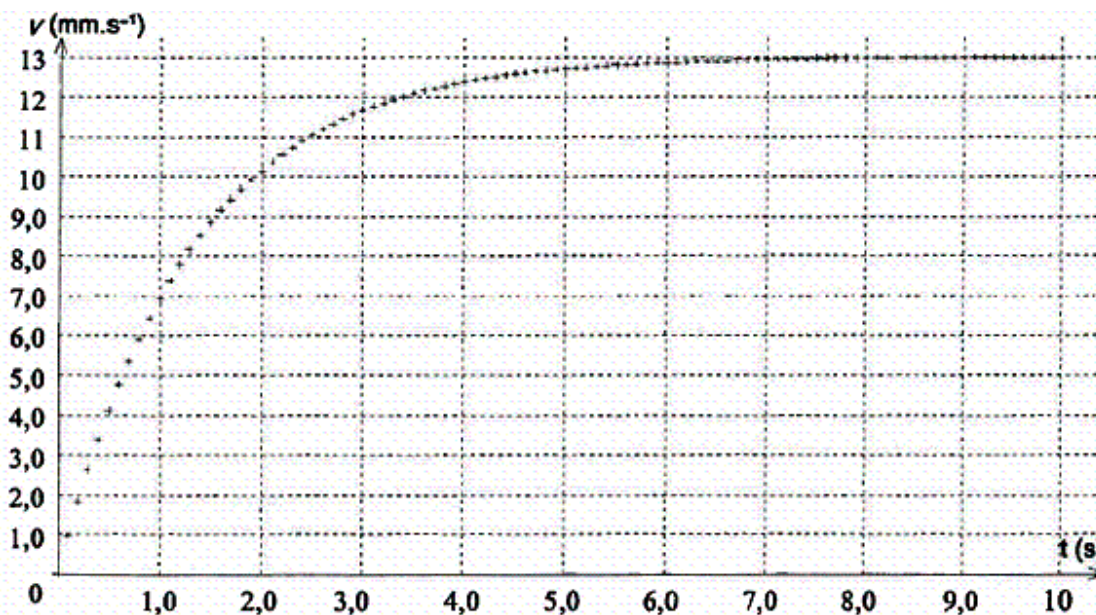
obéit à une équation différentielle de la forme : $\frac{dv}{dt} = A - B.v$. Donner les expressions littérales de A et de

B en fonction de $m, g, k, \rho_l(T)$ et V_b .

2.3 Établir l'expression littérale de la vitesse limite atteinte par la boule.

On donne $A = 9,5 \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$ et $B = 7,3 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$. Calculer sa valeur.

2.4 La courbe $v = f(t)$ est reproduite ci-dessous :



2.4.1 Indiquer les différents régimes observés sur la courbe $v = f(t)$.

2.4.2 Déterminer graphiquement, en prenant soin d'expliquer votre méthode, le temps caractéristique τ .

Données :

Rayon de la boule :

$$R = 1,50 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Volume de la boule

$$V_b = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$$

Masse de la boule :

$$m = 12,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

Masse volumique du liquide à 20°C:

$$\rho_l(20^\circ\text{C}) = 848 \text{ kg.m}^{-3}$$

Coefficient de frottement:

$$k = 8,8 \times 10^{-3} \text{ kg.s}^{-1}$$

Intensité de la pesanteur:

$$g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$$

EXERCICE 3 : Suivi de cinétiques par différentes méthodes

Dans un laboratoire, on dispose de plusieurs verreries et d'appareils qui permettent de suivre la cinétique de plusieurs transformations et mesurer des quantités de matières, en particulier le spectrophotomètre, le manomètre et le conductimètre.

On souhaite suivre la cinétique de 2 transformations par 2 méthodes différentes à la température et la pression habituelle :

- Transformation 1 : Les ions iodure (I^-) réagissent avec les ions peroxydisulfate ($S_2O_8^{2-}$).

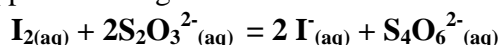
L'équation associée à la réaction s'écrit : $2I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2SO_4^{2-}_{(aq)}$ (1)

- Transformation 2 : concerne l'étude cinétique de la décomposition d'une eau de Javel commerciale.

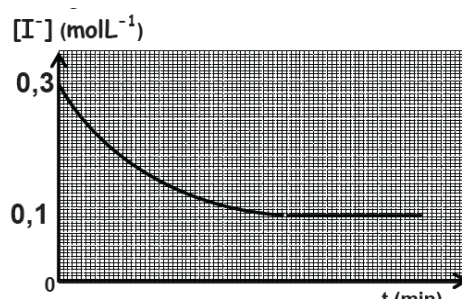
I – Etude de la transformation 1

A un instant pris pour origine des dates ($t = 0$ min), on réalise un mélange réactionnel S à partir d'un volume $V_1 = 30,0$ mL de solution aqueuse d'iodure de potassium ($K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté $c_1 = 5,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹ et d'un volume $V_2 = 10,0$ mL de solution aqueuse de peroxydisulfate de sodium ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté c_2 inconnu. On veut trouver la valeur de c_2 en titrant la quantité de matière de diiode formé à l'instant t de la réaction 1. Pour cela, à cet instant, on introduit dans un erlenmeyer contenant de l'eau glacée un échantillon de volume $V_p = 5,0$ mL du mélange réactionnel S. A l'aide d'une solution étalon de thiosulfate de sodium ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté $c_3 = 2,0 \times 10^{-1}$ mol.L⁻¹, on titre le diiode présent dans l'échantillon en présence d'un indicateur de fin de réaction. L'équivalence est atteinte pour un volume $V'_E = 5,0$ mL.

L'équation associée à la réaction support du titrage est :



1. Représenter sur la copie le schéma du dispositif de titrage en précisant le nom du matériel et la nature des solutions.
2. Définir l'équivalence du titrage.
3. Dresser le tableau d'évolution de la réaction 1 étudié et exprimer, en fonction de l'avancement x , la quantité de matière de diiode $n(I_{2(aq)})$ produit à la date t .
4. Exprimer $n(I_{2(aq)})$ en fonction de V'_E et de la concentration molaire c_3 de la solution de thiosulfate de sodium.
5. Montrer que l'avancement de la réaction (1) est : $x = C_3 \cdot V'_E \cdot V_{total} / 2 \cdot V_p$. En déduire la valeur de l'avancement x à l'instant **t étudiée**
6. Calculer la concentration $[I_2]_t$ de diiode dans le mélange S à l'instant t .
7. L'étude expérimentale a permis de tracer la courbe régissant les variations de la concentration des ions iodure au cours du temps. **Voir document ci contre.**
 - a. Déterminer graphiquement les concentrations initiale $[I^-]_0$ et finale $[I^-]_f$ en ions iodure dans le mélange S.
 - b. Préciser, en justifiant le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximal.
 - c. Déduire la concentration initiale des ions peroxydisulfate $[S_2O_8^{2-}]_0$ dans le mélange S.
 - d. Déterminer C_2 .



II- Etude de la transformation 2

L'eau de Javel, produit chimique d'utilisation courante, est une solution aqueuse contenant des ions hypochlorite $ClO^-_{(aq)}$, des ions chlorure $Cl^-_{(aq)}$, des ions $Na^+_{(aq)}$ et des ions hydroxyde $HO^-_{(aq)}$ en milieu basique. Grâce à ses propriétés désinfectantes, l'agent actif de l'eau de Javel est l'ion hypochlorite $ClO^-_{(aq)}$.

L'eau de Javel se décompose par oxydation de l'eau par l'ion hypochlorite selon une transformation chimique lente et totale d'équation :



Pour suivre l'évolution temporelle de cette décomposition, on dilue **5** fois une solution commerciale (S_0) fraîchement préparée afin d'obtenir un volume $V = 250 \text{ mL}$ d'une solution (S_1).

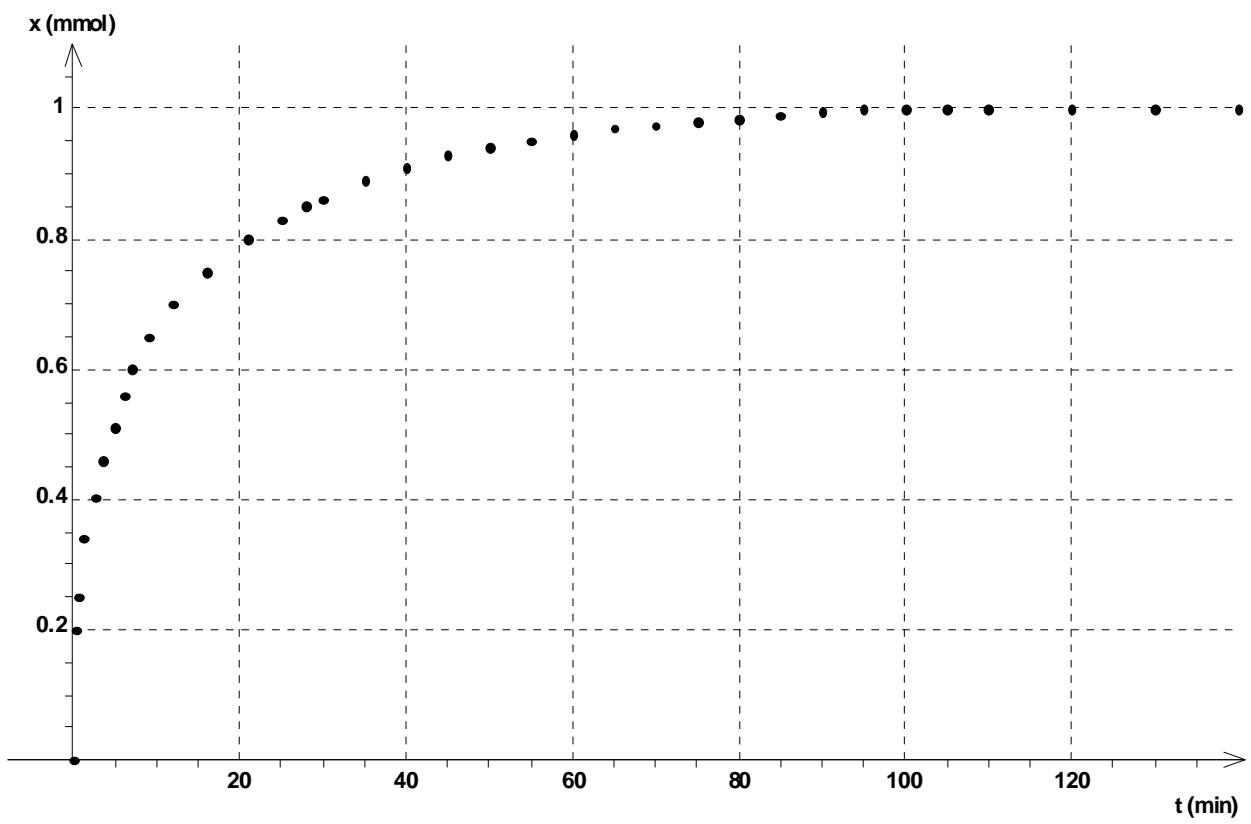
A l'instant $t = 0 \text{ min}$ où l'on déclenche un chronomètre, on verse un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de solution (S_1) dans un ballon placé dans une enceinte thermostatée où règne une température constante $T = 300 \text{ K}$ et on mesure avec un dispositif adapté, à différentes dates t , la pression $p(t)$ du gaz dans le ballon.

On supposera que tous les gaz sont parfaits et que l'air contient $\frac{1}{5}$ de dioxygène en volume. Pendant toute la transformation, le volume de gaz dans le ballon est V_0

- On note dans le tableau d'avancement ci-dessous de la transformation étudiée n_{01}, n_{02} et n_{03} respectivement les quantités de matière initiales de $ClO^-_{(aq)}$, $Cl^-_{(aq)}$ et $O_{2(g)}$.

équation chimique		$2 ClO^-_{(aq)} = 2 Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)}$			
Etat du système	Avancement	Quantités de matière des espèces chimiques			Quantité de matière totale de gaz n_T
Etat initial $t = 0$		n_{01}	n_{02}	n_{03}	n_0
Etat en cours t quelconque	x				
Etat final t infini	x_f				

- Expliquer pourquoi les quantités de matière n_{02} et n_{03} ne sont pas nulles.
 - Quelle est la quantité de matière totale **initiale** de gaz notée n_0 .
 - Compléter littéralement le tableau d'avancement donné en *ci-dessus*.
- En utilisant le tableau d'avancement, démontrer que l'avancement $x(t)$ de la réaction à l'instant t s'exprime en fonction de $p(t)$, p_0 , T et V_0 par la relation : $x(t) = \frac{(p(t)-p_0).V_0}{R.T}$.
 - A partir des mesures de $p(t)$, on calcule les différentes valeurs de l'avancement $x(t)$ et on trace la courbe d'évolution temporelle de l'avancement donnée **de la page suivante**.
 - Définir et donner la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
 - Déterminer graphiquement la valeur de n_{01} .
 - En déduire la concentration molaire en ions hypochlorite $[ClO^-_{(aq)}]_{S_0}$ dans la solution d'eau de Javel commerciale.



SUJET 2

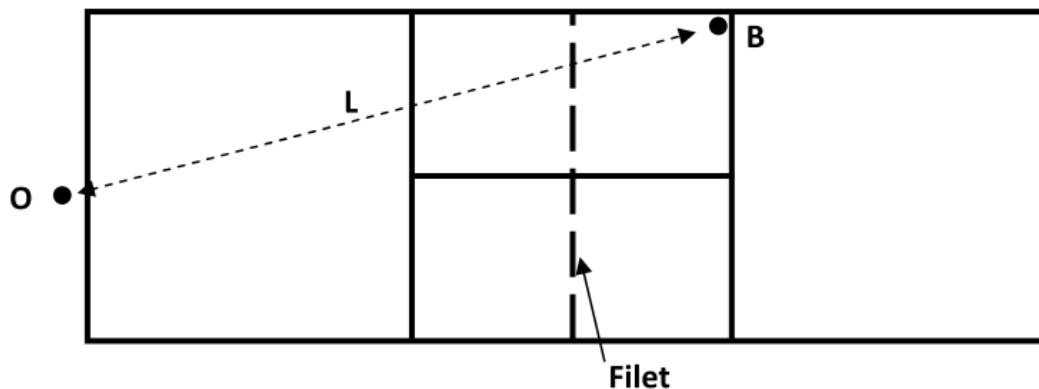
Exercice 1 : Le tennis c'est... physique

Exercice 2 : Etude d'une réaction par spectrophotométrie

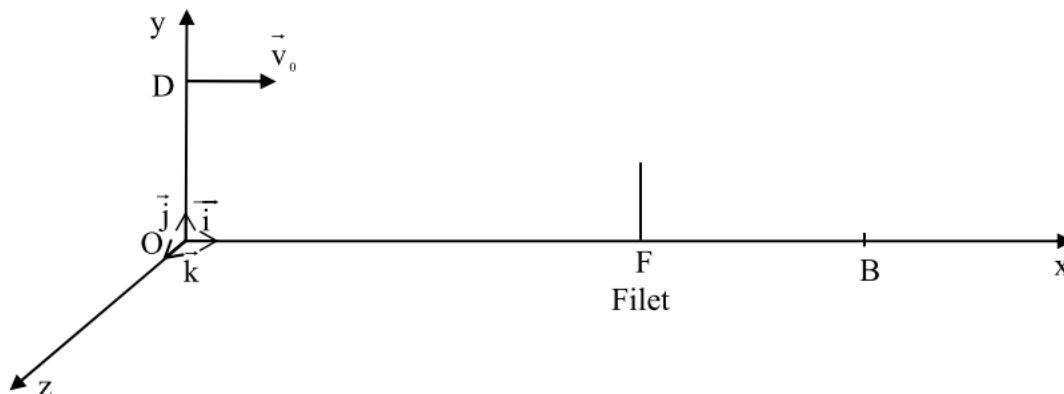
Exercice 3 : Mouvement d'une luge : sur une pente enneigée et dans l'eau !

Exercice 1 : Le tennis c'est... physique

- Un terrain de tennis est un rectangle de longueur 23,8 m et de largeur 8,23 m. Il est séparé en deux dans le sens de la largeur par un filet dont la hauteur est $h = 0,920$ m.
- Lorsqu'un joueur effectue un service, il doit envoyer la balle dans une zone comprise entre le filet et une ligne située à 6,40 m du filet.
- On étudie un service du joueur placé au point O.



- Ce joueur souhaite que la balle frappe le sol en B tel que $OB = l = 18,7$ m.
- Pour cela, il lance la balle verticalement et la frappe avec sa raquette en un point D situé sur la verticale de O à la hauteur $H = 2,20$ m.
- La balle part alors de D avec une vitesse de valeur $v_0 = 126 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, horizontale comme le montre le schéma ci-dessous.
- La balle de masse $m = 80$ g sera considérée comme ponctuelle et on considérera que l'action de l'air est négligeable.
- L'étude du mouvement sera faite dans le référentiel terrestre, galiléen, dans lequel on choisit un repère $Oxyz$, comme l'indique le schéma ci-dessous :



La partie 3 est indépendante des parties 1 et 2.

1. Équations horaires paramétriques et trajectoire

1.1. Qu'implique la phrase « l'action de l'air est négligeable » pour le bilan des forces ?

1.2. Établir l'expression du vecteur accélération de la balle au cours de son mouvement.

1.3. Montrer que les équations horaires paramétriques du mouvement de la balle sont :

$$x(t) = v_0 \times t ; y(t) = -\frac{g \times t^2}{2} + H ; z(t) = 0$$

1.4. Montrer que le mouvement de la balle a lieu dans un plan.

1.5. Montrer que l'équation littérale de la trajectoire de la balle est. $y(x) = -\frac{g}{2v_0^2} \times x^2 + H$

2. Qualité du service

On prendra $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

2.1. Sachant que la distance $OF = 12,2 \text{ m}$, la balle, supposée ponctuelle, passe-t-elle au-dessus du filet ?

2.2. Montrer que le service sera considéré comme mauvais, c'est-à-dire que la balle frappera le sol en un point B' tel que OB' soit supérieur à OB .

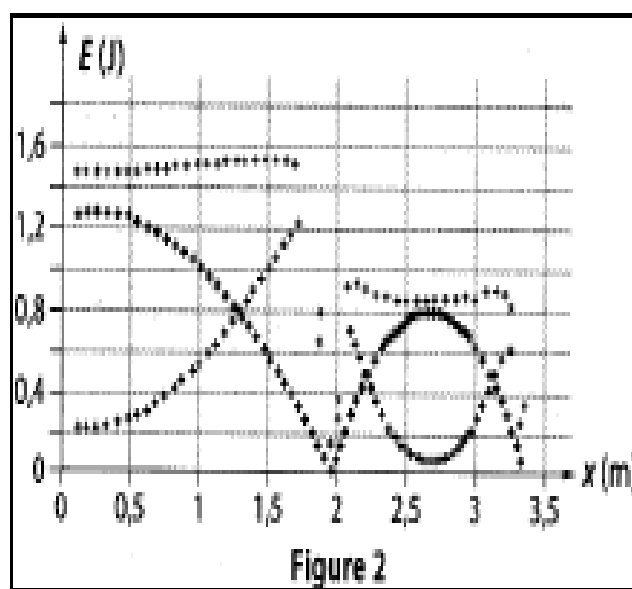
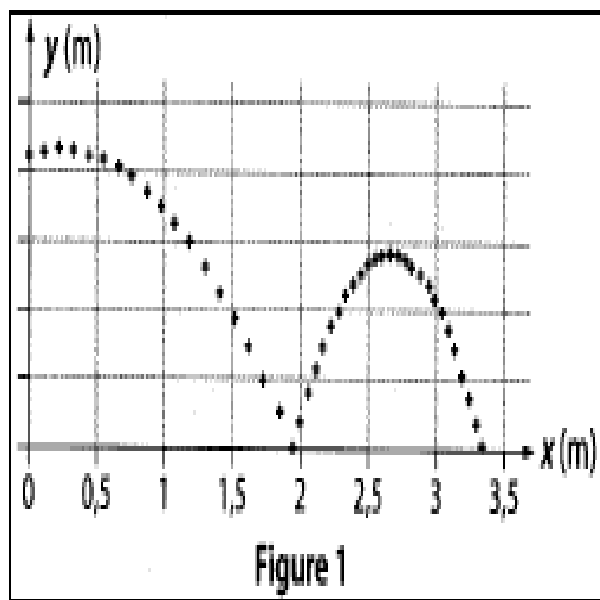
2.3. En réalité, la balle tombe en B . Quel est le paramètre, non pris en compte dans ce problème, qui peut expliquer cette différence ?

3. Étude énergétique du mouvement de la balle

La balle de masse $m = 80 \text{ g}$ lancée avec une vitesse initiale V_0 effectue un rebond sur le sol.

L'enregistrement vidéo de son mouvement et le traitement informatique des données permettent de visualiser :

- les positions successives de son centre d'inertie dans un repère (O, x, y) (Figure 1). L'origine des altitudes est choisie en O au niveau du sol ;
- les variations des énergies cinétique E_c , potentielle de pesanteur E_{pp} et mécanique E_m de la balle au cours du mouvement (Figure 2).



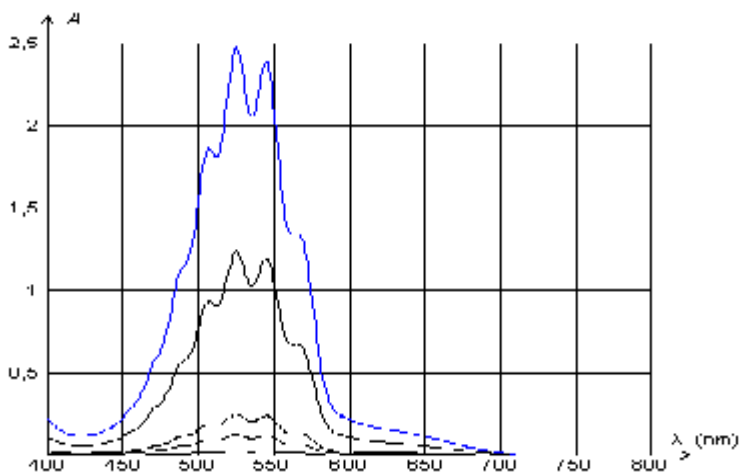
- 3.1. Donner les expressions littérales des énergies **E_c** , **E_{pp}** et **E_m** en fonction des données de l'énoncé et de la vitesse **V** de la balle.
- 3.2. Identifier chaque courbe de la *Figure 2* en justifiant les choix.
- 3.3. Déduire des courbes la valeur de la vitesse initiale **V_0** de la balle, la valeur de l'altitude **y_0** de départ de la balle et la valeur de la vitesse maximale **V_{max}** atteinte par la balle lorsqu'elle touche le sol.
- 3.4. De quoi résulte la variation de vitesse de la balle entre le départ et le rebond ?
- 3.5. Commenter la courbe représentative de l'énergie mécanique à l'instant du choc et proposer une explication.
- 3.6. Évaluer l'énergie dissipée à cet instant.
- 3.7. Après le rebond, quel transfert d'énergie permet à la balle d'atteindre le point culminant de sa trajectoire ?
- 3.8. Après le rebond, déterminer la valeur de l'altitude **y_1** de la balle et la valeur de la vitesse **V_1** de la balle au sommet de sa trajectoire.

Exercice 2 : Etude d'une réaction par spectrophotométrie

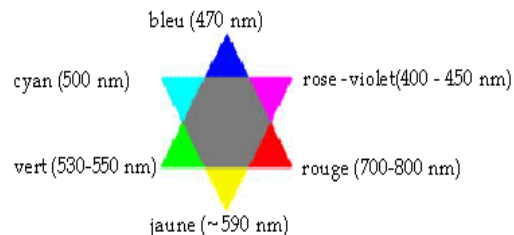
On effectue le suivi cinétique par spectrophotométrie d'une transformation lente mettant en jeu une réaction entre l'acide oxalique $H_2C_2O_4$ et les ions permanganate MnO_4^- . Dans le système étudié, seul l'ion permanganate est coloré en solution.

I. Réglage du spectrophotomètre

Les mesures sont réalisées à une longueur d'onde où l'absorbance A est la plus grande possible afin d'avoir une meilleure précision. Pour choisir cette longueur d'onde, on réalise le spectre d'absorption de solutions diluées de permanganate de potassium ($K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$) qui est reproduit ci-dessous pour différentes concentrations.



On rappelle que lorsqu'une solution absorbe un rayonnement électromagnétique visible correspondant à une "couleur", la solution apparaît alors de la couleur dite "complémentaire" à la "couleur absorbée". Une "étoile des couleurs" (sur laquelle le rayonnement absorbé et la couleur complémentaire sont diamétralement opposés) est fournie.



1. Dans quelle gamme (ou domaine) de longueur d'onde doit-on régler le spectrophotomètre ?
2. Quelle est la couleur d'une solution aqueuse contenant comme seule espèce colorée l'ion permanganate ?
3. Peut-on justifier cette couleur d'après les spectres d'absorption ci-dessus et l'étoile des couleurs ?

II. Suivi de la transformation

Dans un bécher de 100 mL, on introduit un volume $V_1 = 10,0$ mL d'une solution de permanganate de potassium acidifiée de concentration $C_1 = 1,0 \times 10^{-3}$ mol. L⁻¹ en ions permanganate. A l'instant $t = 0$, on ajoute un volume $V_2 = 10,0$ mL d'une solution d'acide oxalique (incolore) de concentration $C_2 = 1,0 \times 10^{-2}$ mol. L⁻¹. On homogénéise le mélange et on en verse rapidement une partie dans une cuve de spectrophotomètre. On mesure toutes les minutes l'absorbance A de la solution et on note les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous :

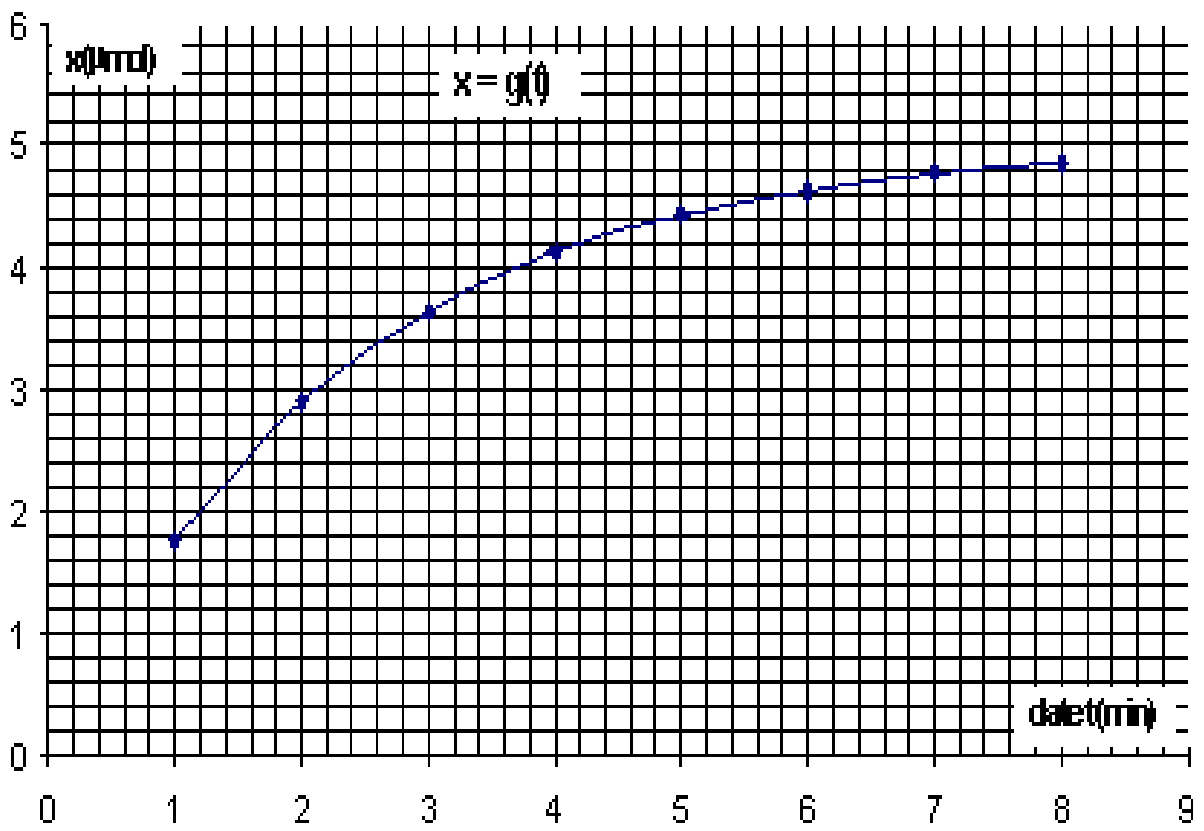
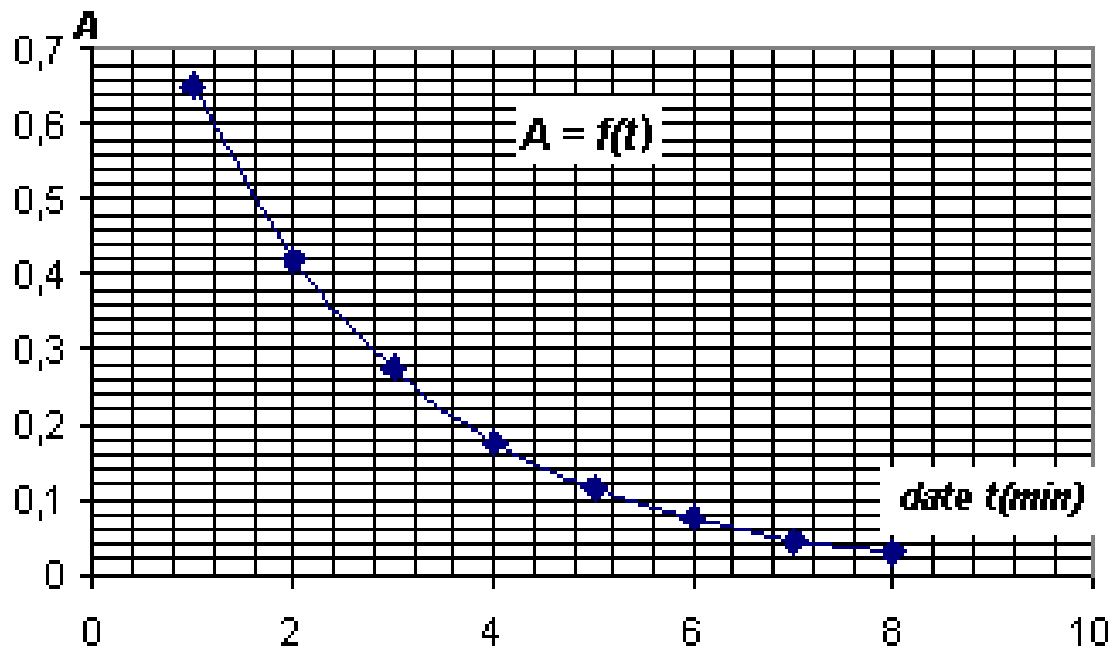
temps (min)	1	2	3	4	5	6	7	8
Absorbance A	0,65	0,42	0,275	0,175	0,115	0,075	0,045	0,03

1. La réaction d'oxydoréduction associée à cette transformation lente et totale fait intervenir les couples $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ et $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Ecrire l'équation chimique de la réaction et prévoir l'évolution de la coloration de la solution au cours de la transformation.
2. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs (l'acide contenu dans la solution de permanganate est en excès durant toute la réaction).
3. Établir le tableau donnant l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques en fonction de l'avancement $x(t)$ de la réaction.
4. En déduire l'avancement maximal et le réactif limitant.

III. Étude de la transformation

1. Exprimer la concentration effective des ions permanganate $[\text{MnO}_4^-]_0$ dans le mélange homogène de volume V à l'instant de date $t = 0$ s (à laquelle on suppose que la réaction n'a pas encore commencé) en fonction de la concentration molaire apportée des ions permanganate C_1 .
2. L'absorbance A est proportionnelle, pour une longueur d'onde donnée et une largeur de cuve fixée, à la concentration des ions colorés. Dans les conditions de l'expérience : $A(t) = k \cdot [\text{MnO}_4^-](t)$, la concentration molaire effective, à l'instant de date t, étant exprimée en mol. L⁻¹ avec $k = 2,00 \times 10^3$ L.mol⁻¹.
 - a. Exprimer $[\text{MnO}_4^-](t)$ en fonction de C_1 , V et $x(t)$.
 - b. En déduire l'expression de $x(t)$ en fonction de C_1 , V, k et A(t).
3. Le graphe $A = f(t)$ est donné **à la page suivante** ainsi que le graphe et $x=g(t)$ pour une température du milieu réactionnel de 20°C. Définir et donner la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
4. Donner l'allure du graphe $x = h(t)$ dans le cas où la température du milieu réactionnel serait plus élevée.

absorbance



Exercice 3 : Mouvement d'une luge : sur une pente enneigée et dans l'eau !

Les deux parties du problème sont indépendantes.

- Les figures 1 et 3 ne sont pas à l'échelle.
- La figure 2 est à l'échelle 1/100.
- Intensité du champ de pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Une luge part sans vitesse initiale et glisse sans frottement le long d'une piste rectiligne AB faisant un angle α avec l'horizontale. La pente est inclinée à 20% ($\sin \alpha = \frac{20}{100}$) La luge quitte la piste en B et tombe dans un lac au point C.

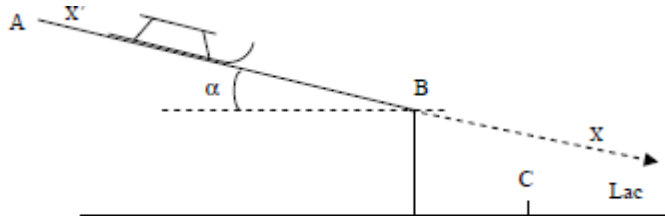


Figure 1

Partie 1 : Phase d'accélération

La position du centre d'inertie G de la luge est repérée sur un axe $x'x$ de même direction que la ligne de plus grande pente de la piste et orienté vers le bas (voir figure). On filme le mouvement de la luge puis on exploite la vidéo avec un logiciel adapté.

La figure 2 suivante, présente la position qu'occupe le centre d'inertie G de la luge (points G_0 à G_8) à intervalles de temps réguliers $\tau = 500 \text{ ms}$. A $t = 0$, le centre d'inertie de la luge est au point A ou G_0



Echelle : 1/100

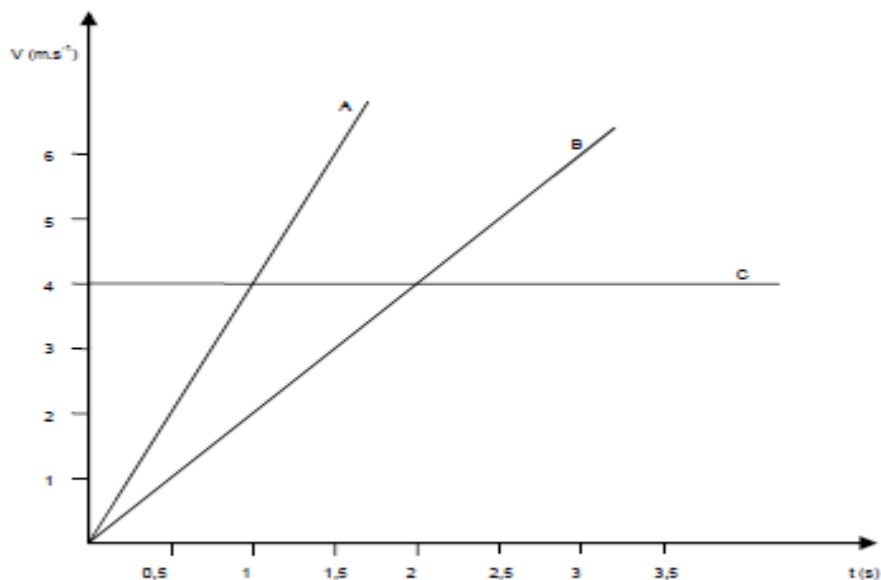
Figure 2

1. Indiquer une méthode utilisable pour déterminer, avec une bonne approximation, la vitesse de la luge à une date t donnée.
2. Calculer la valeur de la vitesse à la position G_1 en posant le calcul puis compléter le tableau de valeurs ci-dessous (document 1).

	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
t (s)								
v (m.s^{-1})								

Document 1

3. Identifier à partir du document 2 donné à la page suivante, la courbe A, B ou C représentant les variations de la vitesse en fonction du temps.
4. Montrer que cette courbe permet de déterminer la nature du mouvement pendant cette phase. En déduire la valeur de l'accélération du mouvement.
5. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent à la luge.
6. Enoncer la seconde loi de Newton.
7. En projetant la seconde loi de Newton appliquée à la luge sur l'axe $x'x$, établir l'expression littérale de l'accélération en fonction de g , et de α . Calculer sa valeur et conclure.



Document 2

Partie 2 : Immersion de la luge sans vitesse initiale dans le lac.

En B, la luge quitte la piste et poursuit son mouvement jusqu'au point C.

Après s'être immobilisée quelques instants, la luge se met à couler verticalement sans vitesse initiale depuis le point C.

On admettra que la force de frottement fluide exercée par l'eau sur la luge peut se modéliser par un vecteur

$\vec{f} = -k \cdot \vec{v}$, où k étant une constante positive et \vec{v} est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie de la luge.

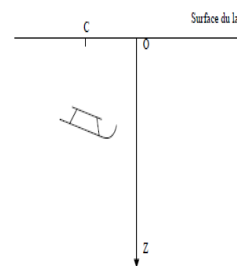
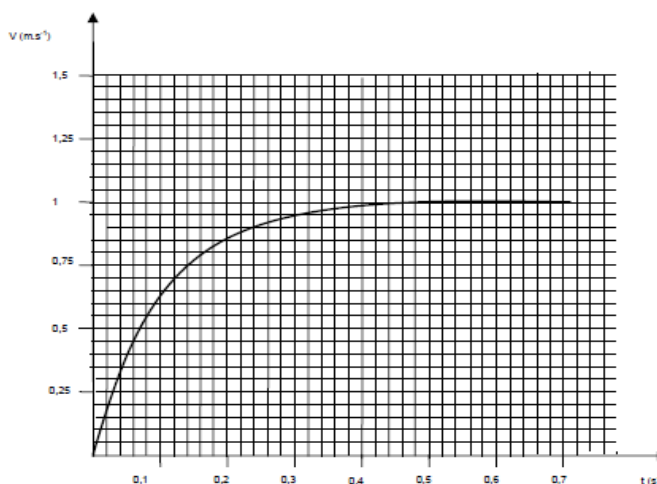


Figure 3

1. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur la luge pendant son immersion dans le lac.
2. En appliquant la seconde loi de Newton, montrer que le mouvement du centre d'inertie de la luge obéit à une équation différentielle du type : $\frac{dv}{dt} = A - Bv$
3. Donner les expressions littérales de A et B en fonction m, k, g, de la masse volumique ρ_0 de l'eau et du volume V_1 de la luge.
4. En utilisant le graphe $v = f(t)$ du document 3, calculer les valeurs de A et B en justifiant votre démarche. Préciser les unités.



Document 3

SUJET 3

Exercice 1 : DETERMINATION DU pK_A

Exercice 2 : LANCEMENT D'UN SATELLITE MÉTÉOROLOGIQUE

Exercice 3 : JEUX D'ENFANTS AVEC DES PALETS DE HOCKEY

Exercice 1 : DETERMINATION DU pK_A

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Détermination du pK_A de l'acide propanoïque par 2 méthodes :

Méthode 1 :

On verse dans un bécher de 250 cm^3 , un volume $v_0 = 10 \text{ cm}^3$ d'une solution S_0 d'acide propanoïque $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ de concentration molaire $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$, on y ajoute un volume $v \text{ cm}^3$ d'eau et on mesure le pH du mélange réactionnel.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

- 1) Montrer que la concentration molaire de la solution S_2 vaut $C_2 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$
- 2) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide propanoïque et l'eau.

Solution	S_0	S_1	S_2	S_3
Volume d'eau $V (\text{cm}^3)$	0	10	20	40
Concentration $C (\text{mol/L})$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$	C_2	$2 \cdot 10^{-2}$
pH	2,90	3,05	3,15	3,25

Dans les conditions de l'expérience comme le taux d'avancement final τ est très faible on peut considérer

l'approximation suivante : la concentration molaire finale en acide propanoïque est quasiment égale à la concentration molaire initiale en **acide propanoïque**: $[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_f \approx C$

- 3) Donner l'expression de la constante d'acidité K_A et montrer qu'elle peut s'écrire

$$\text{sous la forme : } K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C}$$

- 4) A partir de l'expression de K_A montrer que $\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_A - \log C)$
- 5) Tracer la courbe pH en fonction $\log C$ (en utilisant l'échelle 2 cm pour 1 unité de pH et 5 cm pour 1 unité de $\log C$)
- 6) A partir de la courbe déterminer la valeur de $\text{p}K_A$ du couple $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}/\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-$

Méthode 2 :

On veut déterminer la constante d'acidité et puis d'en déduire son $\text{p}K_A$ de la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau sans utiliser les valeurs des conductivités molaires ioniques.

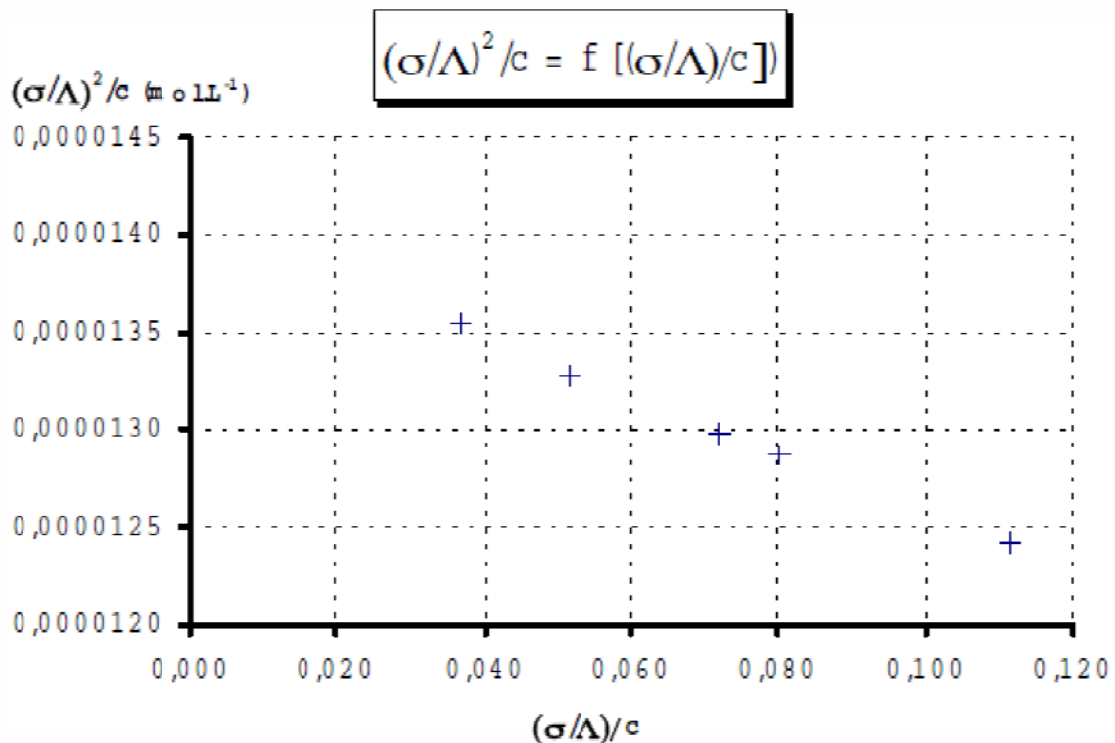
Pour cela, on prépare des solutions diluées de concentrations décroissantes. On mesure la conductivité σ de ces solutions. Le résultat des mesures est représenté dans le tableau ci-dessous.

$C (\text{mol.L}^{-1})$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
$\sigma (\mu\text{S.cm}^{-1})$	142	99,4	69,5	61,9	43,0

1. Etablir la relation donnant $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{fin}}$, en fonction de la conductivité σ et du coefficient Λ (Λ lettre grecque lambda majuscule) tel que : $\Lambda = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-)$.
2. En utilisant l'expression de la constante d'acidité K_{A2} de la réaction avec l'eau,

établir la relation :
$$\frac{\left(\frac{\sigma}{\Lambda}\right)^2}{C} = -K_{A2} \frac{\left(\frac{\sigma}{\Lambda}\right)}{C} + K_{A2}$$

3. Dans cette expression, préciser en quelle unité doit être exprimée la valeur du nombre qui mesure le quotient $\frac{\sigma}{\Lambda}$
4. A l'aide des données expérimentales du tableau ci-dessus, on obtient le graphe suivant :



Après avoir tracer la droite passant au plus près des points expérimentaux, et en utilisant la relation de la question 2, déterminer la valeur numérique de la constante d'acidité K_{A2} . Déduire la valeur de $\text{p}K_{A2}$.

Partie II : Détermination du $\text{p}K_A$ du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$:

Dans une solution aqueuse d'ammoniac de concentration molaire $C_0=4,0 \text{ mol/L}$ l'équilibre entre l'ammoniac NH_3 et l'eau H_2O s'écrit : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

La basicité de la solution S_0 étant trop élevée pour être mesurée directement au pH-mètre, on prépare une solution diluée S_1 de concentration $C_1 = \frac{C_0}{100}$. Le pH mesuré de S_1 est de 10,9.

On dispose au laboratoire de la verrerie suivante :

Eprouvette graduée (mL)	5	10	25	50
Pipette jaugée (mL)	1,0	5,0	10,0	20,0
Fioles jaugée (mL)	150,0	200,0	250,0	500,0

- 1) Choisir en justifiant dans ce tableau les verreries les plus appropriées pour effectuer cette dilution.
- 2) Compléter le tableau d'avancement **donné ci-dessous** pour la réaction de l'ammoniac avec l'eau dans la solution S₁ en considérant un volume V₁ = 1,0 L.

<u>Etat</u>	<u>Avancement</u>	NH₃ + H₂O = HO⁻ + NH₄⁺			
initial	0	n ₁ =	excès		
intermédiaire	x				
final	x _f =				
maximal	x _{max} =				

- 3) Montrer que le taux d'avancement final τ peut s'écrire sous la forme : $\tau = \frac{10^{pH-pK_e}}{C_1}$
- 4) Donner l'expression de la constante d'équilibre K en fonction de K_a et K_e
- 5) Montrer que: $K_A = 10^{-pH} \cdot \left(\frac{1-\tau}{\tau} \right)$
- 6) En déduire la valeur de pK_a du couple NH₄⁺/NH₃

Exercice 2 : LANCEMENT D'UN SATELLITE MÉTÉOROLOGIQUE

Le centre spatial de Kourou a lancé le 21 décembre 2005, avec une fusée Ariane 5, un satellite de météorologie de seconde génération, baptisé « MSG-2 ». Tout comme ses prédécesseurs, il fut placé sur une orbite géostationnaire à **36 000 km d'altitude**.

Opérationnel depuis juillet 2006, il porte le nom de « Météosat 9 ». Les satellites de seconde génération sont actuellement les plus performants au monde dans le domaine de l'imagerie météorologique. Ils assureront jusqu'en 2018 la fourniture de données météorologiques, climatiques et environnementales.

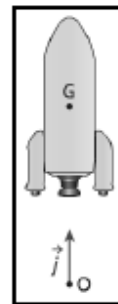
L'objectif de cet exercice est d'étudier plusieurs étapes de la mise en orbite de ce satellite.

Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes.

1. Décollage de la fusée Ariane 5.

Pour ce lancement, la fusée Ariane 5 a une masse totale M . Sa propulsion est assurée par des moteurs fournissant une force de poussée verticale et constante, \vec{F} , de valeur F . Tout au long du décollage, on admet que la valeur g du champ de pesanteur est également constante. On étudie le mouvement du système $\{fusée\}$ dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, et on choisit un repère (O, \vec{j}) dans lequel \vec{j} est un vecteur unitaire vertical dirigé vers le haut et porté par l'axe (Oy) . À l'instant $t_0 = 0$ s, Ariane 5 est immobile et son centre d'inertie G est confondu avec l'origine O . L'accélération du centre d'inertie G de la fusée sera notée :

$\vec{a}_G = a_y \cdot \vec{j}$, sa vitesse : $\vec{v}_G = v_y \cdot \vec{j}$ et la position de son centre d'inertie : $\vec{OG} = y \cdot \vec{j}$ (Voir Figure ci-contre).



Données : Masse totale de la fusée : $M = 7,3 \cdot 10^5$ kg ; Force de poussée : $F = 1,16 \cdot 10^7$ N ; $g = 10$ m.s⁻².

On suppose que seuls le poids \vec{P} et la force de poussée \vec{F} agissent sur la fusée. Pendant la durée de fonctionnement, on admettra que la masse de la fusée reste constante.

- 1.1. Sans faire de calcul, représenter sur un schéma les forces agissant sur G pendant le décollage.
- 1.2. En appliquant une des lois de Newton au système $\{fusée\}$, trouver l'expression littérale de la valeur a_G de l'accélération \vec{a}_G de G dès que la fusée a quitté le sol. *Faire l'application numérique.*
- 1.3. Pendant le lancement, on suppose que la valeur de l'accélération reste constante. Déterminer l'équation horaire numérique de la valeur $v_G(t)$ de la vitesse \vec{v}_G . *En déduire l'équation horaire numérique de la valeur $y(t)$ de la position \vec{OG} .*
- 1.4. La trajectoire ascensionnelle de la fusée reste verticale jusqu'à la date $t_1 = 6,0$ s. Quelle distance la fusée a-t-elle alors parcourue depuis son décollage ?

2. Mise en orbite basse du satellite.

Dans la suite de l'exercice, on suppose que la Terre est une sphère de centre T , de masse M_T , de rayon R_T et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique. On assimile par ailleurs le satellite à son centre d'inertie S . La mise en orbite complète du satellite MSG-2, de masse $m_S = 2,0 \cdot 10^3$ kg, s'accomplit en deux étapes. Dans un premier temps, il est placé sur une orbite circulaire à vitesse constante v_S à basse altitude : $h = 6,0 \cdot 10^2$ km autour de la Terre et il n'est soumis qu'à la force gravitationnelle créée par la Terre.

Données : $M_T = 6,0 \cdot 10^{24}$ kg ; $R_T = 6,4 \cdot 10^3$ km ; Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ U.S.I.

- 2.1. Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/S}$ exercée par la Terre sur le satellite S en fonction des données.

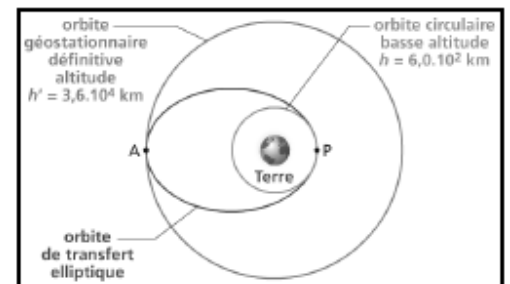
- 2.2. En appliquant une loi de Newton, trouver l'expression du vecteur accélération \vec{a}_s du centre d'inertie **S** du satellite.
- 2.3. Sans souci d'échelle, représenter sur un schéma, à un instant de date t quelconque, la Terre, le satellite, le repère d'étude, ainsi que le vecteur accélération \vec{a}_s
- 2.4. Déterminer l'expression de la vitesse v_s du centre d'inertie du satellite. *Calculer sa valeur numérique sur l'orbite basse.*
- 2.5. On note **T** le temps mis par le satellite pour faire un tour autour de la Terre. Comment appelle-t-on cette grandeur ? *Montrer qu'elle vérifie la relation : $T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot (R_T + h)^3}{G \cdot M_T}$*

3. Transfert du satellite en orbite géostationnaire.

Une fois le satellite MSG-2 placé sur son orbite circulaire basse, on le fait passer sur une orbite géostationnaire à l'altitude : $h' = 3,6 \cdot 10^4$ km. Ce transit s'opère sur une orbite de transfert qui est elliptique.

Le schéma de principe est représenté sur la *Figure ci-contre*.

Le périégée **P** est sur l'orbite circulaire basse et l'apogée **A** est sur l'orbite géostationnaire définitive. Lorsque le satellite est au point **P** de son orbite circulaire basse, on augmente sa vitesse de façon bien précise : il décrit ainsi une orbite elliptique de transfert afin que l'apogée **A** de l'ellipse soit sur l'orbite géostationnaire définitive. On utilise pour cela un petit réacteur qui émet en **P**, pendant un très court instant, un jet de gaz donnant au satellite l'impulsion nécessaire.



- 3.1. Énoncer la deuxième loi de Kepler, aussi nommée « loi des aires ».
- 3.2. Montrer, en s'aidant éventuellement d'un schéma, que la vitesse du satellite MSG-2 n'est pas constante sur son orbite de transfert. *Préciser en quels points de son orbite de transfert sa vitesse est maximale et en quels points elle est minimale.*
- 3.3. Exprimer la distance **AP** en fonction de R_T , h et h' . *Calculer la valeur numérique de **AP**.*
- 3.4. Dans le cas de cette orbite elliptique, la durée de révolution pour faire un tour complet de l'orbite vaut : **$T' = 10$ h 42 min.** Déterminer la durée minimale Δt du transfert du satellite MSG-2 du point **P** de son orbite basse au point **A** de son orbite géostationnaire définitive.

Exercice 3 : JEUX D'ENFANTS AVEC DES PALETS DE HOCKEY

Deux enfants Amal et Bilale sont sur un balcon. Ils jouent avec des palets de hockey identiques, et, au cours de leurs différentes parties, ils s'interrogent...

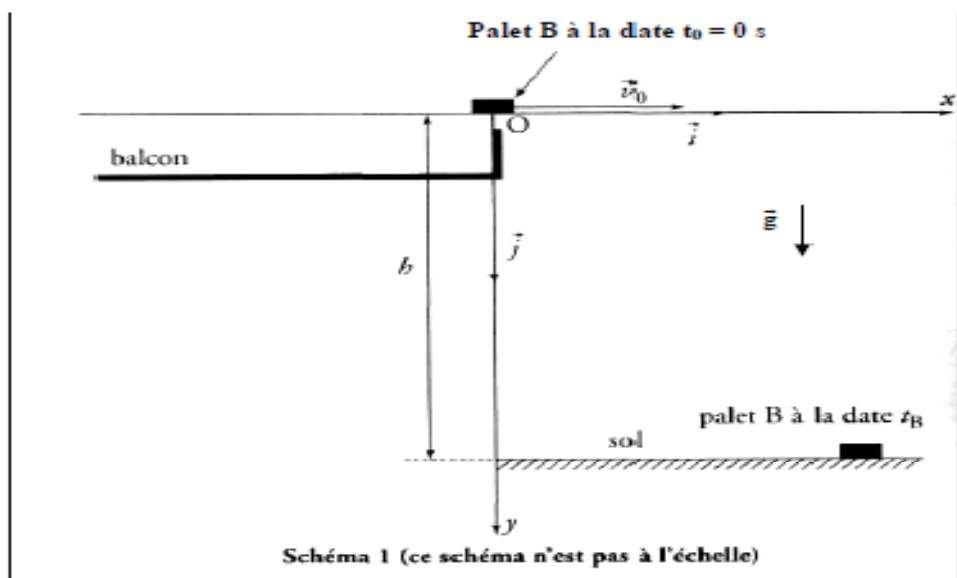
I - Première partie

Amal lâche son palet A sans vitesse initiale, et, en même temps, de la même altitude par rapport au sol, Bilale lance son palet B avec une vitesse initiale horizontale \vec{v}_0 . Bilale pense que son palet touchera le sol plus tard que celui d'Amal.

La modélisation est la suivante :

- les palets sont assimilés à des points matériels (confondus avec leur centre d'inertie) de masse M ;
- les actions de l'air sont négligeables par rapport aux autres forces ;
- les palets sont initialement à une altitude $h = 5,0 \text{ m}$ par rapport au sol (voir schéma 1).

On considérera que le référentiel terrestre est galiléen et on prendra pour accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. La situation est schématisée ci-dessous:

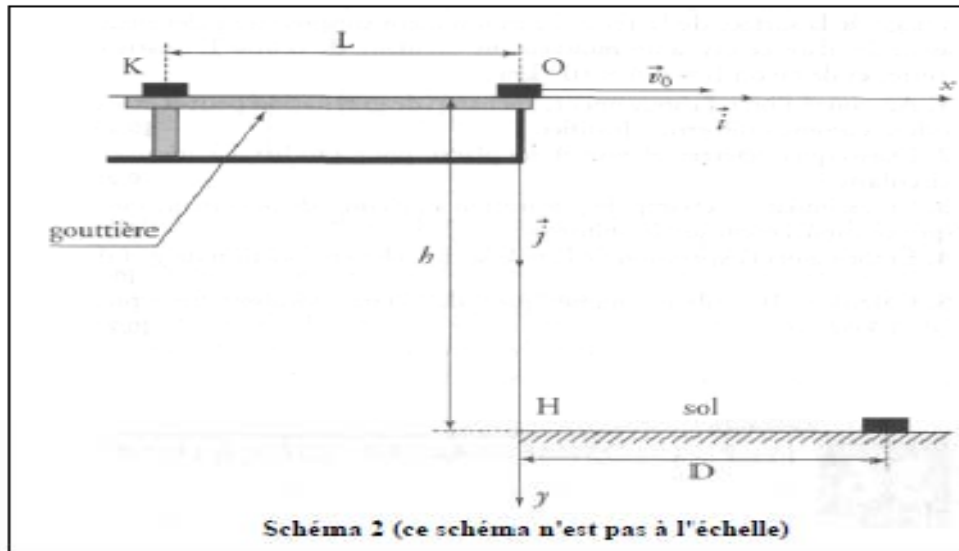


1. On considère que le mouvement a lieu dans le plan vertical xOy (schéma 1). Dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) , représenté sur le schéma 1, établir sous forme littérale les équations horaires $x_B(t)$ et $y_B(t)$ du palet B.
2. En déduire l'expression littérale de la durée de chute: $t_B = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
3. À l'aide de ce résultat, montrer sans calculs, que Bilale a tort, et préciser si son palet arrive plus tôt ou en même temps que le palet d'Amal.

II - Deuxième partie

Amal et Bilale décident de comparer leur force. Une gouttière lisse et horizontale leur sert de rampe de lancement. L'un après l'autre, chacun d'eux place son palet en K et le pousse jusqu'au point O où le palet quitte la rampe (voir schéma 2).

Le palet A touche le sol à la distance $DA = 8,0 \text{ m}$ du pied H du balcon, le point H appartenant au plan vertical xOy . Le palet B touche le sol à la distance $DB = 4,0 \text{ m}$ de H .



Amal affirme à Bilale : « je suis deux fois plus forte que toi ». On se propose de savoir si elle a raison. L'étude dynamique du mouvement du centre d'inertie du palet dans la phase de chute conduit à l'expression :

$$D = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ où } v_0 \text{ est la valeur de la vitesse en O.}$$

On modélise l'action des mains d'Amal (ou de Bilale) sur un palet par une force horizontale constante \vec{F} qui s'exerce sur la distance $KO = L = 1,0 \text{ m}$. La vitesse en K est nulle. Les forces de frottement agissant sur un palet sont négligées par rapport aux autres forces.

1. Faire le bilan des forces appliquées à un palet entre K et O et les représenter sur un schéma.
2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, montrer que: $v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot F \cdot L}{M}}$
3. En déduire l'expression de F en fonction de D, M, L, g et h.
4. En déduire, si la valeur de la force exercée par Amal est **quatre fois** plus grande que celle exercée par Bilale. Justifier.

III - Troisième partie

Amal se demande quelle vitesse devrait avoir le palet s'il tournait au voisinage de la surface de la Terre. Le mouvement supposé du palet peut être assimilé, dans ce cas, à un mouvement circulaire et uniforme de centre T, centre de la Terre, et de rayon $R = 6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$.

On assimile la force de gravitation au poids \vec{P} du palet.

1. Écrire l'expression du vecteur accélération dans le cas d'un mouvement circulaire et uniforme en fonction de la vitesse v et du rayon R.
2. A partir de la seconde loi de Newton établir l'expression de la vitesse v du palet en fonction de g et de R.
3. Calculer la valeur numérique de cette vitesse, en prenant $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

SUJET 4

- Exercice 1 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE
Exercice 2 : IDENTIFICATION D'UN ACIDE ET ABONDANCES RELATIVES
Exercice 3 : ORBITE HELIOSTATIONNAIRE ET SATELLITE ARIANE

Exercice 1 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Oscillations mécaniques d'un pendule simple

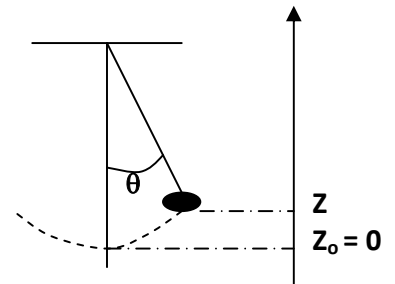
Extrait de l'ouvrage « Dialogue sur les deux grands systèmes du monde » de Galileo Galilée.

Salviati : dites moi : quand 2 pendules ont des longueurs inégales, n'est-ce pas celui qui est attaché à la corde la plus longue qui a des vibrations moins fréquentes ?

Sagredo : oui, à condition qu'ils s'écartent également de la verticale.

Salviati : peut importe qu'ils s'en écartent plus ou moins : c'est toujours en des temps égaux que le même pendule fait ses allés et retour, qu'ils soient très longs ou très courts.

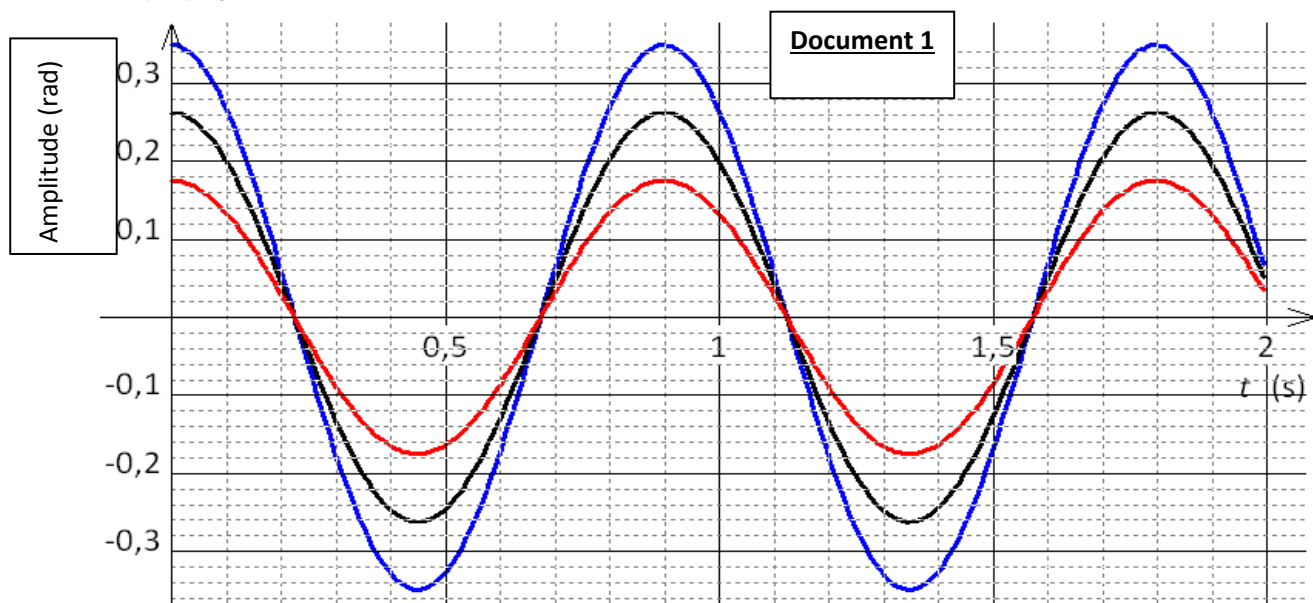
Nous allons participer à cette conversation entre Salviati et Salgreto et la prolonger en étudiant les différents paramètres qui interviennent sur les oscillations d'un pendule simple. Un pendule simple est constitué par un fil inextensible, de longueur L , dont l'une des extrémités est fixe. Une petite boule métallique, de masse m , est accrochée à l'autre extrémité.



On négligera la masse du fil devant celle de la petite boule. Sa position, à un instant t , sera repérée par l'angle θ par rapport à la verticale. Les oscillations seront supposées non amorties.

1. La période dépend-elle de l'amplitude ?

Le document 1 ci-dessous correspond à l'enregistrement de θ en fonction du temps pour trois amplitudes $\theta_1, \theta_2, \theta_3$.



Pour cet enregistrement, on utilise $m = 0,10 \text{ kg}$ et $L = 0,20 \text{ m}$. On donne $\theta_1 = 0,175 \text{ rad}$ (10°), $\theta_2 = 0,262 \text{ rad}$ (15°), $\theta_3 = 0,349 \text{ rad}$ (20°).

1.1. A partir de ce document, déterminer la valeur de la période de ce pendule pour chacune des amplitudes.

1.2. La période dépend-elle de l'amplitude ?

2. L'amplitude θ d'un pendule simple ($g = 10 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$)

On considère un pendule simple de masse $m = 0,20 \text{ kg}$ et de longueur L .

1) A l'aide d'un enregistrement vidéo, on détermine l'amplitude angulaire du pendule en fonction du temps. On obtient la courbe ci-contre.

a) Définir un pendule simple.

b) A l'aide du relevé $\theta = f(t)$ ci-contre, déterminer la période T_0 de ce pendule et en déduire sa longueur L .

2) Le pendule est écarté de sa position d'équilibre jusqu'à ce qu'il fasse

un angle θ_0 avec la verticale, puis il est lâché à la date $t = 0$.

a) Déterminer graphiquement la valeur de θ_0

b) Montrer que l'ordonnée z_0 de m à $t = 0$ est donnée, dans le repère (O, x, z) , par la relation : $z_0 = L(1 - \cos \theta_0)$. Calculer z_0 en prenant $L = 0,21 \text{ m}$.

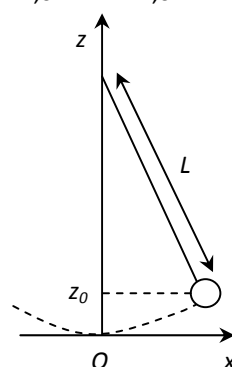
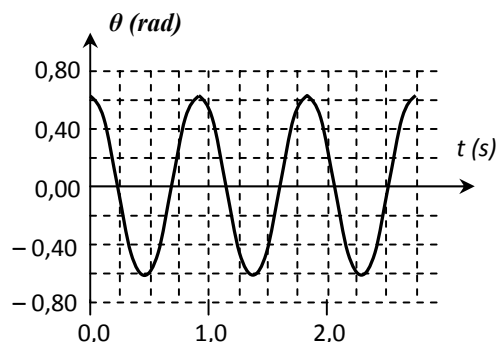
c) En déduire la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur E_P de la masse m .

3) L'équation donnant l'élongation angulaire de ce pendule en fonction du temps

s'écrit ici : $\theta = A \times \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

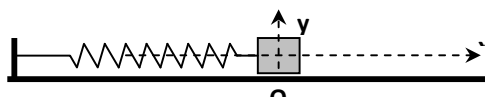
a) Par quelle autre grandeur peut-on remplacer A dans cette expression ?

b) Comment se nomme la grandeur φ ? Déterminer sa valeur.



Partie II : Oscillations mécaniques d'un pendule élastique

On considère un ressort de raideur $k = 10 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. On place une masse $m = 100 \text{ g}$ à l'extrémité libre du ressort. Le centre de gravité G du ressort est alors confondu avec O , origine du repère. La masse peut glisser sans frottement sur la table horizontale.



Partie A.

On tire sur la masse jusqu'à ce que l'abscisse de G soit égale à $X_m = 4,0 \text{ cm}$ et on la lâche à $t = 0$.

1. Donner l'expression littérale des vecteurs force appliqués à la masse m pendant son mouvement.

2. Quelle est la valeur de la tension T du ressort pour un allongement égal à l'amplitude maximale ?

3. Démontrer que l'équation différentielle de ce mouvement peut s'écrire sous la forme : $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$

Préciser l'expression de ω en fonction de k et m .

4. Sachant que la solution de l'équation différentielle est de la forme $x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$, démontrer à l'aide des conditions initiales que φ est nul.

5. Montrer que $x(t)$ est bien une solution de l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur.

6. La période propre T_0 de cet oscillateur a pour expression $T_0 = \frac{2\pi}{\omega}$. En déduire une expression de T_0 en

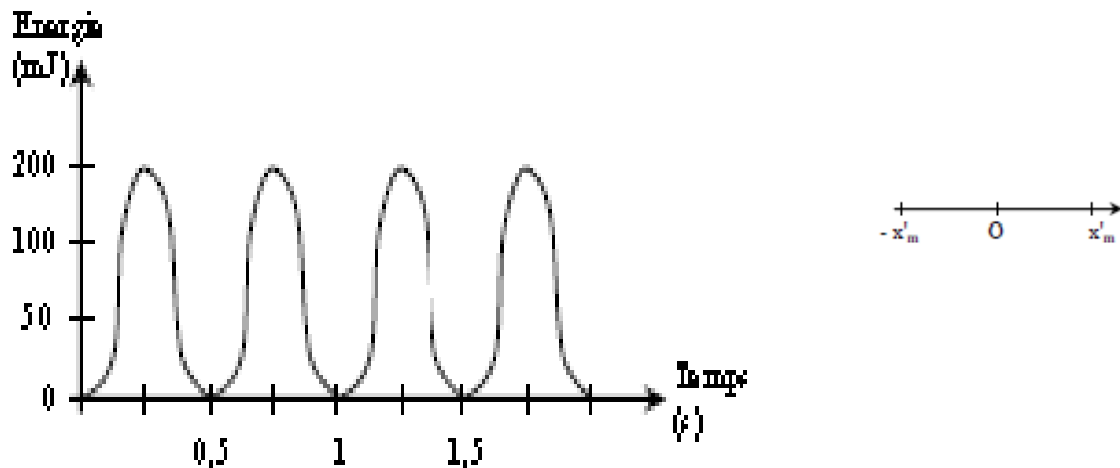
fonction de k et m et calculer T_0 .

7. Calculer la fréquence propre de ce mouvement.

8. Expliquer simplement pourquoi le travail du poids est nul lors de ce mouvement d'oscillation. Quelle autre force a aussi un travail nul ?

Partie II.

On utilise maintenant un dispositif identique avec une masse différente. A la date $t = 0$, le centre de gravité de la nouvelle masse m' est lâchée en x'_m sans vitesse.



1. Quelle est l'énergie représentée sur ce graphe ? Justifier.
2. Où se trouve la masse à la date 0,25 s ? Justifier.
3. Où se trouve la masse à la date 0,50 s ? Justifier.
4. Tracer sur le graphique de cette feuille l'allure de l'énergie complémentaire à celle déjà représentée en précisant son nom. Représenter en rouge l'allure de l'énergie mécanique.
5. De quel type d'oscillations s'agit-il ?
6. Déterminer la valeur de x'_m
7. Déterminer graphiquement la valeur de la période T .
8. En déduire la valeur de la nouvelle masse m' .

Exercice 2 : IDENTIFICATION D'UN ACIDE ET ABONDANCES RELATIVES

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Identification d'un acide

Un flacon contenant une solution acide a perdu son étiquette, sur laquelle doit figurer le nom du produit, sa concentration et les pictogrammes de sécurité.

Afin de refaire cette étiquette, on doit déterminer la nature et la masse molaire de cette solution.

On se propose de réaliser une solution, de volume 100,0 mL et de concentration C_A , en diluant dix fois la solution inconnue.

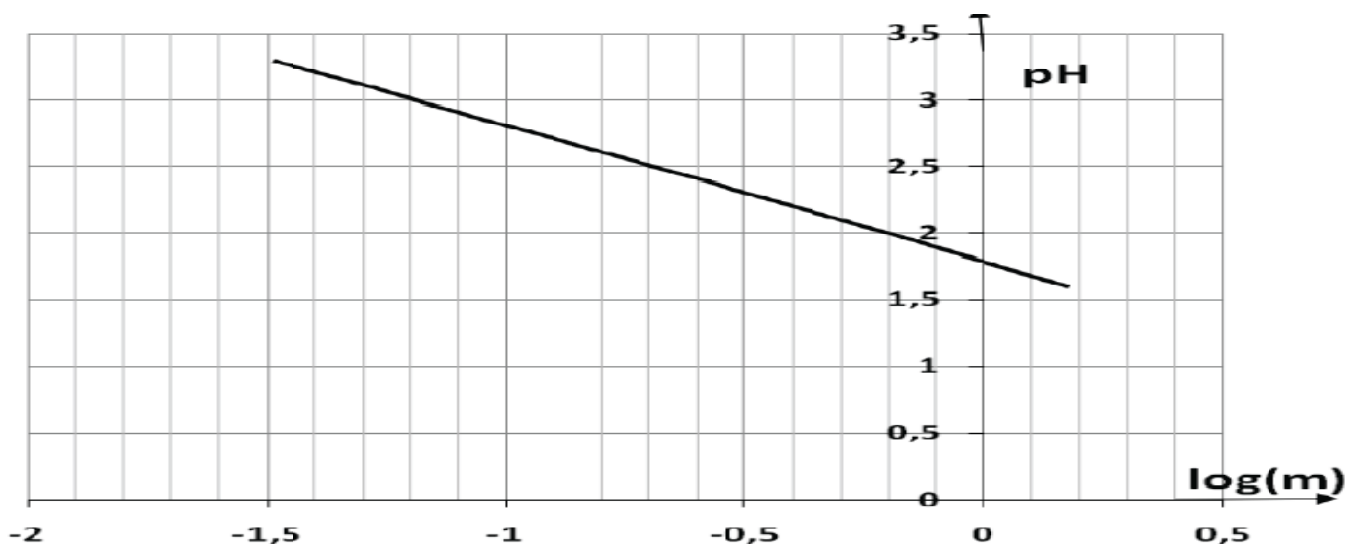
1. Sécurité au laboratoire :

Dans la mesure où la concentration de la solution est inconnue ainsi que la nature de l'acide, que préconisez-vous comme consignes de sécurité à respecter (voir les pictogrammes ci-dessous)?



Pictogrammes associés à l'acide :

- Lister le matériel nécessaire pour une telle dilution en indiquant la verrerie adéquate.
- Donner le mode opératoire correspondant à une telle dilution. Justifier.
- Par dosage on a pu déterminer la concentration $C_A = 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et le pH de cette solution $\text{pH} = 2,1$
 - Le monoacide AH est-il un acide fort ou faible? Justifier la réponse.
 - Ecrire alors l'équation-bilan de sa réaction avec l'eau.
- Exprimer le pH de la solution en fonction de m , M et V .
- On mesure les pH de plusieurs solutions obtenues chacune par dissolution d'une masse m de cet acide dans un volume $V = 1\text{L}$ d'eau. Le graphe $\text{pH} = f(\log m)$ est reproduit ci-dessous. Montrer, à partir du graphe, que le pH peut se mettre sous la forme: $\text{pH} = a \log m + b$ où a et b sont des constantes dont on déterminera leurs valeurs.

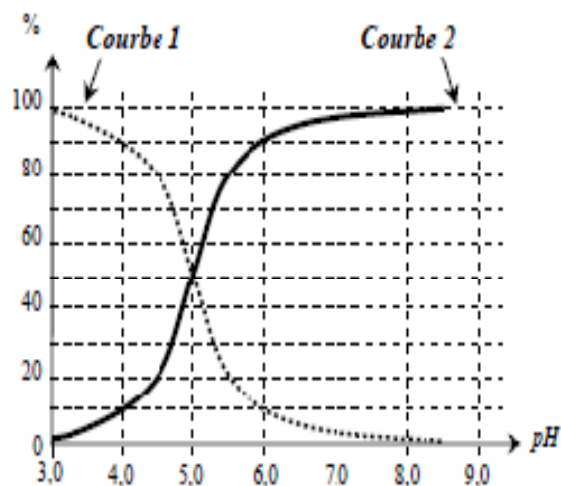


- Déduire des résultats précédents la masse molaire M de l'acide en prenant $V = 1,0 \text{ L}$ et l'identifier parmi les acides de formules: HCl ; HNO_3 ; H_2SO_4 ; HClO_3

Partie II : Abondances relatives et pH du sang

On considère un indicateur coloré dont la forme acide s'écrit : $IndH$.

- 1) Le diagramme ci-contre donne l'abondance relative de chacune des espèces du couple.
 - a) A quelle condition un couple acido-basique peut-il jouer le rôle d'un indicateur coloré ?
 - b) De quelle forme (acide ou basique) la courbe 2 représente-t-elle l'abondance relative ?
 - c) Quel est le pK_A de ce couple ? Justifier.
 - d) Déterminer graphiquement l'abondance relative en acide et en base lorsque le pH vaut 6,0.
 - e) Retrouver par le calcul la valeur du pK_A de ce couple en utilisant les résultats de la question précédente.



2) On introduit de l'acide $IndH$ dans de l'eau distillée de manière à ce que la concentration initiale de cet acide dans l'eau soit : $C_0 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- a) Ecrire l'équation bilan de la réaction de cet acide sur l'eau.
- b) En notant C_f la concentration à l'équilibre de la forme basique ind^- , montrer que le K_A de cet acide peut s'écrire :
$$K_A = \frac{C_f^2}{C_0 - C_f}$$
- c) En déduire la valeur du pH final de cette solution

3. Le sang humain contient des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- à une concentration molaire de $1,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et du gaz carbonique dissous à une concentration de $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Ce couple acido-basique de $K_A = 4,3 \cdot 10^{-7}$ s'écrit : $CO_2, H_2O / HCO_3^-$

- a. Donner l'expression de la constante d'acidité K_A de ce couple en fonction des concentrations des espèces chimiques à considérer.
- b. Montrer que cette relation peut se mettre sous la forme : $pH = pK_A + \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$
- c. Calculer le pH de ce sang.
- d. Au cours d'un effort, l'organisme humain dégrade dans les cellules des muscles le glucose en acide lactique que l'on notera ici AH . L'acide lactique est alors évacué par le sang. Le couple AH / A^- de l'acide lactique a pour constante d'acidité $K_A' = 1,38 \cdot 10^{-4}$. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide lactique sur l'ion hydrogénocarbonate et calculer la constante d'équilibre K de cette réaction.
- e. On prélève un volume $V = 100 \text{ mL}$ de sang dans lequel il y a eu, lors d'un effort, une libération d'une quantité $n_0 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ d'acide lactique. En considérant la réaction précédente comme totale, calculer la quantité finale d'ion hydrogénocarbonate et celle de gaz carbonique dissous dans ce sang.
- f. En déduire le pH du sang après cette libération d'acide lactique

Exercice 3 : ORBITE HELIOSTATIONNAIRE ET SATELLITE ARIANE

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Orbite héliostationnaire

L'orbite héliostationnaire est une orbite héliocentrique d'environ $R = 24,4 \text{ Gm}$ de rayon se trouvant dans le plan équatorial du Soleil. Sa caractéristique est qu'un corps se trouvant sur cette orbite possède une période de révolution approximativement égale à la période de rotation équatoriale du Soleil et semble donc rester à la verticale d'un point fixe de la surface solaire.

On considère un satellite héliostationnaire de masse $m = 4,0 \text{ t}$ uniquement soumis à la force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil et notée F .

1. Donner l'expression générale du vecteur accélération du satellite dans la base de Frenet en fonction de sa vitesse v et du rayon de son orbite R .
2. Montrer à l'aide de la deuxième loi de Newton que le mouvement du satellite est circulaire uniforme.
3. Déterminer l'expression de l'accélération du satellite en fonction de G , M_{Soleil} et R .
4. Donner l'expression de sa vitesse v en fonction de G , M_{Soleil} et R .
5. Montrer que la 3^{ème} loi de Kepler est vérifiée et calculer la période T du satellite.
6. En notant T' la période de révolution de la Terre autour du Soleil, exprimer le rayon R' de l'orbite terrestre en fonction de T' , T et R . Calculer R' en admettant que $T = 24$ jours.

Partie II : Satellite Ariane

Depuis la base de Kourou, en Guyane, proche de l'équateur, à 6° de latitude, un tir de la fusée Ariane a placé en orbite un satellite de communication du type « Télécom ».

Ce satellite doit être du type géostationnaire : après le processus complet de mise sur orbite (lancement, mise à poste et maintien à poste), le satellite est en orbite circulaire, dans le plan équatorial, à une altitude de 36 000 km environ, et sa période est d'environ **86 000 secondes, soit 24 heures**.

1. Montrer que le mouvement du satellite « Télécom », satellite géostationnaire en orbite circulaire, est uniforme.
2. En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression de la vitesse v en fonction de G , M_{Terre} et R_T et h . où G est la constante de gravitation universelle, M_T est la masse de la Terre, R_T est le rayon de la Terre et h est l'altitude du satellite.
3. En déduire l'expression de la période de révolution du satellite.
4. Quelle est la relation entre la période de révolution du satellite et la période de rotation de la Terre ? Cette relation est-elle suffisante pour affirmer que le satellite est géostationnaire ?
5. Dans quel plan se trouve l'orbite d'un satellite géostationnaire. Pourquoi ? Tous les satellites géostationnaires doivent-ils avoir la même masse ? Justifier la réponse.
6. Tous les satellites géostationnaires doivent-ils avoir la même vitesse ? Justifier la réponse.

Données : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$; $M_{\text{Soleil}} = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; $M_{\text{Terre}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_T = 6380 \text{ km}$

SUJET 5

Exercice 1 : L'EAU JAVEL ET LES PRODUITS DE TRAITEMENT D'UNE EAU DE PISCINE

Exercice 2 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE

Exercice 3 : SATELLITES TERRESTRE ET TROISIEME LOI DE NEWTON

Exercice 1 : L'EAU JAVEL ET LES PRODUITS DE TRAITEMENT D'UNE EAU DE PISCINE

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Traitement d'une eau de piscine

Données (à 25°C) :

- Couple dioxyde de carbone/ion hydrogencarbonate : $\text{CO}_2(\text{g}), \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-(\text{aq})$ $\text{pK}_{\text{A}2} = 6,4$
- Couple ion hydrogénosulfate/ion sulfate : $\text{HSO}_4^-(\text{aq})/\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ $\text{pK}_{\text{A}3} = 1,9$
- Produit ionique de l'eau : $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$
- Masse atomique du chlore : $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Indicateurs colorés en pastilles:

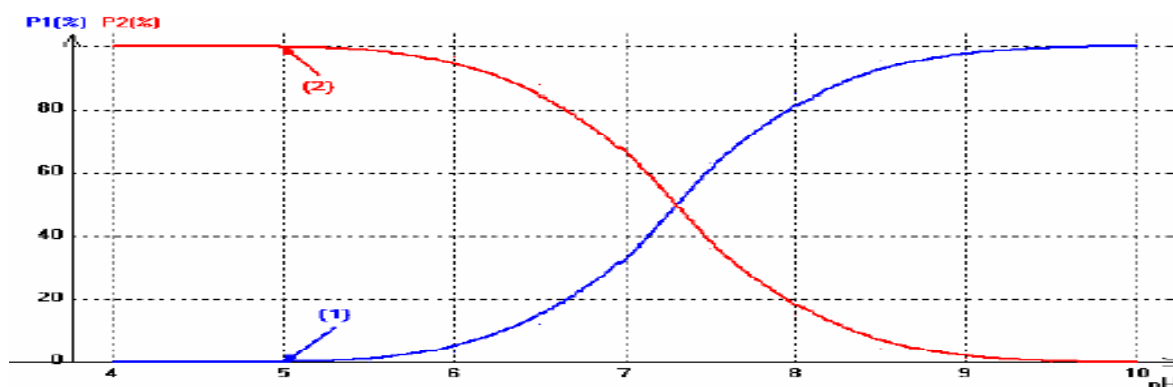
Indicateur	Couleur de la forme acide	Zone de virage	Couleur de la forme basique
Bleu de bromothymol	jaune	6.0 - 7.6 (vert)	bleu
Rouge de crésol	jaune	7.0 - 8.8 (orangé)	rouge
Rouge de phénol	jaune	6.6 - 8.8 (orangé)	rouge

A. Les propriétés acido-basiques de l'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse de chlorure de sodium et d'hypochlorite de sodium.

L'ion hypochlorite, $\text{ClO}^-(\text{aq})$, constituant actif de l'eau de Javel, est la base conjuguée de l'acide hypochloreux $\text{HClO}(\text{aq})$.

1. La figure ci-dessous représente le diagramme de distribution du couple acide hypochloreux/ion hypochlorite.



- a) En quel point a-t-on égalité entre les concentrations des formes acide et basique du couple?
- b) En déduire le pK_{A1} du couple.
- c) Construisez le diagramme de prédominance du couple acide hypochloreux/ion hypochlorite.
- d) Identifiez les deux courbes (1) et (2).
- e) Ecrivez l'équation de la réaction de l'acide hypochloreux avec l'eau.

2. On constate que le dioxyde de carbone de l'air favorise la formation de l'acide hypochloreux.
 - a) Quels réactifs interviennent dans cette réaction dont vous écrirez l'équation.
 - b) Calculez la constante d'équilibre K de cette réaction.

B. Eau de Javel : danger !

On considère une eau de Javel qu'on amène à $pH = 2,0$. Pour cette valeur de pH, on peut envisager la réaction d'équation : $HClO(aq) + Cl^-(aq) + H_3O^+(aq) = Cl_2(g) + 2 H_2O$.

1. Quelle est l'espèce qui prédomine dans l'eau de Javel à $pH = 2,0$?
2. Pourquoi, sur les étiquettes de certains détergents contenant de l'acide chlorhydrique, est-il indiqué de ne pas les mélanger à de l'eau de Javel ?

C. Les produits de traitement d'une eau de piscine

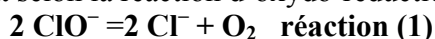
Dans la plupart des piscines, les bactéries nuisibles sont détruites par l'adjonction d'ions hypochlorite.

1. Pour que la désinfection soit efficace, il faut maintenir le pH de l'eau entre **7,0 et 7,6**.
 - a) Calculez les proportions $[ClO^-]/[HClO]$ des deux espèces du couple acide hypochloreux/ion hypochlorite, pour les deux valeurs limites de pH recommandées dans les piscines.
 - b) Une des deux espèces est-elle prédominante dans l'eau de piscine.
2. Pour contrôler le pH, on vend des indicateurs colorés en pastille. En utilisant ceux proposés (voir données), quel protocole permettrait d'affirmer que le pH de l'eau est bien inclus dans la zone souhaitée ?
3. Si le pH est trop élevé, on utilise un produit appelé « pH moins » pour le faire descendre. Ce produit est de l'hydrogénosulfate de sodium $NaHSO_4(s)$ en poudre, très soluble dans l'eau.
 - a) Ecrire l'équation de la réaction de dissociation de l'hydrogénosulfate de sodium $NaHSO_4(s)$
 - b) Ecrivez l'équation de la réaction de l'ion hydrogénosulfate sur l'ion hypochlorite.
 - c) Calculez la constante d'équilibre K de cette réaction et conclure.
4. Avec un autre test colorimétrique (DPD) on contrôle le « chlore libre » (masse d'élément chlore dans **1 L d'eau**) dans l'eau dont le taux doit être compris **entre 1 et 2 mg/L**. L'eau d'une piscine contient **1,4 mg/L** d'élément chlore sous forme des espèces du couple acide hypochloreux/ion hypochlorite, et son **pH est 7,3**. Montrez que la concentration $[ClO^-(aq)]$ des ions hypochlorite dans cette eau est proche de **$2 \cdot 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$**

Partie II : Vieillessement d'une eau de javel

On se propose d'étudier la décomposition de l'eau de Javel.

L'eau de Javel se décompose lentement selon la réaction d'oxydo-réduction d'équation-bilan :



On utilise de l'eau de Javel achetée en berlingot. Les indications du fabricant sont les suivantes :

Volume : 250 mL ; degré chlorométrique : 48° ; composition : solution aqueuse d'hypochlorite de sodium ($\text{Na}^+ + \text{ClO}^-$) et de chlorure de sodium ; date de fabrication : janvier 2013 ; à diluer dans les trois mois qui suivent la date de fabrication.

On dilue la solution commerciale afin d'obtenir une solution S_1 cinq fois moins concentrée.

1°) Étude de la cinétique de la réaction de décomposition catalysée par les ions cobalt (II).

Pour étudier la cinétique de la réaction (1), catalysée par les ions Co^{2+} , on utilise un volume : $V_1 = 100 \text{ mL}$ de la solution S_1 . On déclenche le chronomètre à l'instant où l'on met le catalyseur dans la solution.

Pour suivre l'évolution de la réaction, on mesure à température et pression constantes, le volume de dioxygène dégagé au cours du temps. On néglige la quantité de dioxygène dissoute dans l'eau par rapport à la quantité de dioxygène produite. Dans le tableau suivant, le volume de dioxygène dégagé, V_{O_2} , est déterminé dans des conditions où le volume molaire des gaz est : $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.

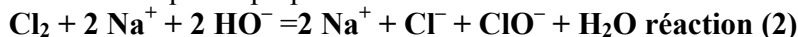
t (s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240
V_{O_2} (mL)	0	42	74	106	138	163	189	212	231
$[\text{ClO}^-]$ (mol.L^{-1})		0,22	0,19	0,16	0,14	0,11	0,090	0,070	0,056
t (s)	270	300	330	360	390	420	450	∞	
V_{O_2} (mL)	246	255	269	278	286	291	295	295	
$[\text{ClO}^-]$ (mol.L^{-1})	0,043	0,035	0,023		$8,0 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	0	0	

- À partir de la mesure de $V_{\text{O}_2}(\infty)$ et en utilisant un tableau d'avancement, déterminer la concentration molaire volumique en ions hypochlorite, $[\text{ClO}^-]_0$, à la date : $t = 0$ dans la solution S_1 .
- Établir l'expression littérale de la concentration molaire volumique en ions hypochlorite, notée $[\text{ClO}^-]$, dans la solution S_1 , à chaque date t , en fonction de : $[\text{ClO}^-]_0$, $V_{\text{O}_2}(t)$, V_1 et V_m .
- En déduire la valeur numérique de $[\text{ClO}^-]$ à la date : $t = 360 \text{ s}$.

2°) Vieillessement de l'eau de Javel.

Le degré chlorométrique français correspond au volume en litres de dichlore gazeux (dans des conditions où le volume molaire des gaz est : $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$) utilisé lors de la préparation d'un litre d'eau de Javel.

L'équation-bilan de la réaction chimique de préparation de l'eau de Javel est :



- En supposant que le **dichlore est totalement consommé** déterminer la concentration molaire volumique des ions hypochlorite dans le berlingot :
 - à la date de fabrication ;
 - à la date de l'expérience
- Proposer une conclusion aux résultats précédents.

Exercice 2 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE

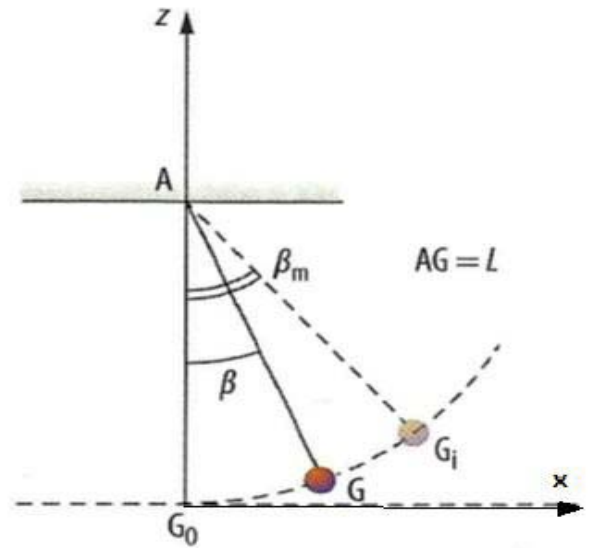
PESANT

On étudie un pendule pesant constitué d'une masse m , attachée à l'une des extrémités d'un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur L dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. L'autre extrémité du fil est attachée en un point fixe A . Écarté de sa position d'équilibre G_0 , le pendule oscille sans frottements avec une amplitude β_m . Une position quelconque G est repérée par β , abscisse angulaire mesurée à partir de la position d'équilibre.

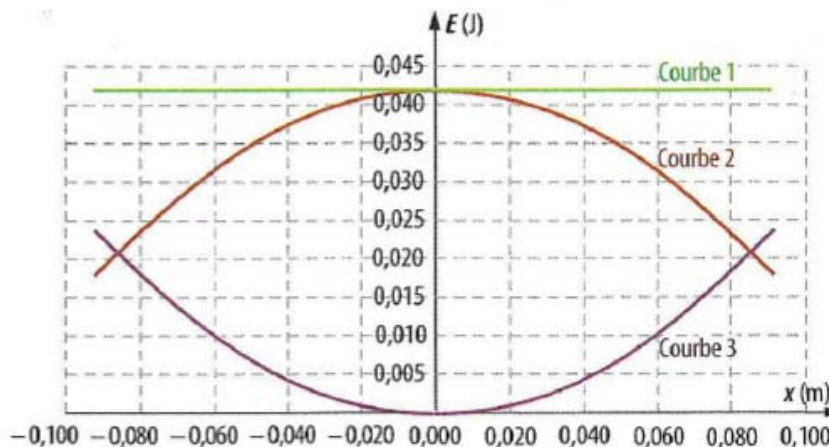
On prendra l'origine des énergies potentielles de pesanteur en G_0 , origine de l'axe des z . On prend un axe horizontal x d'origine G_0 .

Données: $L = 41 \text{ cm}$; $m = 236 \text{ g}$; $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Un premier élève lâche le pendule **sans vitesse initiale** à la position initiale G_i , correspondant à une abscisse angulaire $\beta_m = 0,32 \text{ rad}$. On notera v la vitesse du pendule en G .



1. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, montre que l'expression de l'énergie cinétique au points G est égale à : $E_c(G) = m \cdot g \cdot L(\cos \beta - \cos \beta_m)$
2. Exprimer, dans ce cas, l'énergie potentielle en G en fonction de m , g , L et β .
3. Montrer que l'énergie mécanique en G peut se mettre sous la forme: $E_m(G) = m \cdot g \cdot L(1 - \cos \beta_m)$
4. Exprimer la valeur de la vitesse v_0 au passage par la position d'équilibre G_0 en fonction de g , L et β_m . Calculer sa valeur.
5. Un deuxième élève lâche ensuite le pendule **sans vitesse initiale** à la position initiale G_2 . En justifiant votre choix, attribuer l'énergie correspondant à chaque type de courbe ci-dessous.



6. Calculer la valeur de l'abscisse angulaire initiale β_m du pendule.

Partie II : Oscillateurs mécaniques

A – Etude statique

Le ressort à étudier est accroché à une potence. A l'extrémité libre appelée E, on suspend successivement des masses de différentes valeurs (cf. figure 1)

Le zéro de la règle correspond à la position de E à vide.

Pour chaque masse m on mesure l'allongement Δl du ressort. On obtient le tableau ci-dessous :

m (g)	0	200	400	500	700	1000
Δl (cm)	0	5	10	12,5	17,5	24,9

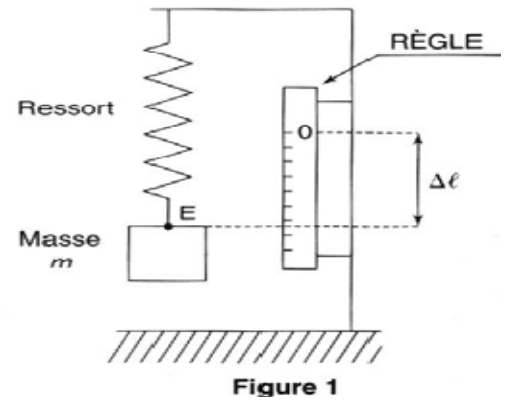


Figure 1

1. Tracer le graphe de l'allongement Δl du ressort en fonction de la masse m . En déduire la relation numérique entre Δl et m .
2. Sur la figure 1, représenter les forces s'exerçant sur la masse m . Exprimer leur somme à l'équilibre.
3. En déduire l'expression littérale de la constante de raideur du ressort k .
4. Après avoir rappelé l'unité de cette constante dans le système international, vérifier l'homogénéité de cette relation par analyse dimensionnelle et calculer la valeur de k . ($g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$)

B – Etude dynamique

Dans cette partie, le ressort précédent est utilisé pour réaliser un oscillateur élastique horizontal.

Tous les frottements sont négligés. On utilise un axe (Ox) horizontal, orienté par le vecteur unitaire \vec{i} et on repère la position du centre d'inertie du solide, G, de masse M , de valeur inconnue, par son abscisse x sur cet axe (cf. figure 2).

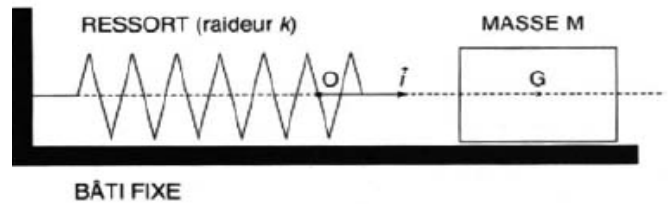


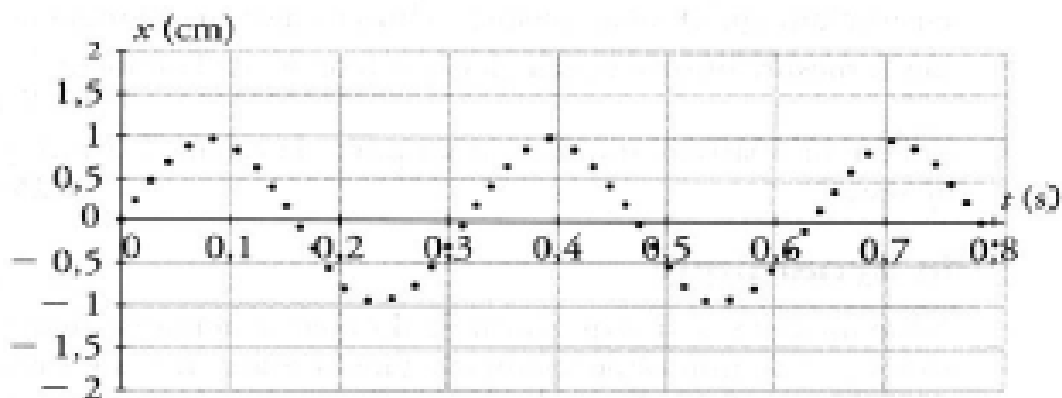
Figure 2

A l'équilibre (ressort ni allongé ni comprimé), le point G coïncide avec le point O ($x = 0$).

A un instant choisi comme origine des temps, la masse est écartée de sa position d'équilibre et lâchée **sans vitesse initiale**. Le système se met alors à osciller.

1. Compléter la figure 2 en représentant les forces appliquées à la masse M .
2. En appliquant la 2ème loi de Newton, ou théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement peut se mettre sous la forme : $\ddot{x} + B \cdot x = 0$ où B est une constante que l'on exprimera en fonction de M et de k .
3. Cette équation différentielle admet des solutions du type : $x(t) = X_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ Préciser la signification et l'unité des paramètres X_{\max} , T_0 et φ .
4. Sachant que l'expression $x(t)$ est solution de l'équation différentielle, en déduire l'expression de T_0 en fonction de M et de k .
5. Sachant que le Newton a la dimension $\text{kg.m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$, vérifier l'homogénéité de cette relation.

6. Un dispositif informatisé non représenté ici enregistre l'abscisse x en fonction du temps au cours du mouvement. On obtient la courbe ci-dessous :
Mesurer T_0 et en déduire la valeur de M .

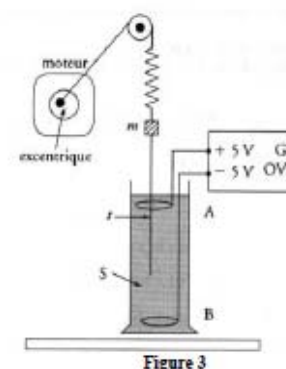


C – Etude des oscillations forcées

On relie maintenant l'extrémité d'un ressort à un excentrique mu par un moteur (figure 3) et on réalise plusieurs enregistrements pour différentes valeurs de vitesse de rotation du moteur. Cette vitesse est mesurée en tours par seconde, ce qui correspond à une fréquence exprimée en Hz. Un dispositif informatisé situé sous la masse m permet d'enregistrer les oscillations du système. Le ressort utilisé a pour constante de raideur $k = 40 \text{ N.m}^{-1}$, la masse vaut $m = 100 \text{ g}$.

On relève l'amplitude des oscillations pour chaque expérience :

f (Hz)	1,5	2,0	2,5	2,8	3,1	3,2	3,3	3,6	4,0	4,5
X_{max} (cm)	0,4	0,6	1,0	1,5	2,1	2,3	2,0	1,5	1,0	0,7



1. Quel nom donne-t-on au moteur muni de l'excentrique ?
2. Quel nom donne-t-on au système {Ressort + Masse} ?
3. Comment nomme-t-on le phénomène qui a lieu à $f = 3,2 \text{ Hz}$?
4. Quelle est la période T_f des oscillations à cette fréquence ?
5. Comparer cette période à celle des oscillations libres.
6. Quel(s) changement(s) obtiendrait-on si la solution était plus visqueuse ?

D – Suspension d'une automobile

Le système de suspension d'une automobile comprend des ressorts et des amortisseurs. L'automobile est donc un système mécanique oscillant de fréquence propre f_0 . Certaines pistes du désert ont un aspect de « tôle ondulée » : elles comportent une succession régulière de bosses, distantes de L (quelques dizaines de centimètres). Pour une vitesse V_R , le véhicule subit des oscillations de forte amplitude qui diminuent dangereusement sa tenue de route.

1. Expliquer ce phénomène en précisant le rôle joué par la piste déformée.
2. Exprimer la vitesse V_R en fonction de f_0 et L .
3. Calculer cette vitesse en km.h^{-1} avec $f_0 = 5,0 \text{ Hz}$ et $L = 80 \text{ cm}$.

Exercice 3 : SATELLITES TERRESTRE ET TROISIEME LOI DE NEWTON

Doc 1. Mouvement du satellite Giove-A autour de la Terre

Connaître sa position exacte dans l'espace et dans le temps, autant d'informations qu'il sera nécessaire d'obtenir de plus en plus fréquemment avec une grande fiabilité. Dans quelques années, ce sera possible avec le système de radionavigation par satellite GALILEO, initiative lancée par l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne (ESA). Ce système mondial assurera une complémentarité avec **le système actuel GPS** (Global Positioning System). GALILEO repose sur une constellation de trente satellites et des stations terrestres permettant de fournir des informations concernant leur positionnement à des usagers de nombreux secteurs (transport, services sociaux, justice, etc.). Le premier satellite du programme, Giove-A, a été lancé le 28 décembre 2005.

D'après le site <http://www.cnes.fr/>

Données

- Constante de gravitation: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.
- La Terre est supposée sphérique et homogène. On appelle O son centre, sa masse $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ et son rayon $R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km}$.
- Le satellite Giove-A est assimilé à un point matériel G de masse $m_{\text{sat}} = 700 \text{ kg}$. Il est supposé soumis à la seule interaction gravitationnelle due à la Terre, et il décrit de façon uniforme un cercle de centre O, à l'altitude $h = 23,6 \cdot 10^3 \text{ km}$.

- 1) Sans souci d'échelle, faire un schéma représentant la Terre, le satellite sur sa trajectoire et la force exercée par la Terre sur le satellite. Dans quel référentielle mouvement du satellite est-il décrit?
- 2) En utilisant les notations des données, donner l'expression vectorielle de cette force. On notera \vec{u} le vecteur unitaire dirigé de O vers G.
- 3) En appliquant la seconde loi de Newton au satellite, déterminer l'expression du vecteur-accelération \vec{a} du point G.
- 4) Montrer que la valeur v de la vitesse du satellite est : $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h}}$
- 5) Déterminer l'expression de la période de révolution T du satellite Giove-A en fonction de G, M_T , R_T et h. Calculer sa valeur.

Doc 2. Comparaison avec d'autres satellites terrestres

Il existe actuellement deux systèmes de positionnement par satellites: le système américain GPS et le système russe GLONASS. Le tableau suivant, rassemble les périodes de révolution T et les rayons R des trajectoires des satellites correspondants, ainsi que les données relatives aux satellites de type Météosat.

Satellite	R(km)	T(s)	R ³ (km ³)	T ² (s ²)
GPS	$20,2 \cdot 10^3$	$2,88 \cdot 10^4$	$8,24 \cdot 10^{12}$	$8,29 \cdot 10^8$
GLONASS	$25,5 \cdot 10^3$	$4,02 \cdot 10^4$	$1,66 \cdot 10^{13}$	$1,62 \cdot 10^9$
GALILEO				
METEOSAT	$42,1 \cdot 10^3$	$8,58 \cdot 10^4$	$7,46 \cdot 10^{13}$	$7,36 \cdot 10^9$

Ces données permettent de tracer la courbe T² en fonction de R³.

1. Compléter la ligne du tableau relative au satellite Giove-A (GALILEO).
2. Placer le point correspondant dans le système d'axes proposés sur l'annexe et tracer la courbe donnant T^2 en fonction de R^3 . avec $\mathbf{R} = \mathbf{R}_T + \mathbf{h}$
3. Que peut-on déduire du tracé précédent ? Justifier.
4. Montrer que le résultat de la question 5 est conforme au tracé obtenu.
5. Comment nomme-t-on la loi ainsi mise en évidence ?
6. Combien au minimum faut-il de satellites de positionnement autour de la Terre pour qu'en tout point du globe on puisse en voir au minimum quatre simultanément ?
7. Comment faut-il les disposer par rapport au plan de l'équateur ?
8. Comment synchroniser l'horloge du récepteur GPS avec celles des satellites ?
9. En déduire le nombre de satellites GPS nécessaires pour localiser avec précision un point sur la Terre.
10. Déterminer la précision avec laquelle la durée de propagation du signal doit être évaluée pour permettre la localisation du récepteur à 10 m près. Sachant que la célérité de la lumière $c=3,00.10^8 \text{m.s}^{-1}$
11. Quel est le dispositif embarqué permettant une telle précision ?

SUJET 6

Exercice 1 : LA VITAMINE C.

Exercice 2 : LES ONDES EN QUESTION

Exercice 3 : ÉTUDE D'UNE ESTERIFICATION

Exercice 1 : LA VITAMINE C.

« Que ton aliment soit ton médicament » était l'un des principes essentiels de la médecine d'Hippocrate (460 av JC). La vitamine C par exemple est indispensable au bon fonctionnement de l'organisme humain dont elle renforce les défenses immunitaires. N'étant pas synthétisée par le métabolisme, elle doit nécessairement être apportée par l'alimentation en particulier par les fruits et légumes.

Elle est aussi utilisée comme additif alimentaire référencé E300, elle fait partie de la famille des antioxydants. Réducteur facilement oxydable, elle protège en effet les autres nutriments de l'oxydation.

C'est de plus un acide que l'on notera AH dans la suite de l'exercice, réagissant de façon limitée avec l'eau.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Dosage par oxydoréduction de la solution d'acide ascorbique

Mode opératoire :

Première étape: oxydation de l'acide ascorbique.

L'acide ascorbique est oxydé par une solution de diiode I_2 (aq) en excès: on verse dans un erlenmeyer un volume $V_1 = 10,0$ mL de la solution d'acide ascorbique auquel on ajoute un volume $V_2 = 20,0$ mL d'une solution de diiode de concentration $C_2 = 1,0 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹.

Deuxième étape: dosage du diiode en excès.

Le diiode en excès est alors dosé par une solution de thiosulfate de sodium ($2 Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$), de concentration $C_3 = 2,4 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹, en présence d'empois d'amidon ou de thiodène. Le volume versé à l'équivalence est $V_E = 12,9$ mL.

Données:

- Masses molaires atomiques en g.mol⁻¹ : **M(H) = 1,0; M(C) = 12,0; M(O) = 16,0 ;**
- Couples oxydants-réducteurs : **I_2 (aq) / I^- (aq) ; $C_6H_6O_6$ (aq) / $C_6H_8O_6$ (aq) ; $S_4O_6^{2-}$ (aq) / $S_2O_3^{2-}$ (aq)**

1. Préciser la verrerie à utiliser pour prélever les volumes des réactifs de la première étape.
2. a) Exprimer la quantité de matière initiale de diiode introduite $n_{I_2(\text{initial})}$ dans la première étape.
b) Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction de cette première étape.
3. a) Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction de la deuxième étape.
b) En déduire la quantité de matière de diiode $n_{I_2(\text{excès})}$ qui réagit avec la solution de thiosulfate de sodium lors de la deuxième étape. *On pourra éventuellement utiliser un tableau d'avancement.*
4. a) A partir des réponses aux questions précédentes, établir la relation donnant la quantité de matière d'acide ascorbique dosée: $n_A = C_2 \cdot V_2 - \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$
b) En déduire la concentration molaire de la solution d'acide ascorbique

Partie II : Comprimé de vitamine C effervescent.

On dissout un comprimé effervescent de vitamine C contenant $m = 500 \text{ mg}$ d'acide AH et $m' = 540 \text{ mg}$ d'hydrogencarbonate de sodium (NaHCO_3) dans un verre contenant $V = 50 \text{ mL}$ d'eau. On observe un dégagement gazeux de dioxyde de carbone et la disparition totale du comprimé.

Données:

- Masses molaires : $M(\text{AH}) = 180 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Sachant que la constante d'acidité du couple AH/A^- de la vitamine C est $K_{A1} = 8,9.10^{-5}$
- Couple dioxyde de carbone dissous/ion hydrogencarbonate : $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$: $K_{A2} = 5,0.10^{-7}$.
- Solubilité dans l'eau du dioxyde de carbone à 25°C : $[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}] = 34 \text{ mmol.L}^{-1}$.
- En solution aqueuse l'hydrogencarbonate de sodium est totalement dissocié en ions sodium $\text{Na}^+(\text{aq})$ et hydrogencarbonate $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

Indicateur coloré	teinte acide	zone de virage	teinte basique
Rouge de méthyle	rouge	4,2 – 6,2	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
Rouge de crésol	jaune	7,2 – 8,8	rouge

1. Pour déterminer une valeur approchée du pH de la solution, on réalise des tests colorimétriques. On obtient :

Rouge de méthyle	Bleu de bromothymol	Rouge de crésol
jaune	vert	jaune

Dans quel domaine se situe le pH de la solution ?

2. Placer sur un axe gradué en pH, les pK_A , puis les domaines de prédominance des espèces chimiques des couples acide/base contenues dans le comprimé.
3. La transformation chimique conduisant au dégagement de dioxyde de carbone observé peut être modélisé par une réaction entre l'acide $\text{AH}(\text{aq})$ et les ions hydrogencarbonate $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$. Ecrire l'équation de cette réaction
4. Écrire l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette réaction; l'exprimer en fonction de K_{A1} et K_{A2} et montrer que $K = 1,8.10^2$.
5. a. Calculer les quantités initiales de vitamine C et d'ion hydrogencarbonate contenues dans le comprimé.
b. Si l'on observe un dégagement gazeux c'est que la solution est saturée en dioxyde de carbone. Calculer alors la quantité $n(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})$ contenue dans la solution à l'état final
c. En considérant la transformation totale, préciser la quantité de matière $n(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})$ présent dans la solution à l'état final.
d. Calculer le taux d'avancement final τ et conclure.

Exercice 2 : LES ONDES EN QUESTION

Cet exercice est un questionnaire à réponses ouvertes courtes. A chaque question peuvent correspondre aucune, une ou plusieurs propositions exactes. Pour chacune des questions, plusieurs réponses ou affirmations sont proposées. Inscrire en toutes lettres « vrai » ou « faux » et donner **une justification ou une explication**.

1. Onde le long d'une corde C_1

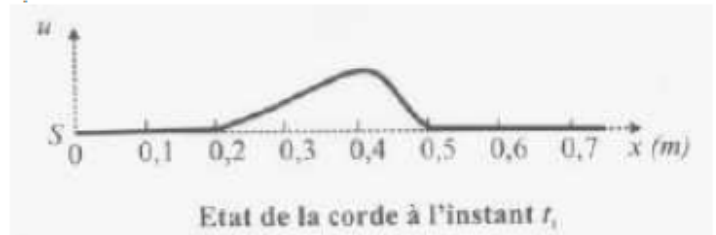
Le graphique ci-dessous modélise l'aspect d'une corde C_1 soumise à une perturbation à la date t_1 . On note u le déplacement latéral de la corde. L'origine des dates correspond avec le départ de la perturbation du point source S. Le début du signal, se propageant le long de la corde, arrive en un point M, d'abscisse $x_M = 1,2 \text{ m}$ à la date $t_2 = t_1 + \tau$ avec $\tau = 70 \text{ ms}$

1.1. Cette onde est une onde mécanique longitudinale.

1.2. La célérité v de la perturbation est $v = 1,0 \text{ m.s}^{-1}$.

1.3. La date t_1 a pour valeur $0,5 \text{ s}$.

1.4. La durée θ de la perturbation, durée pendant laquelle un point de la corde est en mouvement, est $\theta = 0,03 \text{ s}$.

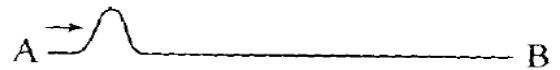


2. Onde le long d'une corde C_2

Une perturbation de durée $\theta = 20 \text{ ms}$ est produite à la date $t = 0$, à l'extrémité A d'une corde C_2 de longueur $AB = 10 \text{ m}$. Une onde est ainsi produite et elle se propage à la célérité $v = 25 \text{ m.s}^{-1}$.

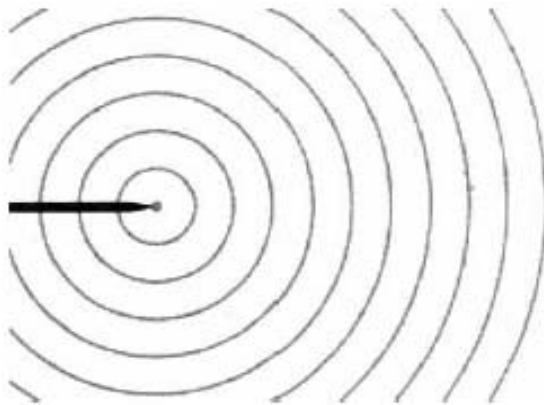
2.1. Le point M de la corde, situé à 5 m du point A, est atteint par la perturbation à la date $t_1 = 0,2 \text{ s}$.

2.2. Le point M de la corde, situé à 5 m du point A, sera à nouveau au repos à partir de $t_2 = 0,4 \text{ s}$.



3. Onde à la surface de l'eau

Un vibreur dont la fréquence est égale à 30 Hz produit des ondes circulaires à la surface de l'eau.



— ligne de crêtes

Echelle : 1/10

3.1. La longueur d'onde est de $0,40 \text{ cm}$.

3.2. Deux points éloignés de $7,2 \text{ cm}$ vibrent en phase.

3.3. La célérité de l'onde est de $1,1 \text{ m.s}^{-1}$.

4. Onde à la surface de l'eau

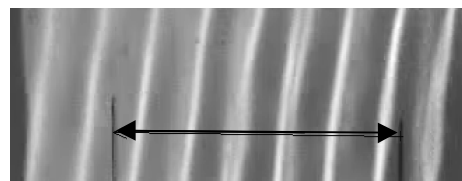
On a enregistré à 25 images par seconde des ondes progressives périodiques à la surface de l'eau.

Sur l'enregistrement figurent deux traits verticaux servant à définir une échelle : ils sont distants de 10 cm.

4.1. la longueur d'onde est de **1,7 cm à 0,1 cm près**.

4.2. la célérité des ondes étant de **18,7 cm.s⁻¹**, il faut avancer le film de moins de 10 images pour qu'un front d'onde parcoure **les 10 cm**.

4.3. la fréquence de la source est **15Hz, à 1Hz près**.



5. Onde sonore

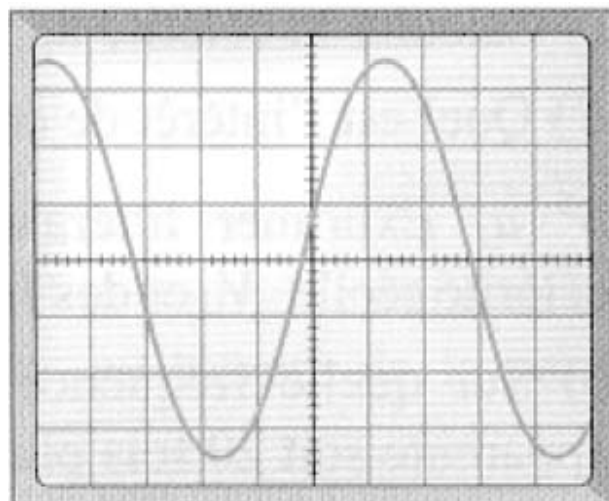
Un son, émis par un haut-parleur, est analysé à l'aide d'un oscilloscope réglé sur le calibre **0,5 ms / div**. On observe l'oscillogramme ci-contre. La température de la salle d'expérience est égale à 20 °C.

5.1. A 20°C l'onde sonore se propage à une vitesse voisine de **3,0.10⁸ m.s⁻¹**.

5.2. L'oscillogramme met en évidence la périodicité spatiale de l'onde.

5.3. La fréquence de cette onde est **333 Hz**.

5.4. La longueur d'onde est voisine de **$\lambda = 1,0$ m**.



6. Onde sonore

On alimente un haut-parleur par un générateur dont la fréquence est située dans le domaine audible. Deux microphones, placés devant le haut-parleur, sont reliés aux deux voies d'un oscilloscope.

Quand les deux microphones sont côte à côte, les crêtes des deux courbes sur l'oscilloscope coïncident. Si l'on déplace l'un des deux microphones, il faut le reculer de **23,7 cm** de l'autre pour retrouver la même coïncidence.

6.1. On peut déduire de cette expérience que la longueur d'onde du signal sonore est **47,4 cm**.

6.2. Deux points distants de **71,1cm** sont en opposition de phase.

6.3. Sur l'oscilloscope, la distance horizontale entre deux crêtes consécutives d'un même signal est de **3,5 divisions**. Sachant que la base de temps est réglée sur **0,2 ms/DIV**, on en déduit que la période du signal est de **7.10⁻⁴ s**.

7. Ultrasons

On utilise des ultrasons émis à la fréquence de 40 kHz ; leur célérité dans les conditions de cette observation est **340m.s⁻¹**;

7.1. la longueur d'onde des ultrasons est **8,5mm**.

7.2. la distance parcourue pendant une période est **8,5mm**

Exercice 3 : ÉTUDE D'UNE ESTERIFICATION

Données :

- $pK_A (CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,8$; $pK_e = 14$.
- Masses atomiques molaires: $H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Masse volumique du propan-1-ol : $0,80 \text{ g.cm}^{-3}$.

On étudie la cinétique de la formation d'un ester à partir d'acide éthanoïque et de propan-1-ol.

On maintient, à la température constante θ , sept erlenmeyers numérotés 1, 2, 3...7, contenant chacun un mélange de 0,500 mol d'acide éthanoïque et de 0,500 mol de propan-1-ol. Ces erlenmeyers sont tous préparés à l'instant $t = 0$ et on dose d'heure en heure l'acide restant dans le mélange. On peut ainsi en déduire la quantité de matière d'ester formé:

à $t = 1 \text{ h}$, dosage de l'erlenmeyer n°1,

à $t = 2 \text{ h}$, dosage de l'erlenmeyer n°2, etc.

1) La réaction d'estérification

- En utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction d'estérification et nommer l'ester formé.
- On dispose d'un flacon de propan-1-ol pur. Quel volume de cet alcool doit-on verser dans chacun des sept erlenmeyers ?
- Exprimer la quantité de matière d'ester formé dans un erlenmeyer à une date t en fonction de la quantité de matière d'acide restant.

2) Titrage de l'acide restant :

Mode opératoire :

A la date t considérée, le contenu de l'erlenmeyer est versé dans une fiole jaugée puis dilué avec de l'eau distillée pour obtenir 100 mL de solution. On en prélève 5 mL que l'on verse dans un becher. On titre cette solution par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_b = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. On en déduit la quantité de matière d'acide restant dans le bécher puis dans les 100 mL de départ, ce qui permet de déterminer la quantité d'ester au temps t dans les 100 mL de départ.

- Écrire l'équation chimique de la réaction de titrage.
- Rappeler la définition de la constante d'acidité de l'acide éthanoïque. En déduire l'expression de la constante d'équilibre K associée à la réaction de titrage. Calculer la valeur numérique de K . Cette réaction de titrage peut-elle être considérée comme totale ?
- Pour l'erlenmeyer n°1 ($t = 1 \text{ h}$), le volume de solution de soude versé pour atteindre l'équivalence est de **14,2 mL**. En déduire la quantité de matière d'acide restant dans l'erlenmeyer et la quantité de matière d'ester formé.

3) Cinétique de la réaction d'estérification:

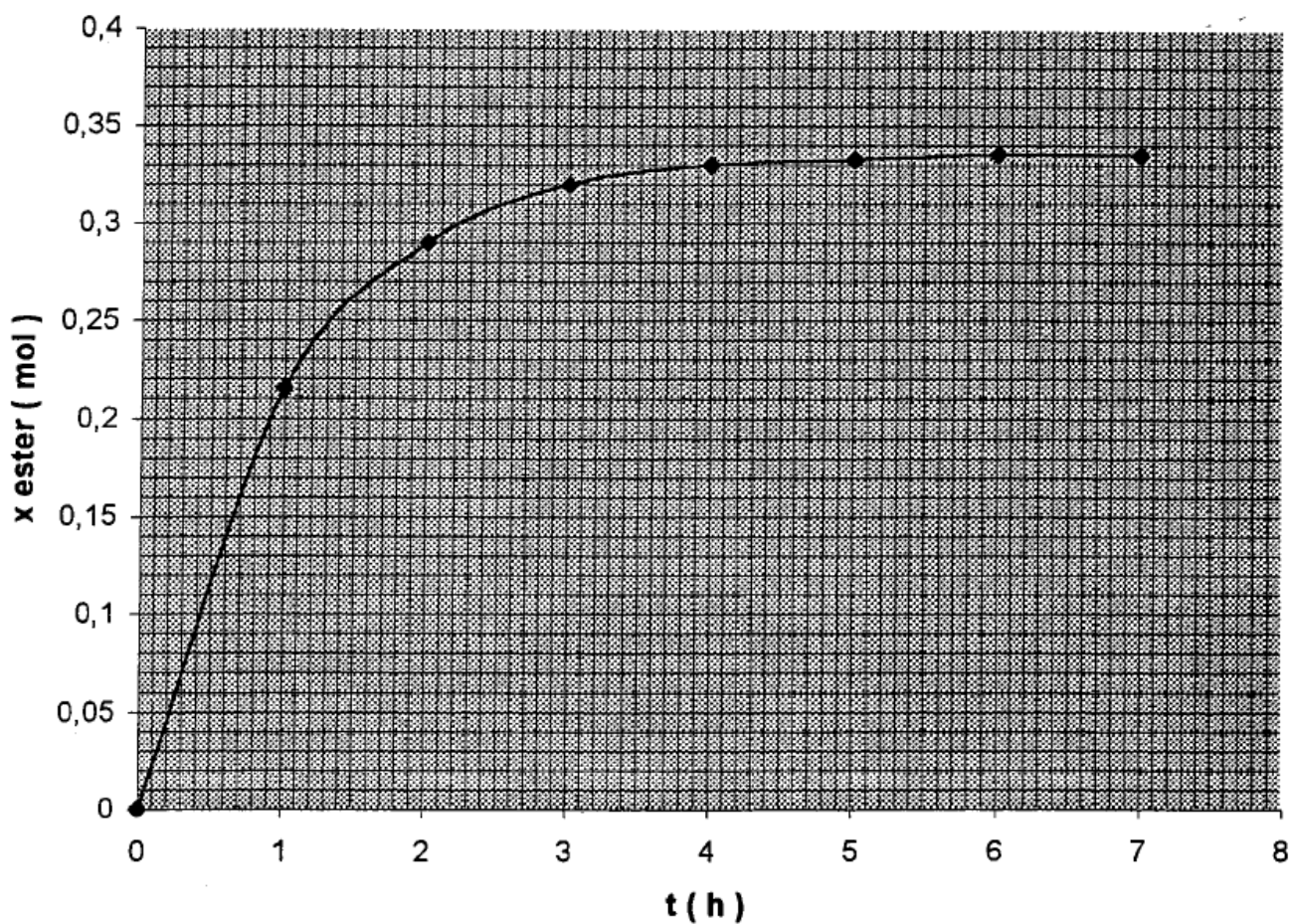
Le titrage des solutions contenues dans les sept erlenmeyers précédents a permis le tracé de la courbe donnée dans la page suivante.

L'avancement de la réaction est défini par la quantité de matière x d'ester formé.

- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système. Déterminer l'avancement maximal x_{\max} ainsi que l'avancement à l'équilibre x_{eq} . Comparer ces deux valeurs et déterminer le rendement ρ de la réaction.
- Calculer la constante d'équilibre K' de cette réaction d'estérification.

- c) Pour déplacer l'équilibre, on ajoute une mole d'acide supplémentaire. Calculer le quotient de réaction Q_r et déterminer le sens de l'évolution du système.
- d) Déterminer les nouvelles valeurs de l'avancement à l'équilibre et du rendement de la réaction.

$$x_{\text{ester}} = f(t)$$



SUJET 7

Exercice 1 : PROPAGATION DES ULTRASONS DANS UN METAL, HISTOIRES DES PAPILLONS

Exercice 2 : DES ESTERS DANS LES COSMETIQUES

Exercice 3 : LE DIDJÉRIDOO, INSTRUMENT DE MUSIQUE TRADITIONNEL

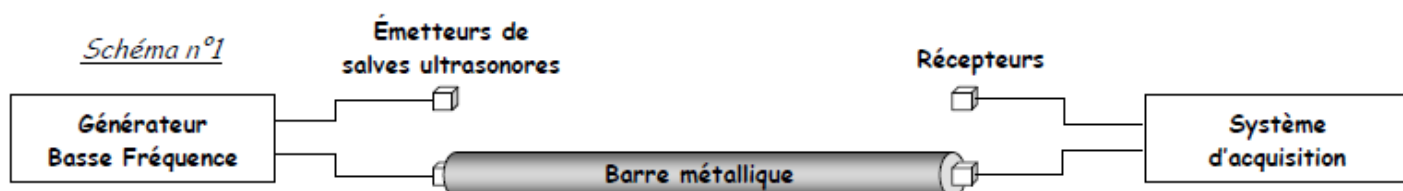
Exercice 1 : PROPAGATION DES ULTRASONS DANS UN METAL. HISTOIRES DES PAPILLONS

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

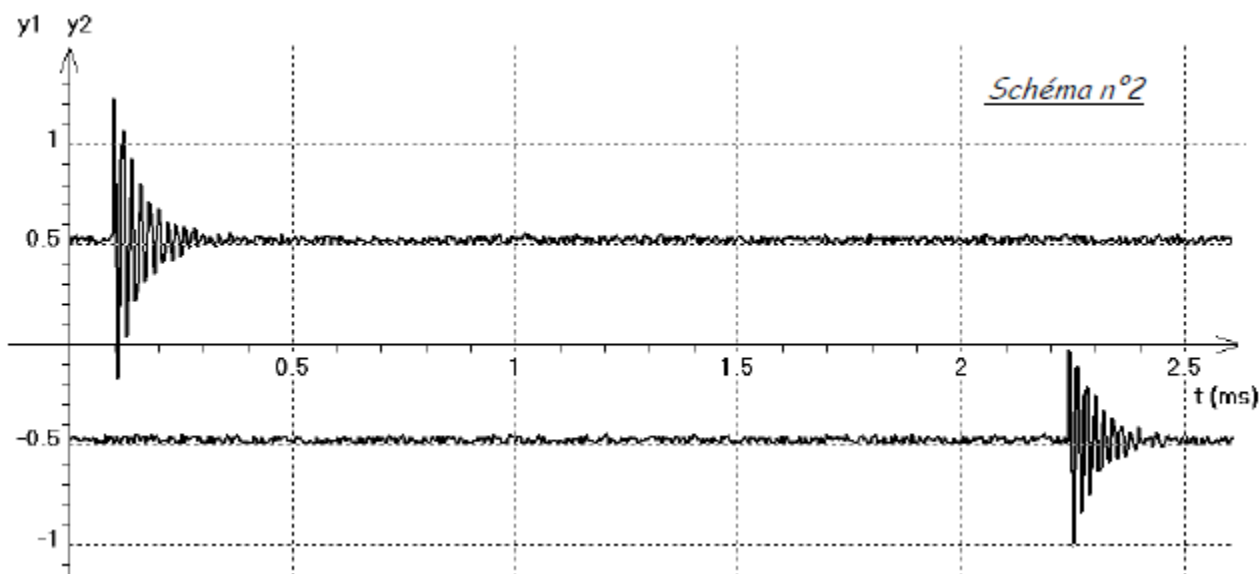
Partie I : Propagation des ultrasons dans un métal

Karim, élève de terminale S, a déterminé en TP, la célérité v_{air} des ondes ultrasonores dans l'air, et il a trouvé $v_{\text{air}} = 345 \text{ m.s}^{-1}$. Il se propose de déterminer la célérité v_{m} des ondes ultrasonores dans une barre, métallique de longueur $L = 80 \text{ cm}$, et de la comparer à v_{air} .

Pour cela, il dispose d'un GBF qui alimente un émetteur de salves ultrasonores permettant d'émettre à la fois dans l'air et dans la barre. Les salves émises dans l'air et dans le métal sont émises simultanément et sont d'égale amplitude. À l'autre extrémité de la barre, il place deux récepteurs : un dans l'air, et l'autre en contact avec le métal. Les signaux aux bornes des deux récepteurs sont enregistrés à l'aide d'un système d'acquisition relié à un ordinateur (schéma n°1 ci-dessous).



Il réalise l'expérience et obtient l'enregistrement donné ci-dessous (schéma n°2). Les deux signaux ont été décalés verticalement pour plus de lisibilité.



1. Étude de la tension délivrée par le GBF

Avant de commencer sa manipulation, Karim règle son GBF à l'aide d'un oscilloscope et obtient l'oscillogramme ci-contre (schéma n°3). Le coefficient de sensibilité horizontale est $k_h = 10 \mu\text{s/div}$ et le coefficient de sensibilité verticale est $k_v = 0,50 \text{ V/div}$.

- Déterminer l'amplitude U_m de la tension visualisée.
- Déterminer la période T de cette tension.
- En déduire la fréquence f de cette dernière.

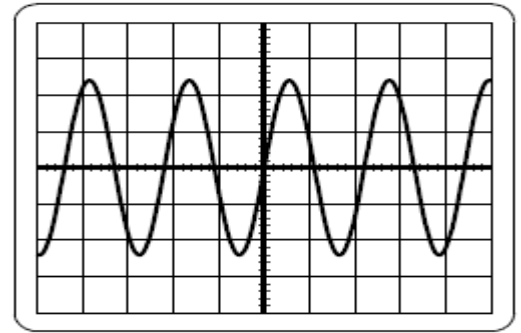


Schéma n°3

2. Exploitation de l'enregistrement

- Sur le schéma n°2, identifier la trace n°1 et la trace n°2.
- Le déclenchement du système d'acquisition ($t = 0 \text{ ms}$ en abscisse) s'est-il produit à la date d'émission de la salve ?
- Mesurer la durée Δt qui sépare la détection d'une même salve dans l'air et dans le métal.
- Proposer une explication à la différence d'amplitude des deux signaux.

3. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans le métal

On appelle respectivement t_{air} et t_m , les durées de propagation des salves ultrasonores dans l'air et dans le métal.

- Exprimer Δt en fonction de t_{air} et de t_m . En déduire l'expression suivante : $\Delta t = L \left(\frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_m} \right)$
- Donner l'expression littérale de v_m .
- Calculer la valeur de v_m .
- Proposer une explication à la nette différence des deux célérités.

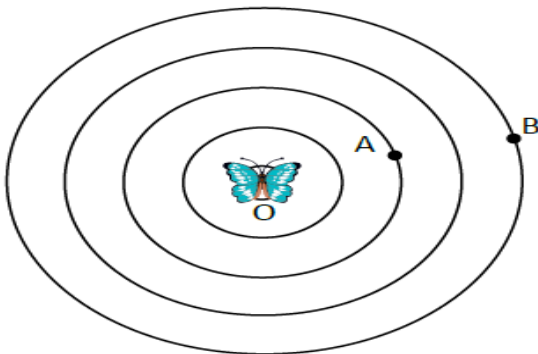
Partie II : Histoire de papillon

Document n°1 : le battement des ailes

Les insectes étendent leurs ailes pour planer mais les font battre pour avancer. Les gros insectes battent des ailes lentement : les papillons, de 8 à 12 fois par seconde et les libellules, de 20 à 30 fois par seconde. Les abeilles, elles, battent des ailes 190 fois par seconde, les mouches 200 fois et les moustiques plus de 600 fois.

Document n°2 : un papillon qui se débat

Un papillon, considéré comme un point matériel O, tombe sur l'eau d'un étang. A la date $t=0$, moment où il arrive à la surface de l'eau, il crée au point O, une onde périodique de fréquence $f=10\text{Hz}$.

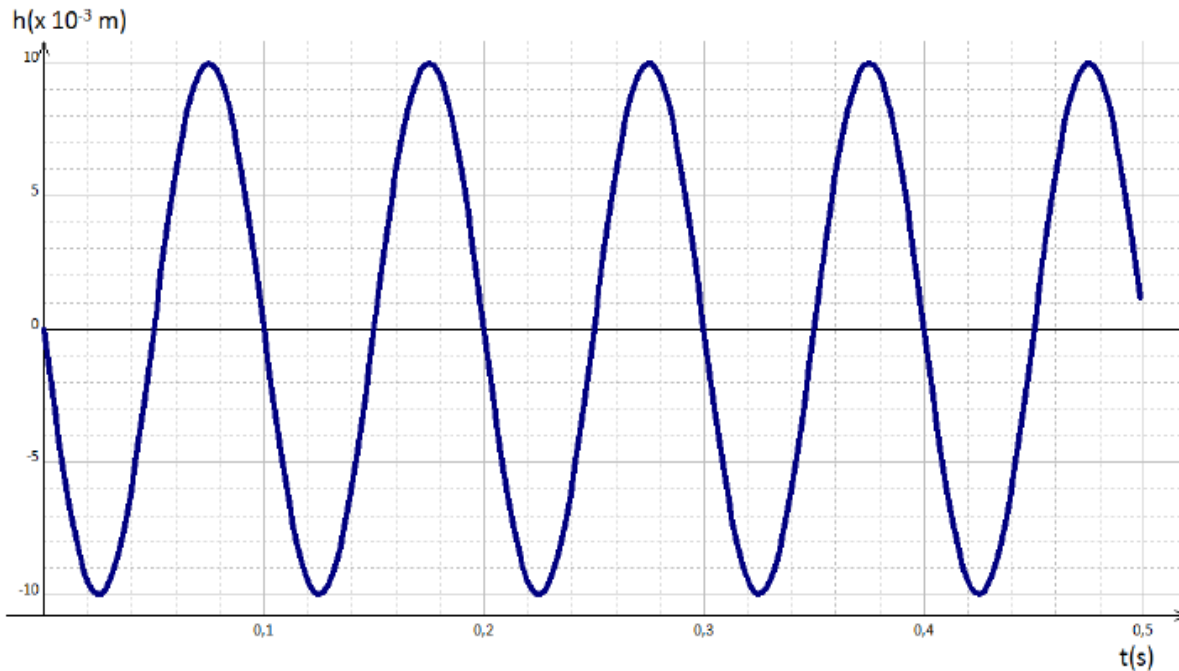


Echelle :

1. Vérifier que la fréquence citée dans le document n°2 correspond bien à celle donnée dans le document n°1.
2. En déduire la valeur de la périodicité temporelle ou période T des battements des ailes du papillon.
3. Que définit la distance d entre 2 lignes consécutives du schéma du document n°2 ? La nommer et donner sa valeur.
4. Déterminer la célérité v_l de l'onde créée par le papillon.

Document n°3 : simulation de l'onde créée par le papillon

Une simulation permet de visualiser au point O la variation de hauteur h de celui-ci en fonction du temps lors des battements d'ailes du papillon : $h(t)$.



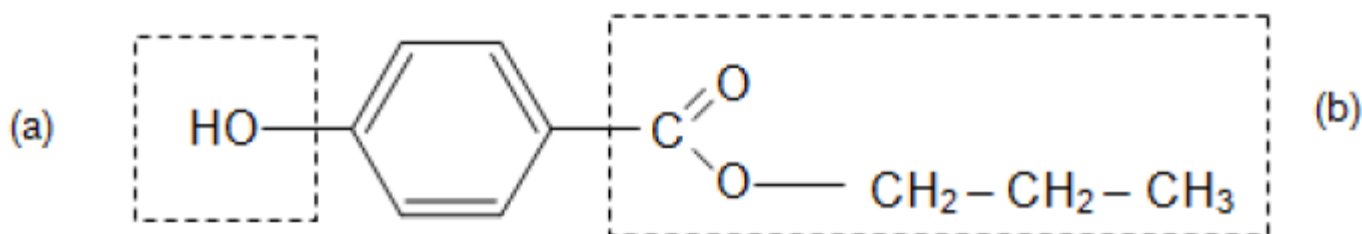
5. A l'aide du document n°3, retrouver la valeur de la fréquence des battements des ailes du papillon.
6. Au bout de combien de temps le papillon situé au point O va-t-il se retrouver pour la première fois au sommet d'une crête.
7. Les points A et B sont en phase, c'est-à-dire qu'ils se trouvent dans le même état de perturbation à la même date t . A quelle distance sont-ils séparés ?
8. A quelle date le point B sera-t-il perturbé pour la première fois ? **Donnée** : le point A se trouve à **11cm** du point O. On prendra $v_l = 0,47 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice 2 : DES ESTERS DANS LES COSMETIQUES

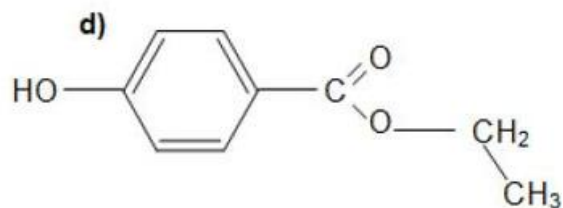
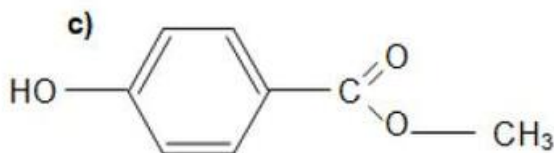
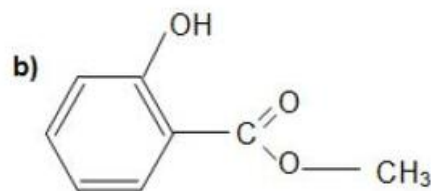
On classe dans les cosmétiques : les produits de soin, de maquillage, de rasage, les produits capillaires, solaires, les parfums... Un cosmétique contient plusieurs ingrédients, dont un ou plusieurs principes actifs, un excipient et des additifs. L'emballage d'un produit cosmétique doit comporter la liste complète de ses ingrédients. Dans cet exercice, on se propose d'étudier quelques composants des produits cosmétiques.

A. Première partie : les parabènes

Les parabènes (paraben en anglais) sont des conservateurs utilisés dans l'industrie cosmétique pour empêcher la prolifération des bactéries et des champignons. On les trouve dans bon nombre de produits de beauté : shampoings, gels douches, crèmes hydratantes... Les parabènes les plus courants sont : le méthylparaben, l'éthylparaben, le propylparaben et le butylparaben. La formule semi-développée du propylparaben ou **parahydroxybenzoate de propyle** est :



1. Nommer les groupes caractéristiques (a) et (b) encadrés dans cette molécule
2. Le propylparaben peut être synthétisé à partir de deux réactifs : le réactif n°1 et le réactif n°2. Le réactif n°1 est l'**acide para-hydroxybenzoïque**. Écrire sa formule semi-développée.
3. Quel est le nom du réactif n°2 ? Écrire sa formule semi-développée.
4. Sans justifier, identifier le méthylparaben parmi les quatre molécules suivantes :

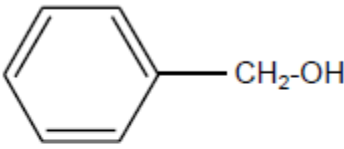


B. Deuxième partie : préparation d'un ester utilisé en parfumerie

Un professeur décide de faire synthétiser à ses élèves de terminale un ester utilisé en parfumerie. Chaque binôme dispose d'un flacon A contenant un acide carboxylique (noté R – COOH) et d'un flacon B portant l'étiquette alcool benzylique ($C_6H_5 - CH_2 - OH$). Le professeur indique que l'acide carboxylique utilisé est soit l'acide méthanoïque, soit l'acide éthanoïque, soit l'acide propanoïque.

Données :

	Acide méthanoïque H – COOH	Acide éthanoïque CH ₃ – COOH	Acide propanoïque CH ₃ – CH ₂ – COOH
Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	46	60	74

	Acide carboxylique A	Alcool benzylique	Ester	Eau
Masse volumique ρ (g.mL ⁻¹)	1,05	1,04	1,06	1,00
Formule semi-développée	$R - C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$		-	-
Température d'ébullition (°C)	118	205	215	100
Solubilité dans l'eau salée	Très bonne	Très faible	Très faible	-

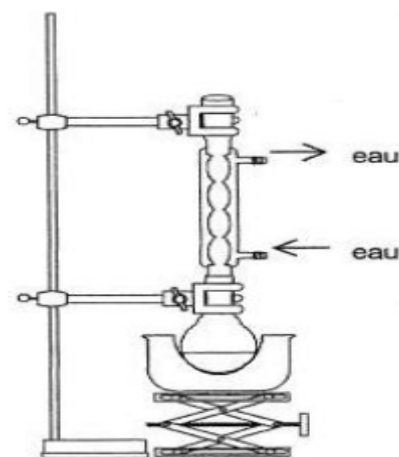
1. Recherche de l'acide carboxylique utilisé

Chaque binôme dispose d'une solution S obtenue en dissolvant une masse $m = 0,90$ g d'acide carboxylique A dans une fiole jaugée de volume $V = 1000$ mL. Dans un bécher, les élèves placent un volume $V_A = 10,0$ mL de solution S. Dans une burette graduée, ils versent une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire $c_B = 1,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ en soluté apporté. Ils réalisent alors un dosage pH-métrique de l'acide A par la soude et trouvent un volume à équivalence $V_{BE} = 15,0$ mL

- Écrire l'équation de la réaction support du dosage.
- Calculer la concentration molaire c_A en soluté apporté de la solution S.
- Calculer la masse molaire M_A de l'acide carboxylique utilisé pour réaliser la solution S et en déduire le nom de cet acide carboxylique.

2. Synthèse de l'ester

Pour réaliser un mélange stœchiométrique, on introduit dans un ballon à fond rond un volume $V_1 = 20,8$ mL d'alcool benzylique et un volume $V_2 = 11,4$ mL d'acide carboxylique. On ajoute 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce, puis on réalise le montage schématisé ci-contre. On chauffe à ébullition douce pendant une heure.



- a) Écrire, avec les formules semi-développées, l'équation de la réaction correspondant à la préparation de l'ester.
- b) Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?
- c) Pourquoi ajoute-t-on de l'acide sulfurique concentré dans le milieu réactionnel ?
- d) Comment se nomme le montage ci-contre ? Quel est son rôle ?

3. Extraction de l'ester préparé

On réalise les opérations suivantes :

- Au bout d'une heure, on refroidit le mélange réactionnel et on y ajoute 50 mL d'une solution aqueuse de chlorure de sodium de masse volumique $\rho = 1,20 \text{ g.mL}^{-1}$.
- On verse ensuite le contenu du ballon dans une ampoule à décanter.
- On agite et on laisse décanter : on observe **deux phases**.
- On élimine la phase qui ne contient pas l'ester et on ajoute dans l'ampoule à décanter 50 mL d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$) : il se produit un dégagement gazeux.
- On laisse décanter et on évacue la phase aqueuse.
- On rince à nouveau la phase organique à l'eau distillée.
- Après décantation, on recueille la phase organique dans un bécher et on la sèche avec du sulfate de magnésium anhydre.
- Après pesée, on conclut que l'on a synthétisé une quantité $n = 1,3 \times 10^{-1} \text{ mol}$ d'ester.

- a) Quelles sont ces deux phases ?
- b) Quelle est leur position ?
- c) Dans quelle phase se situe l'ester ?
- d) Calculer le rendement r de cette synthèse.
- e) Comment améliorer le rendement sans changer la nature des réactifs ?

Exercice 3 : LE DIDJÉRIDOO, INSTRUMENT DE MUSIQUE TRADITIONNEL

La Cité de la musique, à Paris, a consacré au mois de novembre 2005 un cycle à l'Australie, en fait, à une partie septentrionale du pays, le « bout d'en haut », territoire actuel des aborigènes.

La vedette en était le didjéridoo, une trompe en bois d'eucalyptus (assez droite), évidée par les termites. Longue de plus d'un mètre, elle est devenue emblématique de ce peuple. Cet instrument de musique, qui pourrait être le plus ancien en activité, est joué en expirant par la bouche et en inspirant par le nez (respiration circulaire). Et il se charge de tout : rythmes et harmonies.
D'après « Le Monde » du 29 novembre 2005.

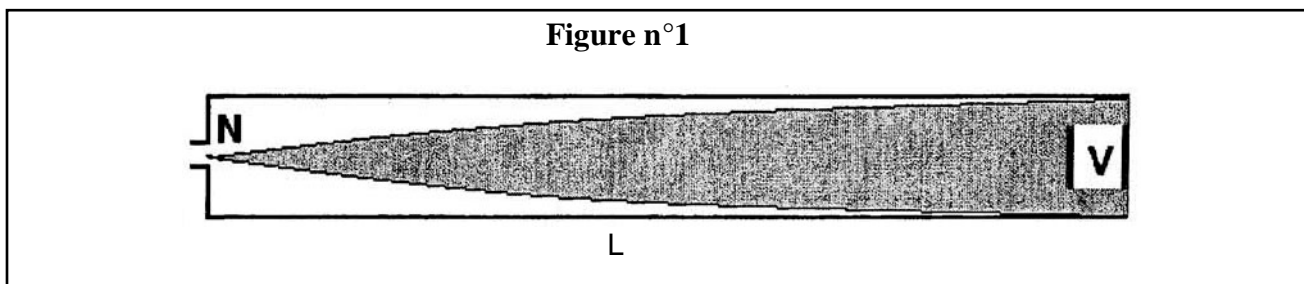
La technique utilisée pour jouer du didjéridoo est unique en comparaison de celle des autres instruments à vent. Il faut souffler dans le tube, les lèvres desserrées, pour créer un son : le bourdon qui est le son de base du didjéridoo. En jouant avec les joues comprimées et la langue à l'avant de la bouche, un grand nombre de didjéridoo donneront un son comportant une variété d'harmoniques subtiles qui ajoute couleur et richesse à l'effet d'ensemble.

PREMIERE PARTIE

Lorsqu'une onde stationnaire s'établit dans un tuyau sonore, on observe un nœud (N) de vibration à une extrémité si cette extrémité est fermée, et un ventre (V) de vibration si cette extrémité est ouverte.

En simplifiant, on peut représenter le didjéridoo comme un tuyau sonore de longueur L fermé à une extrémité et ouvert à l'autre.

Pour le mode fondamental de vibration, les positions du ventre et du nœud sont données sur la **figure n°1** ci-dessous, schématisant l'amplitude de la vibration sonore.



Donnée : célérité du son dans l'air : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

1. Les ondes sonores sont-elles des ondes transversales ou longitudinales ? Justifier.
2. Exprimer la longueur d'onde λ_1 , en fonction de la longueur L du tuyau. Justifier.
3. En déduire que la fréquence f_1 du mode fondamental s'écrit : $f_1 = \frac{v}{4L}$.
4. Un enregistrement du son de base d'un didjéridoo (le bourdon) donne l'oscillogramme représenté sur la figure n°2a. **(fin de l'exercice)**
 - 4.1. Déterminer à partir de cet oscillogramme **la fréquence f_1 du mode fondamental**. La hauteur de ce son correspond-elle à un son grave ou à un son aigu ?
 - 4.2. En déduire la longueur L du didjéridoo utilisé.
5. Quelle devrait être la longueur minimale d'un tuyau ouvert aux deux extrémités (type flûte) pour donner une note de même hauteur ?

Deuxième partie

Avec un second didjéridoo de longueur différente L' , on enregistre un son dont l'oscillogramme est représenté sur la figure n°3a et son spectre sur la figure n°3b. (fin de l'exercice)

1. En utilisant l'enregistrement de la figure n°3a, déterminer la fréquence f_1 du mode fondamental.
2. Comparer la longueur L' de ce second instrument à la longueur L du premier.
3. En comparant les spectres représentés sur les figures n°2b et 3b, indiquer la technique utilisée par l'instrumentiste dans chacun des deux cas.
4. Sur le spectre de la figure n°3b, déterminer le rang n de l'harmonique ayant la plus grande amplitude après le fondamental.
5. **a)** Sur un schéma analogue à celui de la figure n°1, représenter les nœuds et les ventres de vibration correspondant à l'harmonique déterminée à la question 4. Exprimer la longueur L en fonction de la longueur d'onde de cet harmonique.
b) Il existe une relation entre la longueur L du didjéridoo et le rang n de l'harmonique. En utilisant les données et les résultats de la première partie, choisir, parmi les relations suivantes, celle qui convient :

$$(1) L = \frac{2n-1}{2} \lambda_n \quad (2) L = \frac{2n-1}{4} \lambda_n \quad (3) L = \frac{n}{4} \lambda_n \quad \text{avec } n \in \mathbb{N}^*$$

Troisième partie

Un « concert » est donné avec deux didjéridoos. Placés à 2 m des musiciens, on mesure le niveau sonore L_S (en décibel acoustique) produit successivement par chacun des deux instruments précédents ; on note : $L_{S1} = 72$ dB et $L_{S2} = 75$ dB.

On rappelle que le niveau sonore L_S est donné par la relation : $L_S = 10 \log \frac{I}{I_0}$ où I_0 représente l'intensité sonore de référence égale à 10^{-12} W.m⁻².

1. Déterminer les intensités sonores I_1 et I_2 émises respectivement par chacun des instruments à la distance $d = 2$ m.
2. On admet que lorsque deux sons sont émis simultanément, l'intensité sonore résultante I est la somme des deux intensités sonores. En déduire le niveau sonore L_S perçu à 2 m dans ce cas.

Figure n°2a

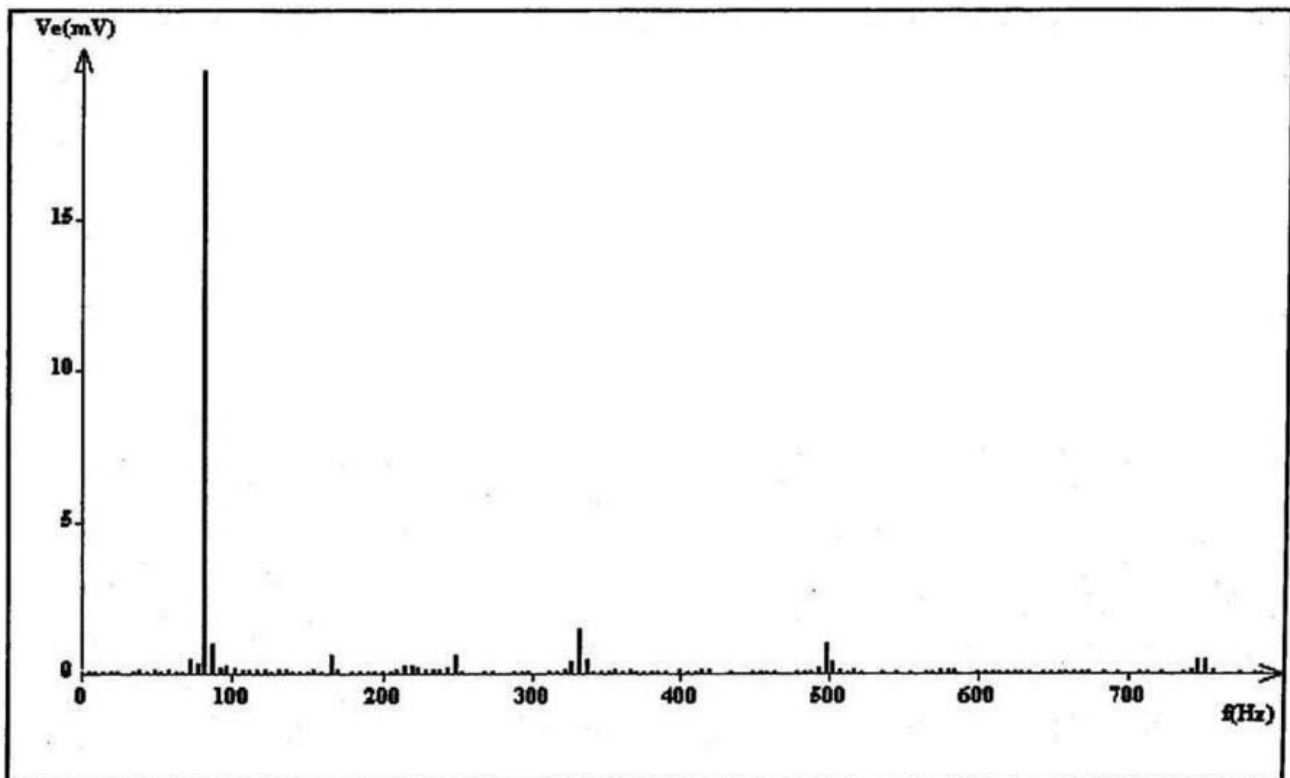
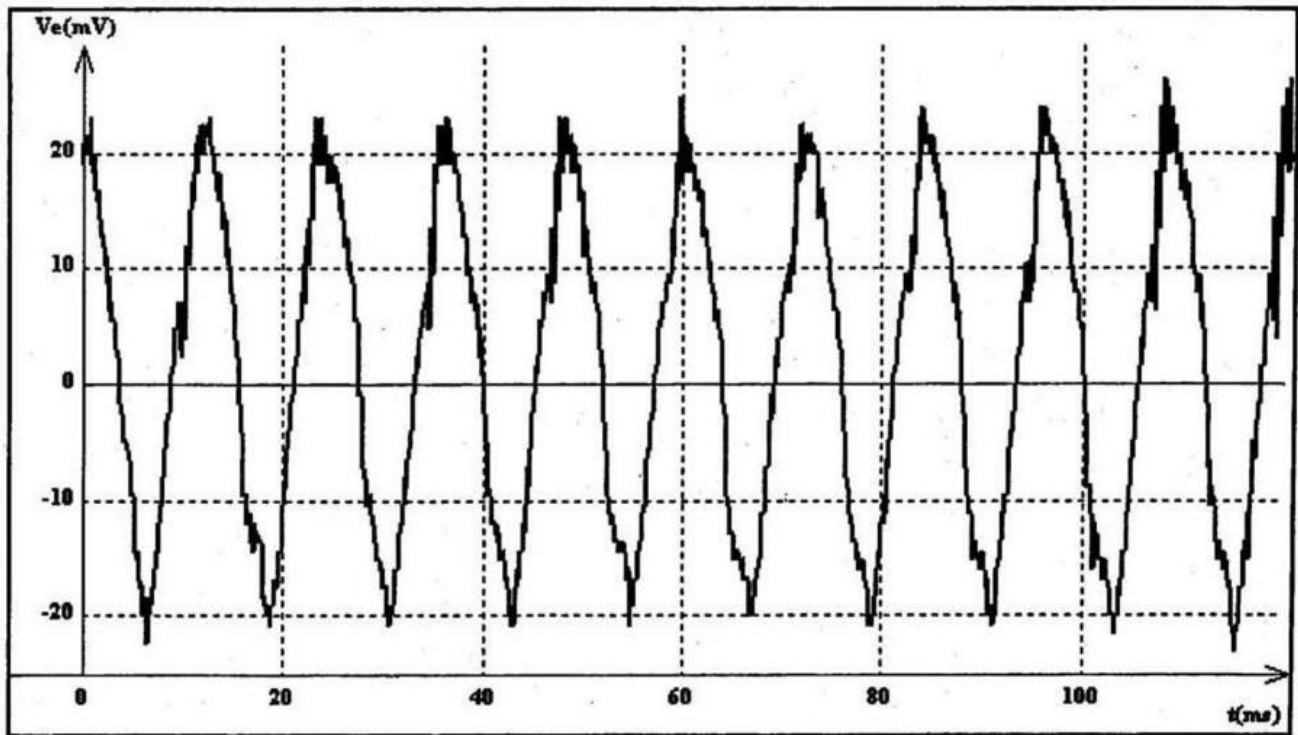


Figure n°2b1

Figure n°3a

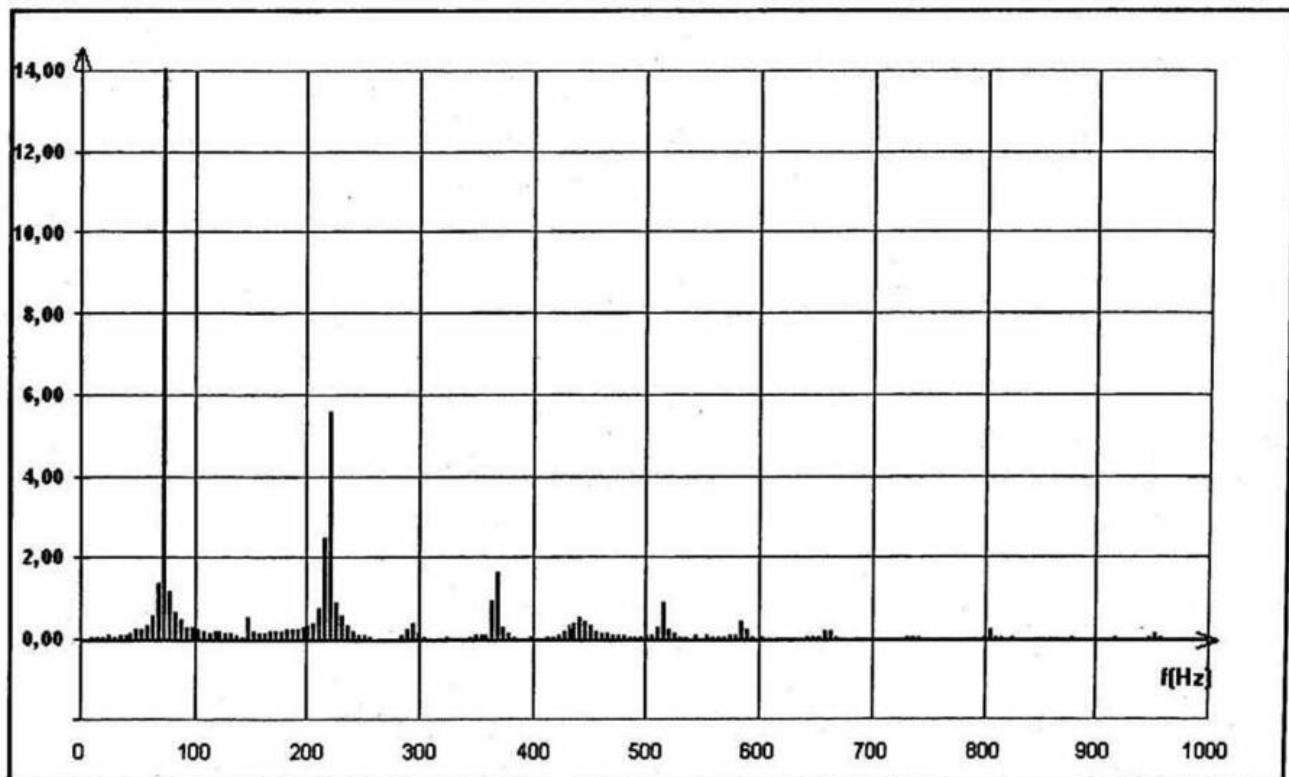
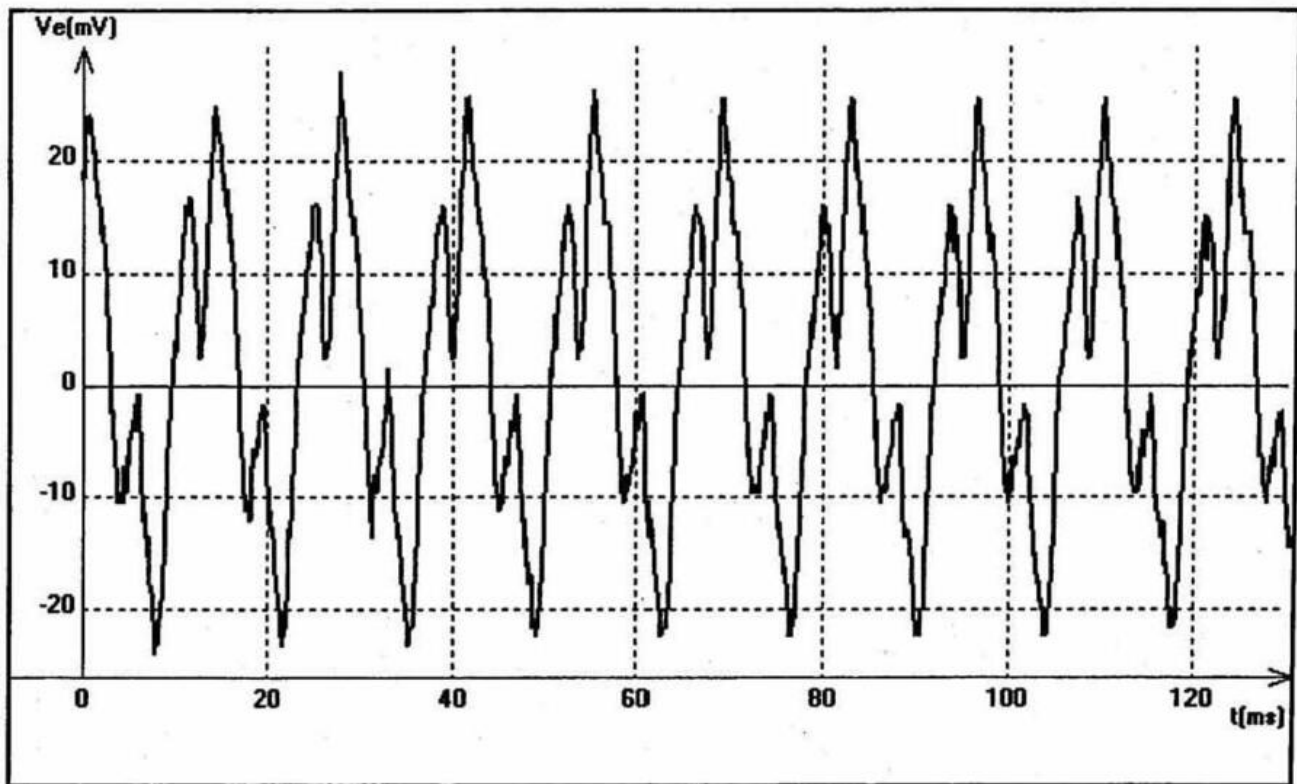


Figure n°3b

SUJET 8

Exercice 1 : IDENTIFICATION DES COMPOSES ORGANIQUES

Exercice 2 : SONS MUSICAUX

Exercice 3 : COMMUNICATION ENTRE INSECTES : LES PHÉROMONES

Exercice 1 : IDENTIFICATION DES COMPOSES ORGANIQUES

Un composé organique A de formule générale $C_xH_yO_3$ possède les pourcentages massiques suivants : **40,91 %** de carbone, **54,55 %** d'oxygène et **4,54 %** d'hydrogène.

- Déterminer x et y .
- L'hydrolyse de A conduit à deux composés organiques A_1 et A_2 tous les deux sont des acides carboxyliques de formules générales $C_nH_{2n+1}COOH$
 - Sachant que la masse molaire de A_1 est égale à **46 g.mol⁻¹** et A_2 est égale à **60 g.mol⁻¹** identifier A_1 et A_2 .
 - En déduire le nom et la formule semi-développée du composé A.
- On fait réagir A_2 avec le 3-méthylbutan-1-ol, on obtient un composé B dont la saveur et l'odeur de la banane
 - Ecrire l'équation de la réaction qui se produit.
 - Identifier et nommer le composé B.
 - Sur le plan industriel cette réaction présenterait deux inconvénients. Lesquels ?
- Pour réaliser la synthèse du composé B, on procède à deux étapes qui sont :

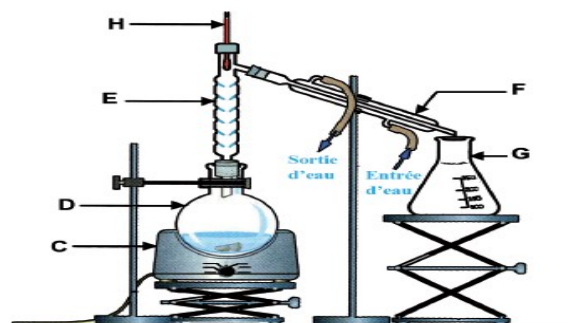
Première étape

Dans un ballon de **100 mL**, on introduit un volume $V_1 = 44,0 \text{ mL}$ d'alcool de densité **0,809** et un volume V_2 d'acide A_2 de densité **1,049**. On y ajoute avec précaution **1 mL** d'acide sulfurique concentré et quelques billes de verre. On adapte un réfrigérant à boules et on réalise un chauffage à reflux pendant 45 minutes.

Seconde étape

Après refroidissement, on verse le contenu du ballon dans de l'eau salée, on agite puis on verse dans une ampoule à décanter. Il se forme deux couches liquides non miscibles dont l'une contient l'ester et l'alcool qui n'a pas réagi. On la récupère et on la soumet à une distillation fractionnée. Lorsque la température en tête de colonne est correcte, on recueille l'ester. On en obtient ainsi une masse $m = 26,3 \text{ g}$.

- Calculer le volume V_2 d'acide nécessaire pour que le mélange réactionnel soit équimolaire.
- Quel est le rôle du réfrigérant à boules ? Pourquoi préfère-t-on utiliser un réfrigérant à boules plutôt qu'un réfrigérant droit ?
- Faire un schéma de l'ampoule à décanter en précisant et en justifiant la position des deux phases.
- Nommer les matériels repérés par les lettres C, D, E, F, G et H sur le document ci-dessous.

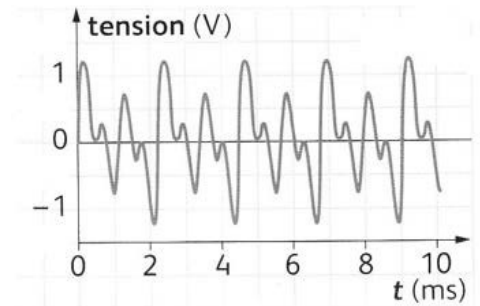
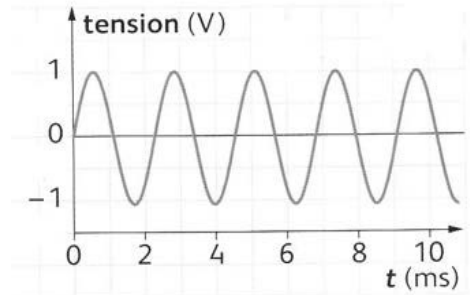
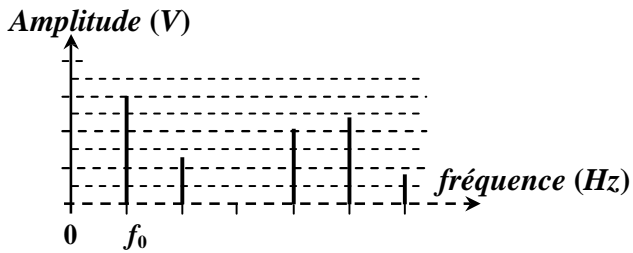


Exercice 2 : SONS MUSICAUX

On réalise l'enregistrement du son émis par une corde d'un violon et celui de l'enregistrement d'un son émis par un diapason.

1. Déterminer la hauteur de la note jouée par le diapason.
2. Comment qualifie-t-on un tel son ?

Le spectre en fréquence de la note jouée par le violon est donné ci-dessous :



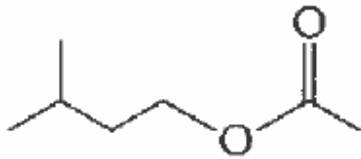
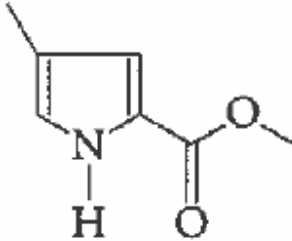
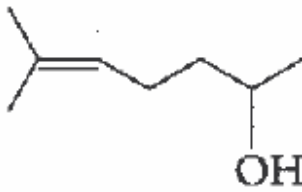
3. Quel est le rang de l'harmonique absent dans ce spectre ?
4. Sachant que la fréquence du mode fondamental est de 435 Hz , déterminer la fréquence de l'harmonique absent.
5. On enregistre une conversation entre deux adultes. Le niveau sonore est de 65 dB .
Que vaut l'intensité sonore I ?
6. Une dispute éclate entre ces deux personnes. Elles se trouvent à la même distance qu'à la question 5, l'intensité sonore est $I = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$; calculer le niveau sonore de cette conversation animée.
7. *On sait que le seuil d'audibilité d'une personne dépend de la fréquence du son émis. Monsieur Ali écoute un son de fréquence $f = 12 \text{ kHz}$. Le seuil d'audibilité est de 7 dB . Quelques années plus tard, Monsieur Ali refait la même expérience à la même fréquence et s'aperçoit que son seuil d'audibilité a augmenté de 10 dB .*
 - 7.1. Entend-il mieux qu'autrefois ?
 - 7.2. Calculer, pour justifier, le rapport entre l'intensité sonore du nouveau seuil et celle de l'ancien.
8. On note le niveau sonore L_1 d'un haut-parleur placé à 10 cm du sonomètre : $L_1 = 60 \text{ dB}$ puis on ajoute un deuxième haut-parleur à la même distance que le premier et on note le niveau sonore émis par les deux sources sonores L_2 . Quand on superpose deux sources sonores, le niveau sonore est-il doublé ? Que vaut L_2 ?

Exercice 3 : COMMUNICATION ENTRE INSECTES : LES PHÉROMONES

Le transfert d'informations par signaux chimiques entre individus, d'espèces différentes ou de même espèce est courant chez les êtres vivants. Une phéromone est une substance (ou un mélange de substances) qui, après avoir été sécrétée en quantité très faible à l'extérieur par un individu (émetteur), est perçue par un individu de la même espèce (récepteur) chez lequel elle provoque une réaction comportementale spécifique, voire une modification physiologique.

Le mot phéromone vient des mots grecs *pherein* « transporter » et *hormân* « exciter ». Certaines phéromones sont des signaux d'alarmes, d'autres permettent le marquage d'une piste, enfin certaines (attractives ou aphrodisiaques) attirent les insectes de sexe opposé en vue de la reproduction.

• Quelques exemples de phéromones :

Phéromone d'alarme de l'abeille : molécule A : (C₇H₁₄O₂)	
Phéromone de piste de la fourmi coupeuse de feuilles : <i>Atta texana</i> molécule B : (C₇H₉O₂N)	
Phéromone sexuelle d'un insecte nuisible pour les conifères molécule C : (C₈H₁₆O)	

Masses molaires atomiques : M(C)=12 g.mol⁻¹ ; M(H) = 1 g.mol⁻¹ ; M(O)= 16 g.mol⁻¹.

1. Reproduire sur la copie les molécules A et C, entourer et nommer le ou les groupes caractéristiques présents.
2. La phéromone d'alarme A, appelée éthanoate de 3-méthylbutyle, peut être synthétisée à partir de l'acide éthanoïque et d'un alcool D.
 - 2.1. Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool D.
 - 2.2. Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation chimique de synthèse de la phéromone A, à partir de l'acide éthanoïque et de l'alcool D. Comment appelle-t-on cette réaction chimique ? Préciser ses caractéristiques.
 - 2.3. La même transformation est réalisée en présence d'acide sulfurique. Les affirmations suivantes qui décrivent le rôle de l'acide sulfurique sont-elles vraies ou fausses ? Justifier brièvement.
 - L'acide sulfurique est une espèce chimique qui modifie l'état d'équilibre du système.
 - L'acide sulfurique permet d'accroître le taux d'avancement final.
 - L'acide sulfurique augmente la vitesse de réaction sans apparaître dans l'équation de réaction.

3. La synthèse de la phéromone A peut aussi être réalisée en remplaçant l'acide éthanoïque par de l'anhydride éthanoïque.
 - 3.1. Quels seront les effets de ce changement de réactif sur la transformation ?
 - 3.2. Donner la formule semi développée de l'anhydride éthanoïque. Entourer le groupe caractéristique anhydride.

4. On réalise l'hydrolyse basique (à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium), de la phéromone B de la fourmi coupeuse de feuilles. Cette phéromone sera notée R—COOCH₃.
 - 4.1. Écrire l'équation de la réaction associée à cette transformation chimique.
 - 4.2. Préciser les caractéristiques de cette réaction.

5. *Les phéromones peuvent être utilisées par l'homme pour piéger les insectes nuisibles en les attirant, soit loin des cultures que l'on veut protéger, soit vers des pièges très sélectifs. Ainsi il suffit d'asperger les arbres d'une solution de 10⁻¹⁵ g par litre de solution de la molécule C (appelée aussi sulcatol car libérée par le Gnatotricus Sutcatus) pour attirer les insectes vers des forêts non exploitées.*

Au vu des renseignements fournis sur les phéromones dans cet exercice, citer deux avantages des phéromones utilisées comme insecticide par rapport aux insecticides classiques utilisés dans l'agriculture.

SUJET 9

Exercice 1 : LES ONDES SONORES

Exercice 2 : ONDES LUMINEUSES

Exercice 3 : UN BIOCARBURANT : LE DIESTER

Exercice 1 : LES ONDES SONORES

Les anciens se préoccupaient déjà de la propagation du son dans l'eau. Aristote et Pline le Jeune se demandaient si les poissons entendaient. Dans la chine antique, les pêcheurs localisaient les bancs de poissons en écoutant le bruit de la mer à l'aide d'une tige de bambou dont une des extrémités plongeait dans l'eau. En 1926, sur le lac Léman, le physicien Daniel Colladon et le mathématicien Charles Sturm se trouvent dans deux bateaux séparés de **13 km** et ils mesurent la vitesse du son dans l'eau en opérant de nuit. Dans le premier bateau, l'un des expérimentateurs frappe, avec un marteau, une cloche de bronze, immergée dans l'eau et produit simultanément, un éclair. Dans le second bateau, l'expérimentateur est muni d'un stéthoscope relié à un cornet acoustique immergé et d'un chronomètre. Ils trouvent une vitesse de **1500 m.s⁻¹**.

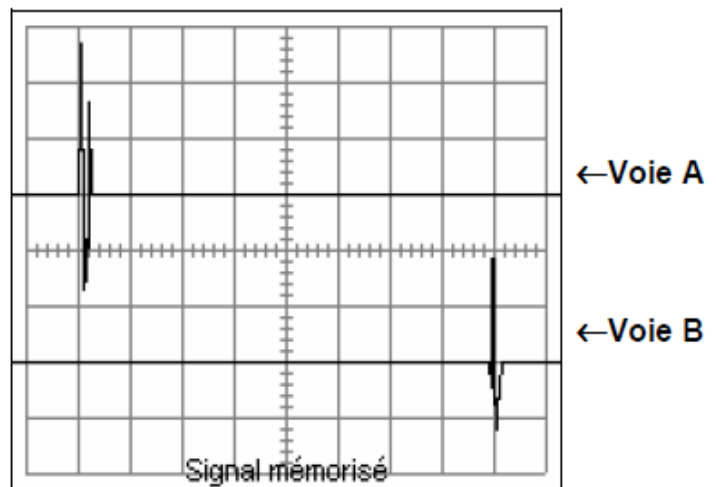
1^{ère} partie : Etude du son dans différents milieux

Deux élèves de terminale S décident de mesurer la célérité du son dans l'air. Ils enregistrent avec un oscilloscope la tension électrique qui apparaît aux bornes de deux microphones M₁ et M₂ situés à la distance **d = 13,6 cm** l'un de l'autre et placés au voisinage d'un claquoir produisant un clap sonore.

Les deux microphones sont reliés respectivement aux voies A et B de l'oscilloscope avec la même sensibilité verticale.

La vitesse de balayage est de **50 μs.div⁻¹**.

On obtient l'oscillogramme ci-contre.



1. Une onde sonore est-elle une onde transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
2. Calculer la célérité du son dans l'air lors de l'expérience effectuée par les deux élèves de terminale S.
3. La célérité des ondes sonores est-elle plus grande dans l'eau ou dans l'air ? Dans l'acier la célérité du son est de **5500 m.s⁻¹**. Que pouvez vous en conclure ?
4. Sous une cloche à vide privée d'air, on n'entend pas un réveil qui sonne. Quelle propriété des ondes sonores met-on en évidence lors de cette expérience ?
5. **Expérience de Colladon et Sturm**
 - 5.1. Lors de l'expérience de Colladon et Sturm telle qu'elle est décrite en introduction, quelle est la grandeur qui manque pour déterminer la célérité des ondes sonores dans l'eau ?
 - 5.2. Calculer cette grandeur.
 - 5.3. Pourquoi cette expérience est-elle faite la nuit ?

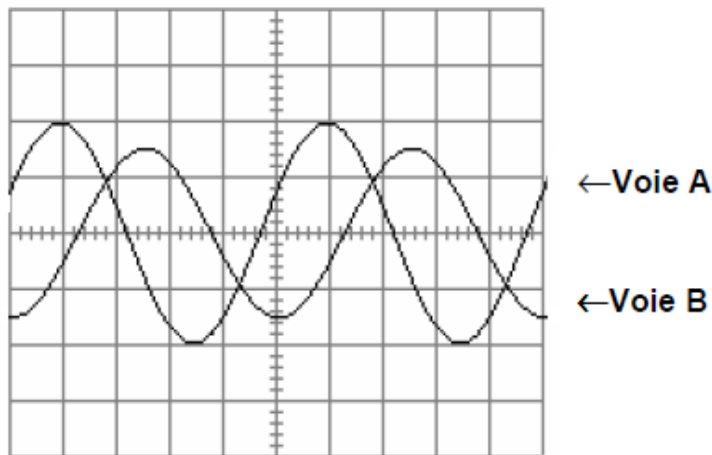
2^{ème} partie : Onde sonore périodique

Les deux microphones M_1 et M_2 séparés d'une distance d , sont maintenant placés sur l'axe de symétrie d'un haut-parleur produisant une onde sonore sinusoïdale de fréquence réglable.

Ils sont reliés respectivement aux voies A et B d'un oscilloscope, de même sensibilité verticale.

La vitesse de balayage est de 20 ms.div^{-1} .

On obtient l'oscillogramme ci-contre.



1. Déterminer la période temporelle T et la fréquence f de l'onde sonore.
2. L'oscilloscope est synchronisé sur la voie A : la courbe enregistrée sur la voie A reste fixe sur l'écran. On éloigne lentement le microphone M_2 du microphone M_1 . On constate que la courbe de la voie 2 se décale sur l'axe horizontal. A quoi est dû ce décalage ?
3. On constate aussi que l'amplitude de la vibration reçue diminue. A quoi est due cette modification ?
4. On place le microphone M_2 dans une position telle que **les maxima des deux courbes** observées sur l'écran soient obtenus aux mêmes instants. On éloigne ensuite M_2 . La coïncidence se reproduit **10 fois** pour une distance $d = 34,0 \text{ cm}$ entre M_1 et M_2 . Pourquoi est-il préférable de relever la distance pour **10 coïncidences** plutôt qu'une ?
5. Quelle est la valeur de la longueur d'onde λ de l'onde sonore ?
6. Calculer la célérité de cette onde sonore dans l'air.
7. Si on éloigne maintenant le microphone M_2 d'une distance $d' = 1,7 \text{ cm}$ du microphone M_1 , comment seront les deux courbes observées sur l'oscilloscope ? Justifier.
8. L'air peut être considéré comme un milieu non dispersif pour les ondes sonores étudiées. Qu'est-ce qu'un milieu non dispersif ?
9. Si on diminue la fréquence de l'onde sonore produite par le haut parleur, comment varie la longueur d'onde de l'onde sonore ? Justifier votre réponse.

3^{ème} partie : physique du son

Données :

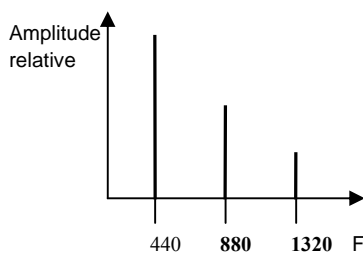
- La célérité d'une onde se propageant le long d'un fil tendu est $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ où T est la valeur, en Newton, de la tension du fil et μ est la masse linéique du fil.
- Seuil d'audibilité de l'oreille humaine : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$
- Surface d'une sphère de rayon R : $S = 4\pi R^2$

Djama élève de terminale S possède une guitare électrique. Il s'agit d'une guitare à 5 cordes ayant une longueur $l_0 = 50,0 \text{ cm}$, et une masse linéique $\mu = 1,00 \text{ g.m}^{-1}$.

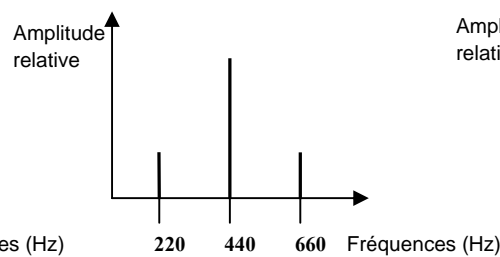
Il désire étudier les caractéristiques de la première corde appelée chanterelle.

1. La première corde produit à vide un son de fréquence $f_0 = 220 \text{ Hz}$ correspondant à la note La_2 .
 - a. Déterminer la longueur d'onde λ_0 de la vibration de la corde dans le mode fondamental.
 - b. Déterminer la vitesse de l'onde sur la corde.
 - c. En déduire la valeur de la tension de la corde.

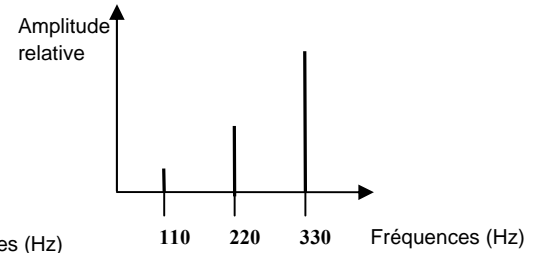
2. On donne ci-dessous les spectres de différents sons émis par la guitare.



Spectre A



Spectre B



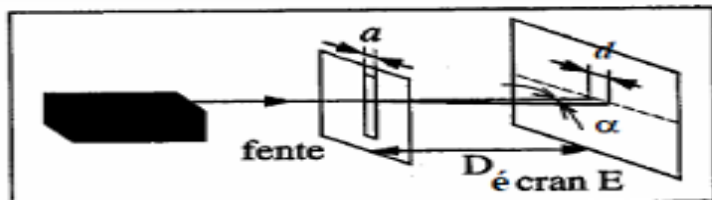
Spectre C

- a. Parmi ces spectres, quel est celui correspondant au son étudié ?
 - b. Représenter l'aspect de la corde pour l'harmonique de rang 3. Déterminer sa longueur d'onde λ .
3. L'ampli, branché à la guitare, délivre une puissance électrique de **12 W**. Placé à **2 m** de la guitare, un sonomètre indique **50 dB_A**.
- a. Déterminer l'intensité sonore I reçue au niveau du sonomètre.
 - b. Si l'ampli délivrait une puissance de **120 W**, quel serait le niveau acoustique L' mesuré à **2 m** de la guitare ?
4. Djama désire mesurer le niveau sonore produit par une machine. Dans l'atelier où elle fonctionne, il enregistre un niveau sonore de **98 dB**. Lorsque la machine est arrêtée, le niveau descend à 91 dB.
- a. Quel niveau de bruit produit la machine seule ?
 - b. Quel niveau sonore atteint-on lorsque deux machines du même type fonctionnent simultanément dans cet atelier ?

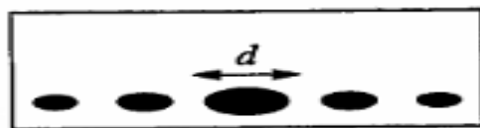
Exercice 2 : ONDES LUMINEUSES

1. Effet de la restriction d'un faisceau laser par un petit orifice

On utilise un faisceau laser émettant une lumière de longueur d'onde λ placée devant une fente de largeur a . On observe sur l'écran E la figure du Document 2



Document 1

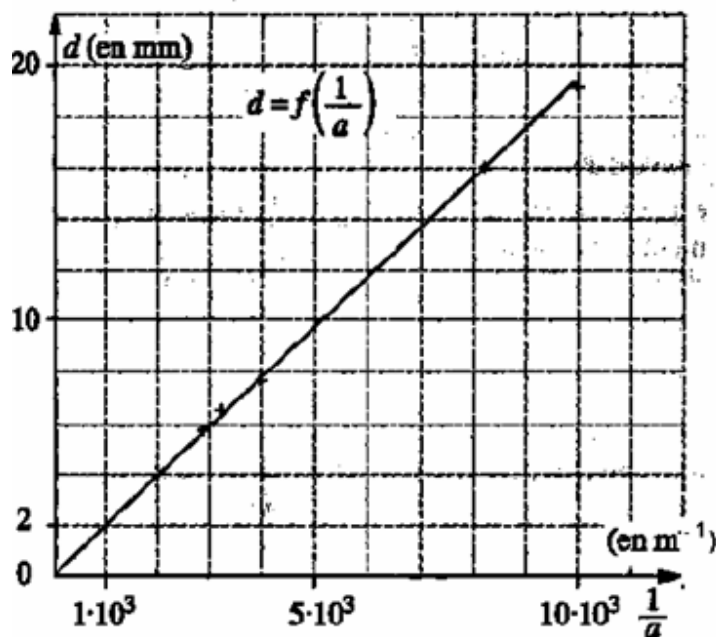


Document 2

- Comment se nomme ce phénomène ?
- L'angle α est l'écartement angulaire total de la tache centrale. Parmi les formules suivantes indiquer celle qui correspond à sa mesure : (1) $\alpha = \frac{2\lambda D}{a}$; (2) $\alpha = \frac{2a}{\lambda}$; (3) $\alpha = \frac{2\lambda}{a}$; (4) $\alpha = \frac{\lambda}{a}$
- L'angle α étant un angle très petit, montrer que $d \approx D \cdot \alpha$. Donner ensuite l'expression de d en fonction de λ , D et a .
- Des mesures de d ont été effectuées pour différentes valeurs de a . On a ensuite représenté le graphe de d en fonction de $\frac{1}{a}$ ci-contre (Document 3).

- Déterminer le coefficient directeur p de ce graphe.
- Donner l'expression de ce coefficient p en fonction de λ et D .
- On donne la distance fente-écran $D=1,50\text{m}$. En déduire la longueur d'onde λ en nm de la radiation émise par le laser.
- On sait que la figure de diffraction d'un fil de même diamètre que la largeur de la fente est strictement identique. Un fil de diamètre a' inconnu est placé dans la lumière du laser. La tâche centrale de la figure de diffraction obtenue a une largeur $d=9,7\text{mm}$. En déduire le diamètre de ce fil.

Document 3



2. Décomposition de la lumière

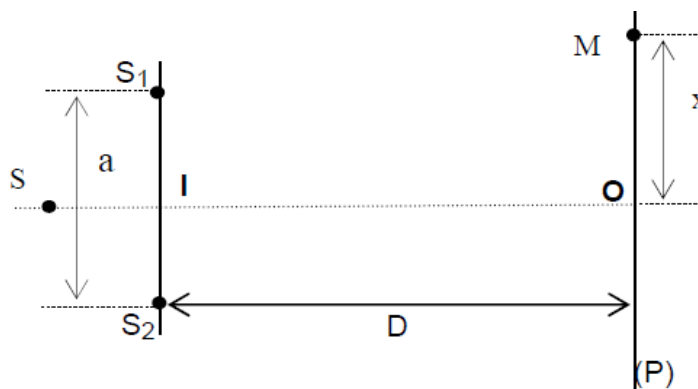
1. On utilise le dispositif précédent. On envoie d'abord un faisceau laser He-Ne de longueur d'onde $\lambda_R=632,8\text{nm}$ on obtient une tâche de largeur d_R . Sans modifier la largeur a ni la distance D , on envoie maintenant un faisceau laser He-Cd de longueur d'onde $\lambda_B=441,6\text{nm}$ on obtient une tâche de largeur d_B . Comparer les largeurs des tâches en calculant le rapport $\frac{d_R}{d_B}$
2. Si l'on envoie un faisceau de lumière blanche fin comme celui du laser, comment sera-t-il décomposé ?
3. Un verre au plomb possède un indice de **1,664** pour une radiation bleue à **486nm** et **1,645** pour une radiation rouge à **656nm**. On fait arriver un faisceau de lumière blanche sous incidence de **80°** sur un dioptre fait de ce verre. Comparer les angles de réfraction pour les deux radiations citées.

$n_{\text{air}}=1,000$

3. les interférences lumineuses

On considère le dispositif de Young représenté ci contre :

S_1 et S_2 sont deux sources lumineuses ponctuelles distantes de $a = 1 \text{ mm}$. Le plan (P) de l'écran observation parallèle à S_1S_2 est situé à la distance $D = 1 \text{ m}$ du milieu I du segment S_1S_2 ; le point O est la projection orthogonale de I sur (P). Sur la droite perpendiculaire à IO au point O et parallèle à S_1 et S_2 , un point M est repéré par sa distance X du point O (X est l'abscisse de M sur un axe orienté colinéaire à cette droite). Les deux sources S_1 et S_2 , sont obtenues, grâce à un dispositif interférentiel approprié, à partir d'une source ponctuelle S située sur l'axe IO.



1. La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'onde λ . Décrire ce que l'on observe sur l'écran.
2. Etablir, en fonction de a , x et D , l'expression de la différence de marche δ au point M.
3. En déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de a , D et λ . Calculer la longueur d'onde λ sachant que $i = 0,579 \text{ mm}$.
4. On effectue ensuite une modification du montage et on considère que les deux sources d'ondes électromagnétiques S_1 et S_2 monochromatiques cohérentes de longueur d'onde $0,60 \text{ mm}$. Ces deux sources sont distantes de $5,0 \text{ mm}$. L'écran sur lequel se forme la figure d'interférence est placé à $1,30 \text{ cm}$ du plan de ces deux sources. Sachant que le point P de l'écran se trouve à une distance de $1,54 \text{ cm}$ de la source S_1 et à une distance de $2,11 \text{ cm}$ de la source S_2 , préciser la nature de l'interférence en ce point.

Exercice 3 : UN BIOCARBURANT : LE DIESTER

« **Diester** est la **contraction** des mots **Diesel** et **ester**. Il est produit à partir de l'huile de colza, résultant de la trituration des graines de ce végétal. L'huile [...] subit une transestérification par action du méthanol ; cette transformation peut être schématisée de la façon suivante : le trilinoléate de glycéryle de l'huile réagit avec le méthanol, il se forme du Diester et du glycérol. Les caractéristiques du Diester (qui est en fait un monoester méthylique) sont très proches de celles du gazole, de sorte qu'il peut être utilisé dans les voitures de tourisme mélangé au gazole à hauteur de 5% et jusqu'à 50% dans les moteurs plus puissants.

L'ester d'huile de colza (ou Diester) est plus respectueux de l'environnement que le gazole seul, puisqu'il émet sensiblement moins de fumée et ne contient pratiquement pas de soufre.

Le dioxyde de carbone rejeté lors de la combustion des biocarburants correspond à la quantité absorbée lors de la croissance des végétaux. Il n'augmente donc pas l'effet de serre. De plus, la présence d'oxygène dans les molécules de biocarburant améliore leur combustion et diminue le nombre des particules dues aux hydrocarbures imbrûlés, ainsi que le monoxyde de carbone.

Cependant, une utilisation irraisonnée d'engrais entraînant une pollution des sols et des eaux peut contrebalancer le bilan écologique positif lié à la combustion des biocarburants.

Mais le principal obstacle à sa généralisation est son coût qui ne peut le rendre compétitif sans subvention. »

D'après document p.257 du livre scolaire NATHAN collection Tomasino TS chimie
et site Web : www.hespul.org/biocarburant.html.

Données :

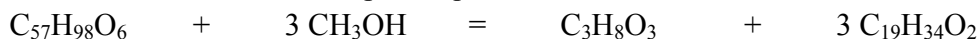
	Méthanol	Trilinoléate de glycéryle (huile de colza)	Diester
Formule brute	CH₄O	C₅₇H₉₈O₆	C₁₉H₃₄O₂
Formule semi-développée	CH₃ – OH	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \\ \\ \text{HC} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{C}_{17}\text{H}_{31} \\ \\ \text{O} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{C}_{17}\text{H}_{31} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} $
Masse volumique à 25°C en g.cm ⁻³	0,79	0,82	0,89
Masse molaire en g.mol ⁻¹	32	878	294

1. Le Diester, un ester utilisé comme carburant

On admettra que l'huile de colza est constituée uniquement de trilinoléate de glycéryle, ce dernier étant le triester du glycérol et de l'acide linoléique.

La transformation industrielle du trilinoléate de glycéryle en Diester est réalisée en le faisant réagir, à chaud et en présence d'ions hydroxyde (qui catalysent la réaction) avec du méthanol.

On peut modéliser cette transformation **totale** par l'équation de réaction :



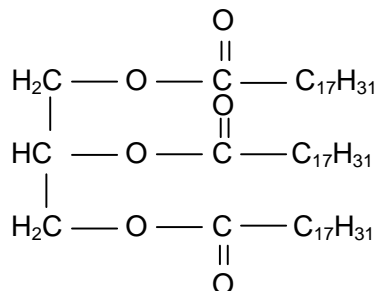
trilinoléate de glycéryle

méthanol

glycérol

Diester

1.1. Entourer et nommer les fonctions caractéristiques de la molécule de trilinoléate de glycéryle



1.2. On veut synthétiser le Diester à partir d'un litre d'huile de colza en respectant les proportions stœchiométriques indiquées par l'équation.

1.2.1. Déterminer la quantité de matière de trilinoléate de glycéryle contenue dans un litre d'huile de colza.

1.2.2. Compléter le tableau descriptif de l'avancement de la transformation

Équation		$\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6 + 3 \text{CH}_3\text{OH} = \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 + 3 \text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$			
	Avancement	Quantités de matière en moles			
État initial	$x = 0$				
État intermédiaire (mol)	x				
État final (mol)	x_{max}				

1.2.3. En déduire :

- La quantité de matière puis le volume de méthanol à utiliser.
- La masse de Diester obtenue.

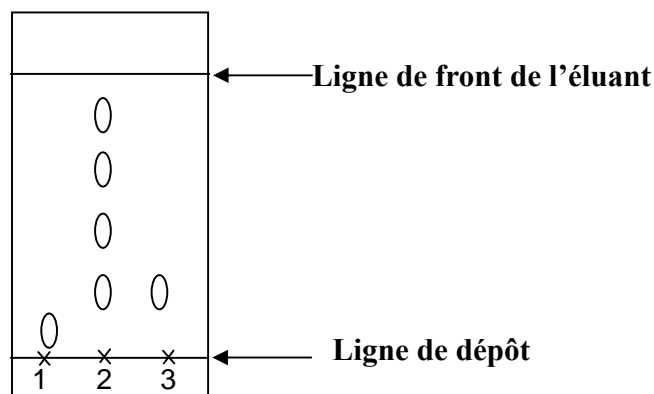
2. Étude d'un gazole

2.1. Chromatographie du gazole

Pour vérifier la présence de Diester introduit dans un gazole, on réalise une chromatographie sur couche mince en utilisant un éluant approprié. Après révélation, on obtient le chromatogramme de la page suivante :

Quelles conclusions peut-on tirer de ce chromatogramme ?

- Dépôts :
- 1 : trilinoléate de glycéryle
 - 2 : gazole prélevé dans le réservoir
 - 3 : Diester



2.2. Détermination de la teneur en Diester du gazole.

Pour déterminer la teneur en biocarburant du gazole, on réalise dans un premier temps **la saponification du Diester**. On prélève une masse $m = 1,00 \text{ g}$ de gazole que l'on introduit dans un ballon. On ajoute alors un volume $v = 20,0 \text{ mL}$ d'éthanol et un volume $v_b = 25,0 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de potassium ($\text{K}^+ + \text{HO}^-$) de concentration molaire $c_b = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Dans ces proportions, l'hydroxyde de potassium est en excès. On adapte sur le ballon un réfrigérant et on porte le mélange à ébullition douce sous agitation et sous hotte pendant une heure.

Remarque 1 : L'éthanol sert à homogénéiser le mélange, favorisant ainsi les contacts entre les réactifs.

Remarque 2 : On admettra que les transformations se produisant en présence d'éthanol gardent les mêmes propriétés qu'en solution aqueuse.

2.2.1. Donner l'équation de la réaction de saponification se produisant entre le Diester et les ions hydroxyde.

2.2.2. Quelles sont les caractéristiques de cette transformation ?

2.2.3. Calculer la quantité initiale, notée $n(\text{HO}^-)_i$, en ions hydroxyde introduite.

Dans un deuxième temps, on dose les ions hydroxyde présents dans le ballon à la fin du chauffage par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration en soluté apporté $c_a = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. L'indicateur coloré utilisé est de la phénolphtaléine et on observe son changement de couleur pour un volume d'acide versé $v_{aE} = 14,8 \text{ mL}$.

2.2.4. Donner l'équation de la réaction support du titrage.

2.2.5. Déterminer la quantité de matière, notée $n(\text{HO}^-)_r$, d'ions hydroxyde restants dans le ballon à la fin du chauffage et dosée par l'acide chlorhydrique. (On pourra ou non s'aider d'un tableau d'avancement).

2.2.6. La quantité notée $n(\text{HO}^-)_c$, en ions hydroxyde consommés par la réaction de saponification est donnée par la relation : $n(\text{HO}^-)_c = n(\text{HO}^-)_i - n(\text{HO}^-)_r$. Calculer $n(\text{HO}^-)_c$.

2.2.7. En raisonnant à partir de l'équation proposée à la question 2.2.1., déterminer alors la quantité de matière de Diester présente dans le prélèvement de gazole.

2.2.8. En déduire :

- La masse de Diester contenue dans le prélèvement.
- La teneur (ou pourcentage massique) en Diester de ce gazole.

SUJET 10

Exercice 1 : PHENOMENES DE DIFFRACTION ET D'INTERFERENCE
Exercice 2 : IDENTIFICATION DE MOLECULES PAR SPECTROSCOPIE
Exercice 3 : CHAMPS ELECTRIQUE

Exercice 1 : PHENOMENES DE DIFFRACTION ET D'INTERFERENCE

Cet exercice décrit **trois expériences** utilisant une lumière de couleur rouge, émise par un laser, de longueur d'onde dans le vide λ .

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

On place perpendiculairement au faisceau lumineux et à quelques centimètres du laser, une fente fine et horizontale de largeur a . Un écran situé à une distance D de la fente, montre des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale plus lumineuse que les autres, est la plus large (**voir figure 1**)

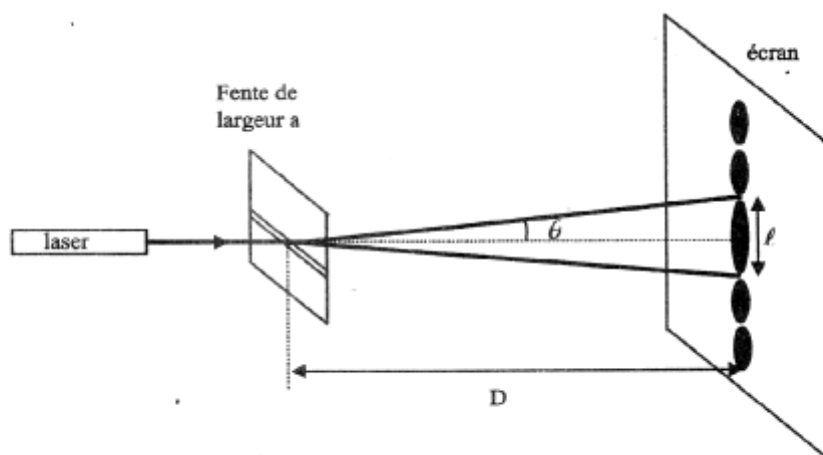


FIGURE N° 1

1.1. Quel phénomène subit la lumière émise par le laser dans cette expérience ? Que peut-on en conclure par analogie avec les ondes mécaniques ?

1.2. L'angle θ (de la figure 1) est donné par la relation :

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad (\text{relation (1)})$$

1.2.1. Que représente cet angle ?

1.2.2. Préciser les unités de chaque terme intervenant dans cette relation.

1.2.3. Comment évolue la largeur de la tache centrale lorsqu'on réduit la largeur de la fente ?

1.3. Exprimer θ en fonction de la largeur ℓ de la tache centrale et de la distance D (relation (2)). L'angle θ étant faible, on pourra utiliser l'approximation $\tan\theta \approx \theta$.

1.4. En utilisant les relations (1) et (2), montrer que la largeur a de la fente s'exprime par le relation :

$$a = \frac{2 \cdot \lambda \cdot D}{\ell}. \text{ Calculer } a.$$

On donne : $\ell = 38 \text{ mm}$ et $D = 3,00 \text{ m}$. $\lambda = 633 \text{ nm}$

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

On utilise dans cette expérience, comme milieu dispersif, un prisme en verre d'indice de réfraction n (voir figure 2).

On dirige, suivant une incidence donnée, le faisceau laser vers l'une des faces du prisme placé dans l'air. On observe que ce faisceau est dévié. Un écran placé derrière le prisme montre un point lumineux de même couleur (rouge) que le faisceau incident.

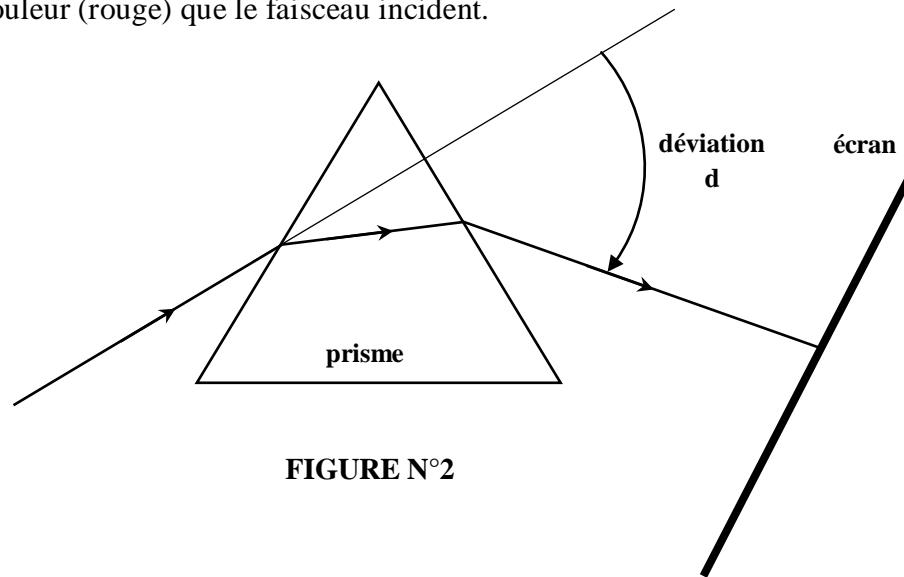


FIGURE N°2

- 2.1. Quelle est la nature de la lumière émise par le laser ? Justifier votre réponse.
- 2.2. La célérité de la lumière dans le vide est $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
 - 2.2.1. Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ de l'onde émise par le laser, sa fréquence ν et sa célérité c . Calculer ν .
 - 2.2.2. La valeur de ν varie-t-elle lorsque cette onde change de milieu de propagation ?
- 2.3. Donner les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible et les couleurs correspondantes. Situer les domaines des rayonnements ultraviolets et infrarouges par rapport au domaine du spectre visible.
- 2.4. L'indice de réfraction du verre pour la fréquence ν de l'onde utilisée est $n = 1,61$.
 - 2.4.1. Pourquoi précise-t-on la fréquence ν de l'onde lorsqu'on donne la valeur de n ?
 - 2.4.2. Calculer la longueur d'onde λ' de cette onde dans le verre.

On remplace la lumière du laser par une lumière blanche (figure 3).

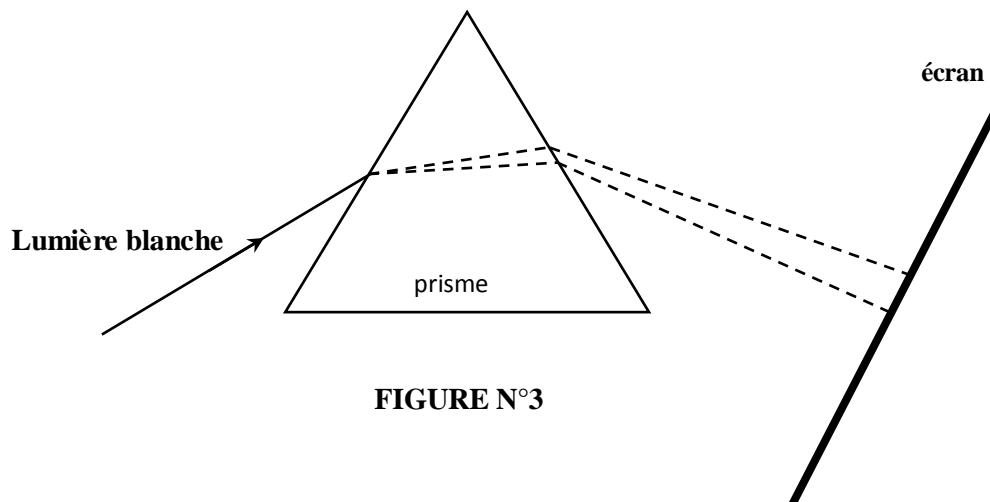


FIGURE N°3

2.5. Qu'observe-t-on sur l'écran ?

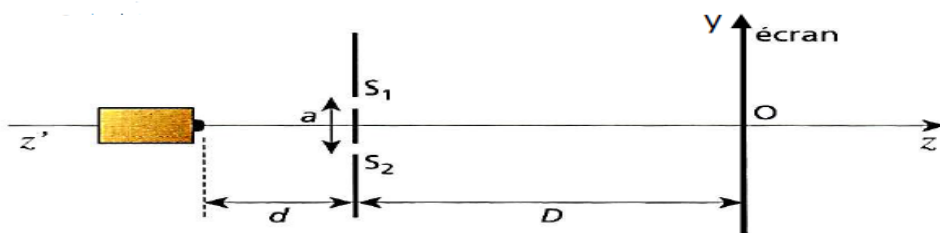
2.6. Les traits en pointillé (**figure 3**) correspondent aux trajets de deux rayons lumineux de couleurs respectives rouge et bleu. Tracer, en les identifiant clairement, ces deux rayons. On rappelle que la déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue.

On donne : $\lambda = 633 \text{ nm}$

TROISIÈME EXPÉRIENCE

Un dispositif à fentes d'Young est utilisé pour réaliser des interférences lumineuses à partir de la lumière rouge d'un laser S du lycée, de longueur dans le vide $\lambda = 650 \text{ nm}$ (voir **fig 1 ci-dessous**). Les deux fentes S_1 et S_2 , de même largeur et séparées de a , sont placées à la distance $d = 20 \text{ cm}$ de la source. On observe alternativement des **franges sombres et brillantes** sur un écran situé à une distance $D = 1,4 \text{ m}$ des fentes.

Figure 1



1. Quel est l'intérêt d'utiliser des fentes d'Young pour observer les interférences lumineuses ?
2. Quelle est la condition sur la différence de marche pour que les interférences soient constructives ? destructives ?
3. Le point O, au centre de l'écran, est-il sur une frange sombre ou brillante? Justifier votre réponse.
4. On cherche à connaître les paramètres dont peut dépendre l'interfrange i (nature de la source, distances a , d , D) et à en donner une expression parmi les propositions suivantes :

(1) $\frac{\lambda \cdot D}{a}$; (2) $\lambda \cdot D^2$; (3) $\frac{D \cdot a}{\lambda}$; (4) $\frac{\lambda \cdot a}{D}$; (5) $\frac{\lambda \cdot d}{a}$

- a. Que représente l'interfrange i ?
- b. Par une analyse dimensionnelle, éliminer l'une des propositions.
- c. En réalisant plusieurs expériences, où l'on fait varier un seul paramètre en laissant les autres identiques, on effectue les constatations suivantes :
 - l'utilisation d'un laser vert (à la place du laser rouge) montre que l'interfrange diminue.
 - si on éloigne l'écran, l'interfrange augmente.
 - la position du laser S sur l'axe zz' ne modifie pas l'interfrange.
 - les deux fentes étant rapprochées de l'axe, les franges s'écartent les unes des autres.

Pour chaque constatation, indiquer les relations (**1 à 5**) qui ne sont pas compatibles avec les résultats expérimentaux en justifiant le raisonnement. En déduire l'expression correcte de l'interfrange i .

5. Avec une distance $D = 1,4 \text{ m}$ et le laser rouge, la figure d'interférence obtenue est représentée ci-dessous (fig 2).

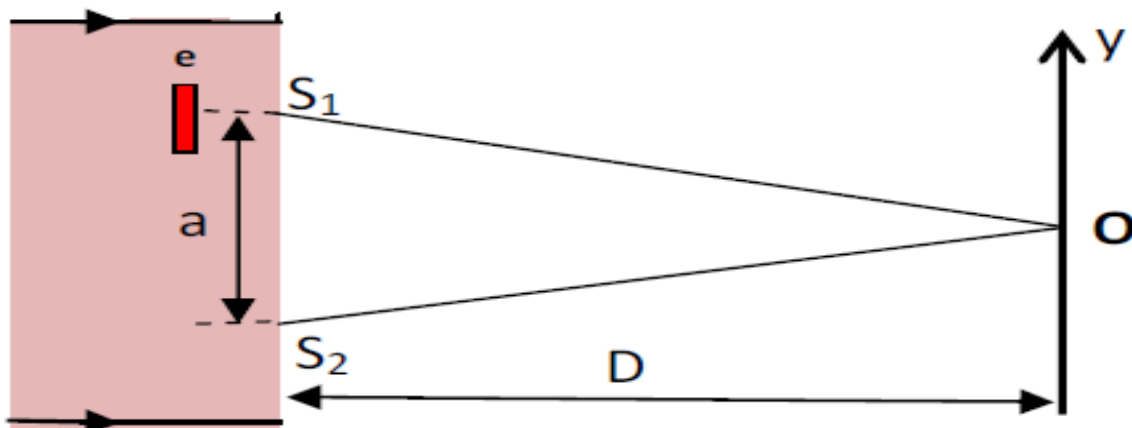
Fig 2 : figure observée sur l'écran d'observation :



Echelle : réelle

1 cm sur l'image représente 1 cm sur l'écran

- a. A l'aide de la figure d'interférence, déterminer i avec le plus de précision possible et en déduire la valeur expérimentale de a .
 - b. Comparer, en calculant l'écart relatif, avec la valeur théorique $a = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ (valeur que vous utiliserez dans la suite de l'exercice).
6. La position d'un point M sur l'écran est repérée par sa distance y au point O. Pour ce point, la différence de marche entre les deux ondes s'écrit $\delta = \frac{a \cdot y}{D}$. Qu'observe-t-on sur l'écran au point P distant du point O de $y_M = 9,1 \text{ mm}$?
7. On dispose maintenant sur le trajet des rayons issus du laser S et arrivant en S_1 , et perpendiculaire à eux, un film de polyéthylène téréphtalate, assimilable à une lame à face parallèles d'indice de réfraction $n = 1,61$ et d'épaisseur $e = 0,90 \text{ mm}$.

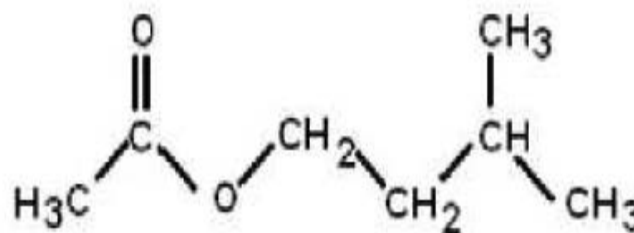


- a. Les trajets optiques $[S-S_1-O]$ et $[S-S_2-O]$ sont-ils encore égaux ? Lequel est le plus long ?
- b. Le point O' de l'écran pour lequel la différence de marche $d' = [S-S_1-O] - [S-S_2-O] = 0$ est-il situé au dessus ou au-dessous de point O ? Justifier.
- c. La différence de marche du point O' à la position y' devient $\delta' = \frac{a \cdot y'}{D} - (n - n_{air}) \cdot e$. Calculer la position y' du point O' et indiquer l'effet produit sur la figure d'interférence par l'interposition du film de matière plastique. On donne $n_{air} = 1,00$.

Exercice 2 : IDENTIFICATION DE MOLECULES PAR SPECTROSCOPIE

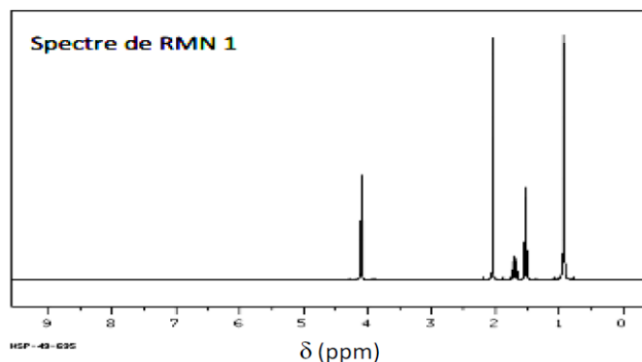
L'éthanoate de 3-méthylbutyle (ou acétate d'isoamyle) a une odeur fruitée de banane très caractéristique. Il est utilisé en cosmétique et comme arôme dans l'industrie alimentaire.

On donne ci-contre sa formule semi développée :



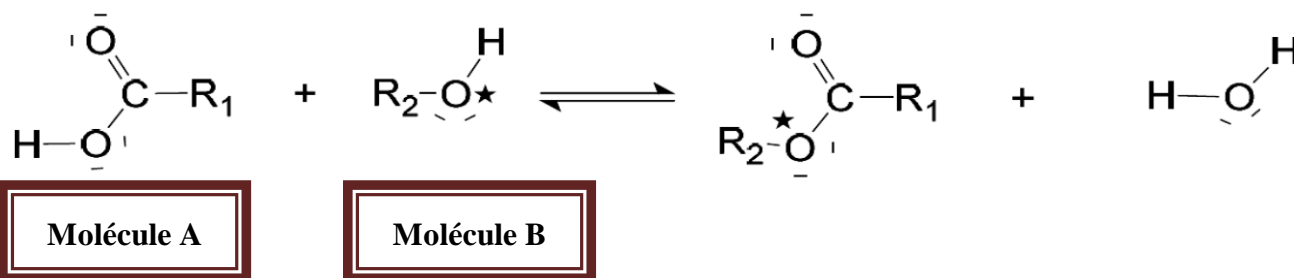
I - Spectre RMN de l'éthanoate de 3-méthylbutyle

1. Donner le nom de la fonction (ou famille) chimique présente dans la molécule de l'arôme de banane ?
2. Donner sa représentation topologique.
3. Indiquer le nombre de groupes de protons équivalents que possède la molécule d'éthanoate de 3-méthylbutyle ? Recopier la formule semi-développée de la molécule et les identifier en utilisant des couleurs différentes.
- 4) Le spectre de **RMN 1** ci-contre présente les signaux suivants :
 - 2 pics vers 0,9 ppm ;
 - un massif à 4 pics vers 1,5 ppm ;
 - un massif à 9 pics, nonuplet, vers 1,65 ppm;
 - 1 pic vers 2 ppm ;
 - 3 pics vers 4,1 ppm
 - a. Comment se nomme la grandeur δ ? Quelle est la signification de la notation « ppm » ?
 - b. Attribuer un signal en RMN à chaque groupe de protons équivalents établis à la question 3) et justifier sa multiplicité pour chacun des signaux.



II – Identification de l'acide e de l'alcool

La molécule d'éthanoate de 3-méthylbutyle peut être synthétisée en faisant réagir un acide carboxylique (**molécule A**) avec un alcool (**molécule B**).

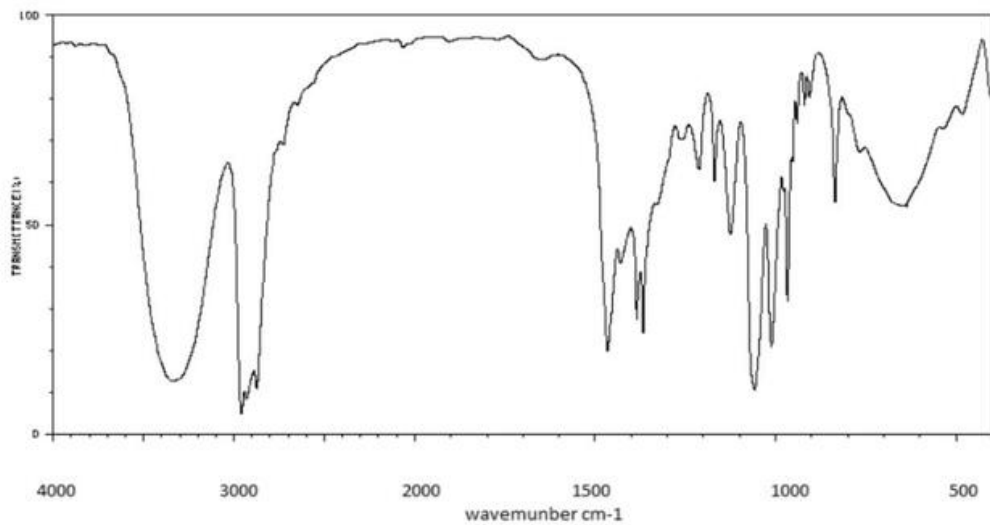


1) Etude des spectres infrarouge des réactifs et produit.

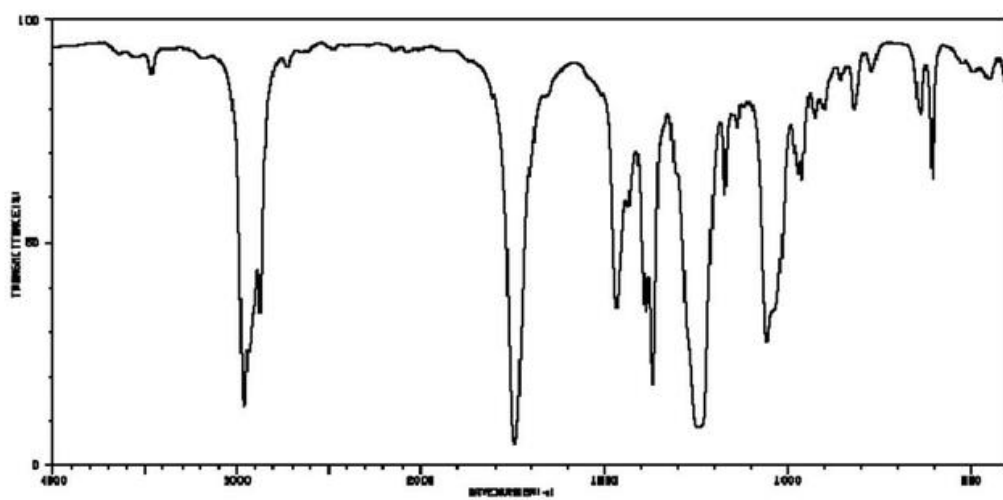
Les documents donnés présentent les spectres IR de la page suivante des composés A et B, et de l'éthanoate de 3-méthylbutyle.

Les radiations infrarouges exploitées en chimie organique s'étendent de 600 cm^{-1} à 4000 cm^{-1} .

- a. Dans quel domaine de longueur d'onde (en mm) travaille-t-on en spectroscopie IR ?
- b. Identifier sur la page suivante les spectres IR des molécules A et B et de l'éthanoate de 3-méthylbutyle.
- c. Entourez la ou les bande(s) ayant permis l'identification de la molécule et préciser la liaison correspondante.

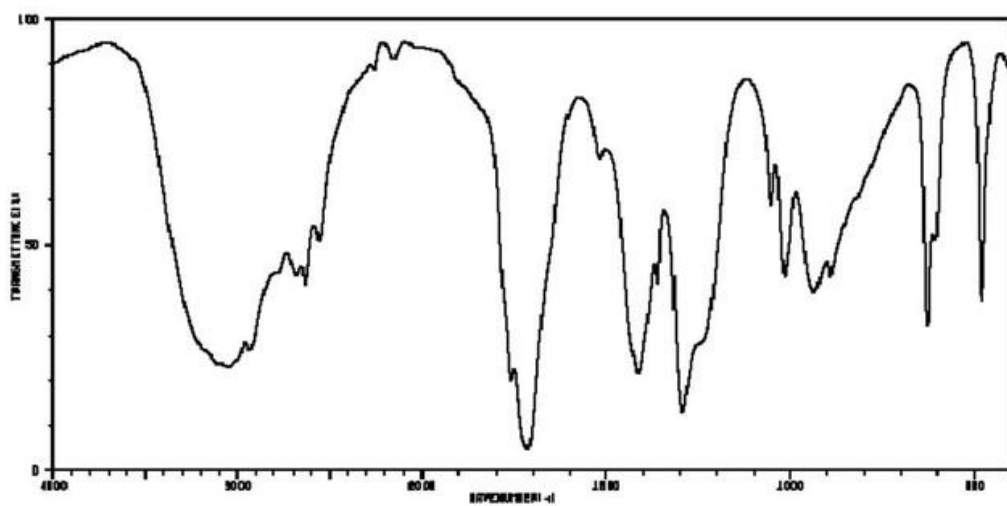


Spectre IR 1:



Spectre IR 2:

--



Spectre IR 3:

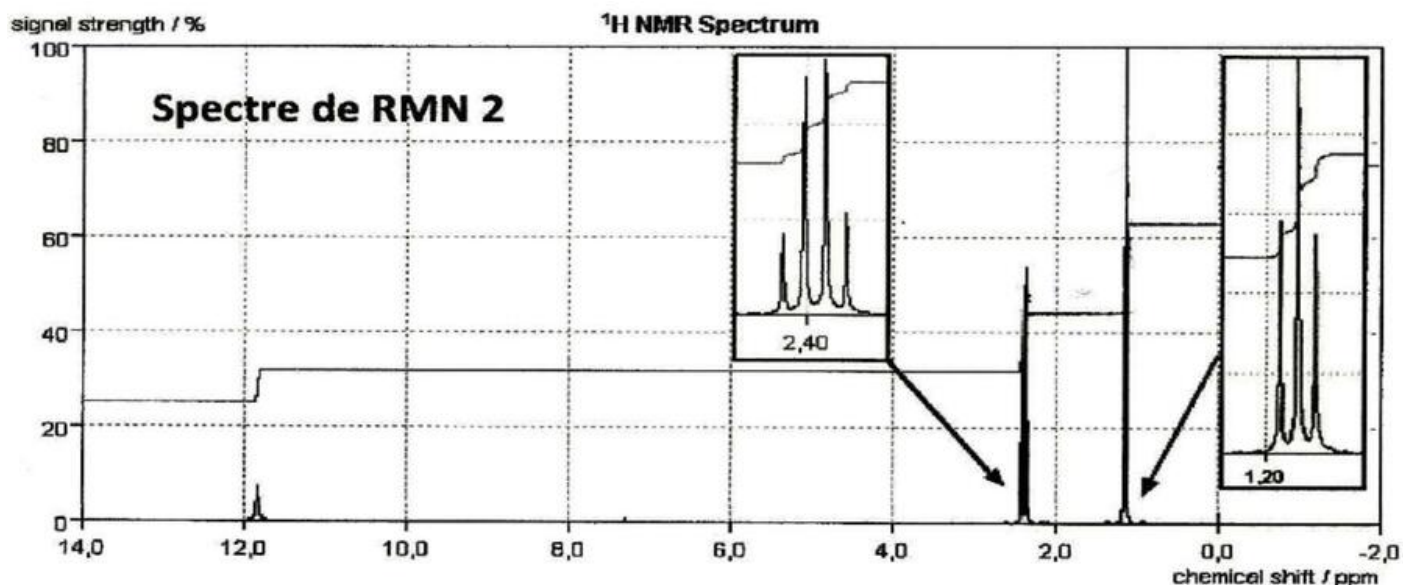
2) Le réactif B.

- Rappeler le nom du groupe caractéristique présent dans le réactif B.
- En utilisant l'équation de la réaction ci-dessus, nommer et donner la formule semi-développée de l'alcool conduisant à la formation de l'éthanoate de -3-méthylbutyle.

3) Le réactif A.

Le réactif A a pour formule brute $C_2H_4O_2$.

- Déterminer la formule semi-développée ainsi que le nom de la molécule A.
- Un élève pense avoir reconnu dans son livre le spectre RMN du réactif A (voir spectre RMN 2 ci-dessous). Expliquer simplement pourquoi ce spectre ne peut pas être celui du réactif A.
- Représenter sur votre cahier l'allure du spectre RMN de la molécule A ainsi que l'allure de la courbe d'intégration. On considérera qu'un proton provoque un saut de 5 mm pour la courbe d'intégration.



Les deux signaux présentant une multiplicité supérieure à 1 sont « zoomés ».

Exercice 3 : CHAMPS ELECTRIQUE

A. Champ électrique créé par une charge ponctuelle.

Une charge électrique ponctuelle de valeur : $q = -1,0 \mu\text{C}$ est placée en un point O de l'espace.

1. Cette charge crée un champ électrique \vec{E} . Représenter sur un schéma quelques lignes de champ.
2. O est l'origine d'un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) . On considère, dans ce repère le point A de coordonnées : $x_A = 5,0 \text{ cm}$; $y_A = 0,0 \text{ cm}$.
 - a. Donner l'expression vectorielle du champ électrique \vec{E}_A créé par la charge q au point A .
 - b. Calculer sa valeur et le représenter, à une échelle que l'on précisera.
3. On place maintenant en A une charge électrique ponctuelle : $q_A = +2,0 \mu\text{C}$. Quelles sont les caractéristiques (direction, sens et valeur) de l'action subie par q_A ?

B. Champ électrique uniforme.

On considère maintenant le dispositif figuré sur le schéma 2 ci-contre.

C est un corps conducteur très léger suspendu au bout d'un fil isolant.

On relie les plaques A et B aux bornes d'un générateur de tension continue, la plaque B étant reliée au pôle positif du générateur.

1°) a) Entre les deux plaques règne alors un champ électrique. Représenter sur un schéma quelques lignes de champ.

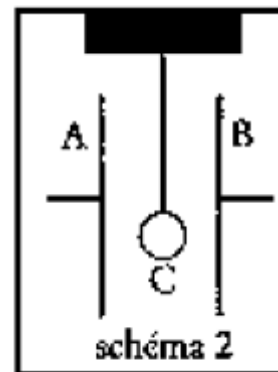
b) On donne la tension entre les deux plaques : $U_{AB} = 1,0 \text{ kV}$ et la distance entre les deux plaques : $d = AB = 2,0 \text{ cm}$. Calculer la norme du champ électrique régnant entre les plaques.

2°) Le corps C porte une charge : $Q = -0,50 \mu\text{C}$.

a) À quelle force électrique est-il soumis ? Donner l'expression littérale de la norme de cette force et calculer sa valeur numérique.

b) Décrire qualitativement ce que l'on observe alors, si l'on suppose que les dimensions du dispositif et la valeur de la force électrique permettent le contact de C avec les plaques A et B .

Donnée : $K = 9,0 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$

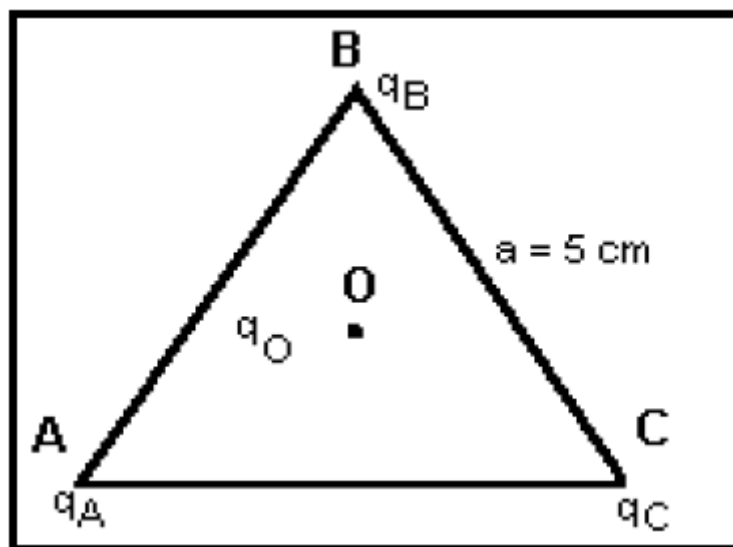


C. Topologie d'un champ électrique

On considère un triangle équilatéral ABC , de côté : $a = 5,0 \text{ cm}$. Aux sommets A , B et C de ce triangle, on dispose des charges électriques ponctuelles, de valeurs respectives : $q_A = -0,50 \mu\text{C}$, $q_B = +1,0 \mu\text{C}$ et

$q_C = -2,0 \mu\text{C}$. Au centre O du triangle, on place une charge test de valeur : $q_O = +1,0 \text{ nC}$.

1. Déterminer les caractéristiques (direction, sens et norme) de la force d'action de A sur O .
2. En déduire les caractéristiques (direction, sens et norme) du champ électrique \vec{E}_A créé par q_A en O .
3. Déterminer les caractéristiques du champ électrique \vec{E}_B créé par q_B en O .
4. Déterminer les caractéristiques du champ électrique \vec{E}_C créé par q_C en O .



SUJET 11

Exercice 1 : LA CIGALE ET LA FOURMIE

Exercice 2 : ULTRASONS, DIFFRACTION & INTERFÉRENCES

Exercice 3 : CHAMPS MAGNETIQUE

Exercice 1 : LA CIGALE ET LA FOURMIE

Les cigales de HOLL-HOLL ayant chanté toute l'année se trouvèrent fort dépourvues quand le bal de fin d'année des Terminales fut venu ! Pas une robe colorée à se mettre sous la dent, forcément ! Les cigales ne sont pas très travailleuses malgré leur beauté relative (ce qui n'est pas forcément un gage d'intelligence...). Les ouvriers fourmis de HOLL-HOLL, ayant travaillé comme des acharnés toute l'année, avaient accumulé nombre de colorants différents qu'ils avaient extraits des fleurs, pour parfaire leurs beaux costumes de fin d'année. Les ouvriers fourmis étaient valeureux et fiers de leur travail, pour lequel ils n'avaient pas hésité à dépenser énergie et courage...

Les colorants qu'ils avaient extraits pour leurs costumes provenaient des Esters, sur différents types de sols, tels terre de bruyère réputée pour son acidité, ou terre calcaire, plutôt basique.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : D'une odeur âcre à une odeur fruitée

Les esters ont souvent une odeur agréable. On les trouve naturellement dans les fruits dont ils sont souvent responsables de l'arôme. La parfumerie et l'industrie alimentaire utilisent aussi les esters et les obtiennent par extraction ou par synthèse.

Ester	Odeur
méthanoate d'éthyle	
méthanoate de butyle	fruitée
éthanoate de méthyle	fruitée
éthanoate de propyle	poire

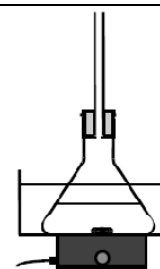
Ester	Odeur
éthanoate de butyle	pomme
éthanoate d'octyle	orange
propanoate d'éthyle	fraise
butanoate d'éthyle	ananas

De tous temps, certains « nez » éduqués ont été capables de distinguer des odeurs très voisines et d'identifier ainsi des esters. De nos jours, les espèces organiques peuvent être identifiées par des méthodes spectroscopiques (infrarouge, résonance magnétique nucléaire, etc.).

Il est relativement aisé de passer d'un produit ayant une odeur âcre, comme l'acide formique, à l'odeur fruitée d'un ester. C'est ce qu'illustre le protocole décrit ci-après de la synthèse d'un ester partir de l'acide formique.

Protocole

Préparer un bain-marie à une température d'environ 50 °C. Sous la hotte, verser dans un erlenmeyer 7,5 mL d'acide formique, puis **18,0 mL** de butan-1-ol, ajouter 3 gouttes d'acide sulfurique concentré. Surmonter l'erlenmeyer contenant le mélange d'un réfrigérant à air, le placer dans le bain-marie et assurer une agitation douce.



L'équation de la réaction de synthèse est : Acide méthanoïque+butan-1-ol=Ester+eau

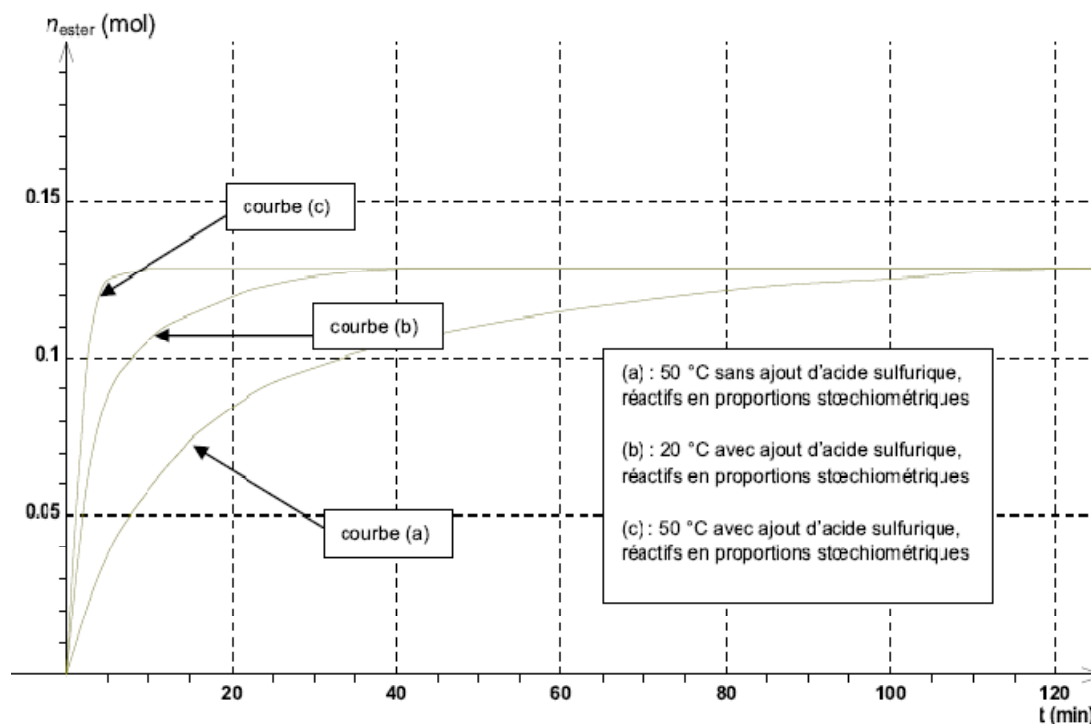
On se propose d'étudier les caractéristiques de la synthèse de l'Ester à partir de l'acide formique puis d'identifier l'ester formé

1. Réaction de synthèse de l'ester

- Recopier l'équation de la réaction de synthèse étudiée en utilisant la formule topologie.
- Encadrer les groupes caractéristiques et nommer l'ester formé.
- Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?
- Pourquoi ajoute-t-on de l'acide sulfurique concentré dans le milieu réactionnel ?

2. Optimisation du protocole de synthèse

- Le mélange de réactifs dans le protocole décrit est-il stœchiométrique ? Justifier
- Pour optimiser cette synthèse, des études expérimentales sont menées dans différentes conditions. La quantité initiale de butan-1-ol utilisée est celle du protocole. Les résultats sont représentés par les graphiques ci-dessous. Identifier la courbe correspondant au protocole décrit. Justifier



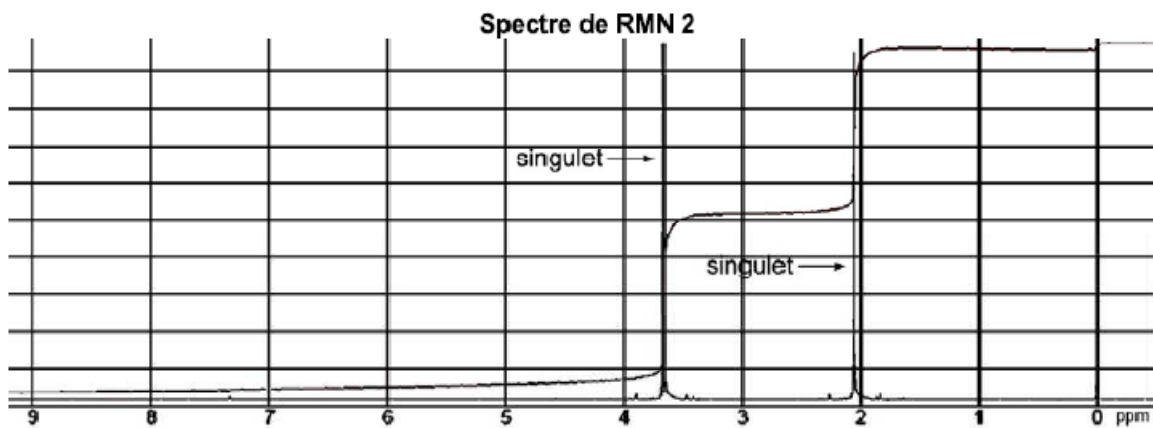
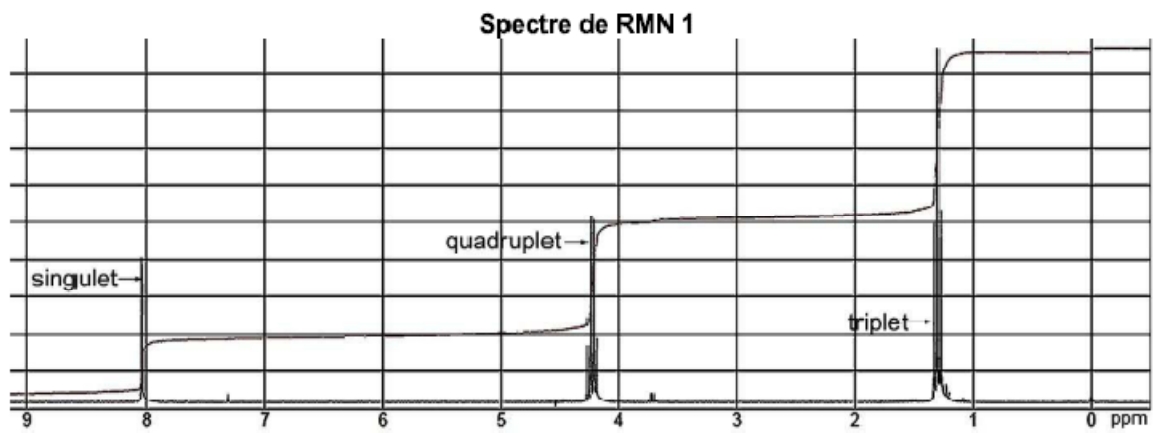
- Déterminer le rendement de la synthèse dans le cas de ce protocole.

3. Identification d'esters

La distinction des esters par l'odeur peut être incertaine, en particulier dans le cas du méthanoate d'éthyle et de l'éthanoate de méthyle.

- Indiquer les formules semi-développée de l'éthanoate de méthyle et du méthanoate d'éthyle.
- La spectroscopie IR permet-elle de distinguer l'éthanoate de méthyle du méthanoate d'éthyle ? Justifier.

c. Associer chacun des spectres du **ci-dessous** à l'ester correspondant. Justifier.



Partie II : A propos de l'acide formique

Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens : leurs mandibules et la projection d'acide formique. Les mandibules servent à immobiliser l'ennemi tandis que l'acide formique brûle la victime. Une fourmi se sentant menacée se dresse sur ses deux pattes arrière et peut projeter sur l'ennemi un jet d'acide formique à plus de 30 centimètres grâce à son abdomen.

L'acide formique (ou acide méthanoïque) soluble dans l'eau a pour formule semi-développée HCOOH. On se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de cet acide.

Données :

- Masses molaires atomiques : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$
- Constante d'acidité à 25°C : $K_A(\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-) = 1,8 \times 10^{-4}$
- Conductivités molaires ioniques à 25°C (conditions de l'expérience) :
 $\lambda (\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ $\lambda (\text{HCOO}^-) = 5,46 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$

1. Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 100 \text{ mL}$, on introduit une masse m d'acide formique, puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on l'homogénéise. On dispose d'une solution S_0 d'acide formique de concentration molaire $C_0 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.

a) Calculer la masse m .

b) Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide formique en présence d'eau.

c) Compléter le **tableau 1** d'avancement joint en **ci-dessous** correspondant à cette transformation chimique, en fonction de C_0 , V_0 , x_{max} et $x_{\text{éq}}$. On note $x_{\text{éq}}$ l'avancement à l'état d'équilibre et x_{max} l'avancement de la réaction supposée totale.

Équation de la réaction					
État du système	Avancement en mol	Quantité de matière en mol			
État initial	0				
État final (si la transformation était totale)	x_{max}				
État d'équilibre (transformation non totale)	$x_{\text{éq}}$				

d) Exprimer le taux d'avancement final τ en fonction de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ et de C_0 .

e) Donner l'expression du quotient de réaction à l'état d'équilibre $Q_{r, \text{éq}}$. Montrer que ce quotient peut

s'écrire sous la forme :
$$Q_{r, \text{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$$

2. Exprimer la conductivité σ de la solution d'acide formique à l'état d'équilibre en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$.

3. La mesure de la conductivité de la solution S_0 donne $\sigma = 0,05 \text{ S.m}^{-1}$ à 25°C .

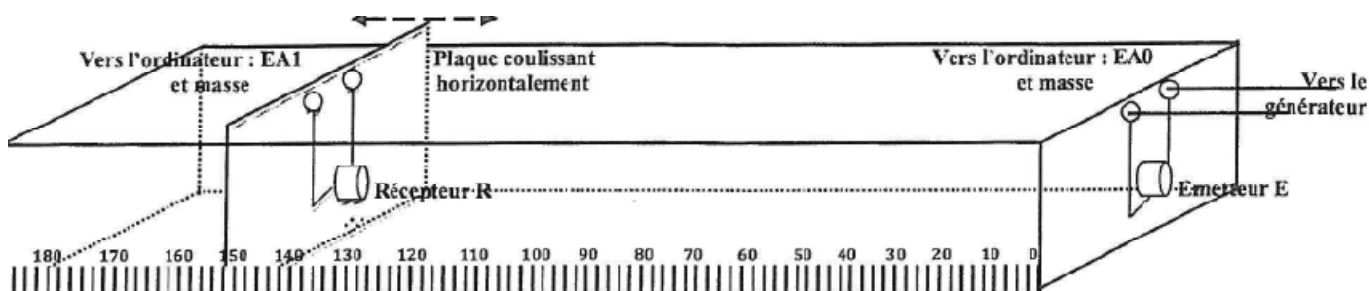
a. En utilisant les relations obtenues précédemment, calculer la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$.

b. Comparer la valeur expérimentale de $Q_{r, \text{éq}}$ avec la valeur de la constante K_A du couple $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$.

Exercice 2 : ULTRASONS, DIFFRACTION & INTERFÉRENCES

A. Première partie : Célérité des Ultrasons

On se propose dans cet exercice de comparer la célérité des ultrasons dans différents milieux. On dispose pour cela d'une boîte transparent étanche, de longueur $L = 1,80 \text{ m}$. Elle peut contenir un liquide. Un émetteur à ultrasons est fixé à une extrémité. Le récepteur est fixé sur une plaque et peut coulisser dans la boîte, le tout de manière étanche. Un dispositif de graduations est fixé sur la boîte et permet de repérer la position du récepteur par rapport à l'émetteur. L'émetteur est placé en face du zéro de la graduation.



1- Caractéristiques générales de l'onde ultrasonore.

Justifier les faits que l'onde ultrasonore est une onde mécanique transversale tridimensionnelle.

2- Comparaison de la célérité dans différents milieux

En réalisant différentes expériences, on arrive à mesurer les retards obtenus entre émetteur et récepteur pour différentes longueurs entre émetteur et récepteur

L (m)	1.60	1.50	1.40	1.20	1.00	0.80	0.60
Retard dans liquide (ms)	1.08	1.00	0.92	0.80	0.66	0.52	0.40
Retard dans l'air (ms)	4.60	4.36	4.06	3.42	2.94	2.28	1.68

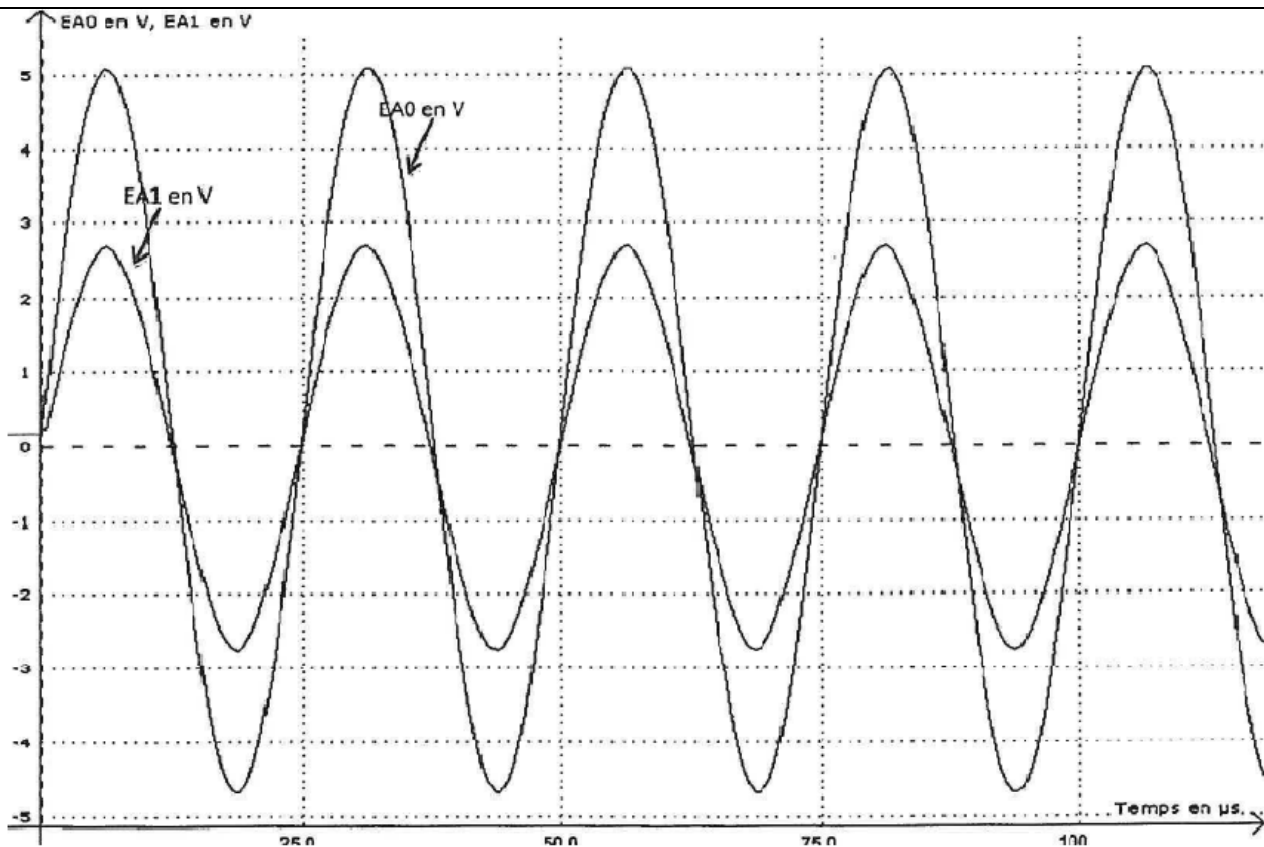
Tracer sur papier millimétré les représentations de L en fonction du retard dans l'air et dans le liquide. Les deux courbes seront tracées sur le même graphique en prenant comme échelle : abscisses 1cm pour 0,20 ms et ordonnées : 1cm pour 0,10 cm.

- Calculer alors, en expliquant votre démarche, les célérités de l'onde dans l'air V_{air} et dans le liquide V_{liq} et conclure.

3- Mesure de longueurs d'onde 20min

- On dit qu'une onde mécanique progressive possède une double périodicité : expliciter ces deux derniers termes.
- Pour mesurer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore, on se place en mode continu à une fréquence de 40000 Hz. Le récepteur est ensuite décalé de manière à ce que les ondes soient toujours en phase **voir la page suivante**
 - A quoi correspond la variation de la position du récepteur par rapport à l'émetteur de manière à obtenir un seul décalage ?
 - Cette mesure est trop imprécise. Le récepteur est donc décalé de manière à obtenir 10 fois le décalage consécutif. On trouve une distance parcourue de 8,5 cm pour 10 décalages consécutifs (courbes en phase à chaque fois). En déduire alors la longueur d'onde de l'onde ultrasonore.

Malheureusement, un ouvrier fourmi peu vertueux dont nous tairons le nom, utilisa le phénomène de diffraction pour indiquer à la grande cigale Clara, l'endroit où les colorants furent stockés par les fourmis.

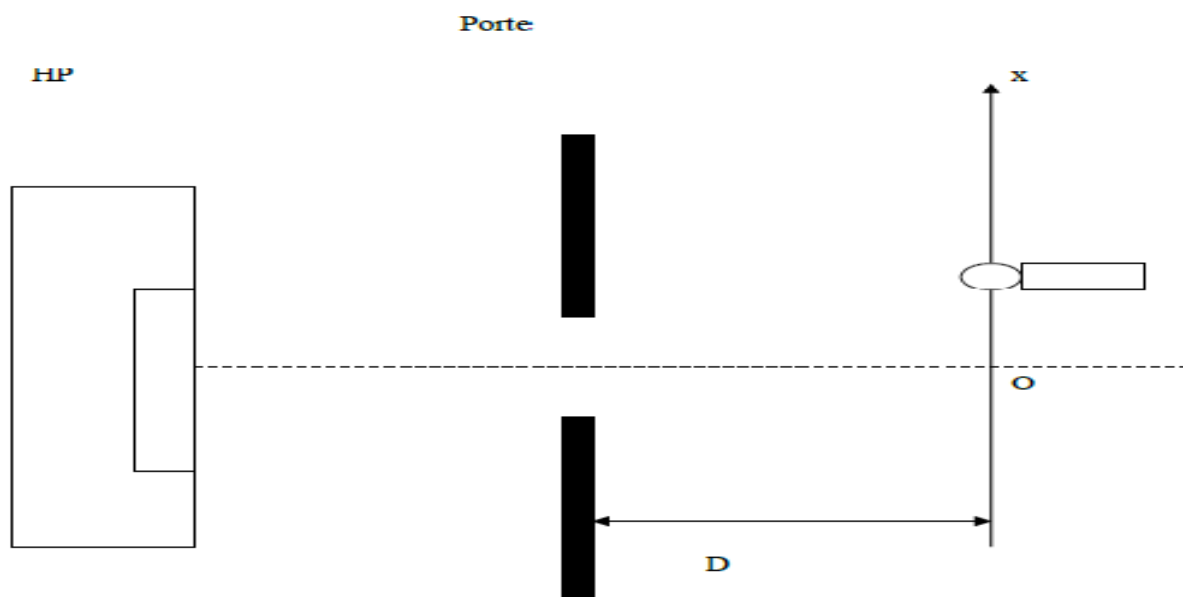


4. Diffraction par une porte

On peut entendre une conversation en se plaçant derrière une porte entrouverte.

Cependant, le son est souvent déformé. L'étude suivante s'intéresse à la diffraction du son à travers l'ouverture. Afin de simplifier l'étude, on étudie le comportement d'une onde sonore à la traversée d'une ouverture selon sa fréquence. Le dispositif est le suivant :

- Un haut-parleur relié à un générateur de tension sinusoïdale et de fréquence variable est placé d'un côté de la porte,
- On place un microphone de l'autre côté à une distance $D=2,0$ m de la porte,
- Ce micro peut être déplacé parallèlement à la porte selon un axe Ox (voir schéma).



On utilise les quatre fréquences suivantes : **500, 5000, 10000 et 15000 Hz.**

Pour chacune des 4 fréquences, on mesure le niveau sonore reçu par le micro et exprimé en Décibels en fonction de sa position x . Pour des raisons de symétrie, on ne mesure que le niveau suivant des positions x positives.

Voici les résultats obtenus :

f= 500 Hz	X (m)	0.00	0.20	0.50	1.00	5.00	7.00	10.00
	L (dB)	50	50	50	50	50	50	50
f= 5000 Hz	X (m)	0.00	0.20	0.50	1.00	1.60	5.00	10.00
	L (dB)	50	50	50	50	45	10	10
f= 10000 Hz	X (m)	0.00	0.20	0.50	0.70	2.00	5.00	10.00
	L (dB)	50	50	47	45	10	10	10
f= 15000 Hz	X (m)	0.00	0.20	0.45	1.00	2.00	5.00	10.00
	L (dB)	50	50	45	10	10	10	10

1. Sur le schéma donné ci-dessus, délimiter les zones de l'espace où le son est correctement audible pour chaque fréquence. (On supposera le son audible si son niveau est supérieur ou égal à 45 dB ; un rapporteur est disponible à la fin du sujet et on adoptera une échelle adéquate)
2. Déterminer pour chaque fréquence l'angle α **écart totale** du cône de diffraction exprimé en radian. Que peut-on en conclure ?
3. Calculer les dimensions de l'ouverture.

4. Franges de Young

On s'intéresse à deux fentes d'Young F_1 et F_2 , chacune de largeur $a=70\mu\text{m}$, éclairées par une source monochromatique de longueur d'onde dans le vide de $\lambda=650\text{nm}$. Les deux fentes sont séparées d'une distance $b=0,25\text{mm}$. Un écran est situé à une distance $D=3\text{m}$ des fentes. L'une des deux fentes d'Young est occultée.

1. Nommer le phénomène observé.
2. Calculer le demi-écart angulaire θ .
3. Calculer la largeur de la tache centrale.

Les deux fentes sont maintenant ouvertes.

4. Nommer le nouveau phénomène observé. Les conditions de sa réalisation sont-elles réunies ?
5. Au centre de la tache centrale dont la longueur n'a pas changé, on observe un trait lumineux intense. Faire un schéma de nouvelle situation.
6. Le phénomène est-il constructif ou destructif ? Pourquoi ?
7. Exprimer la différence de marche en fonction de la célérité c , T , et k .
8. Calculer la valeur de i .
9. Combien y a-t-il d'interférences constructives ?
10. On augmente la valeur de b , comment évoluera la figure obtenue ?
11. On augmente la valeur de a , comment évoluera la figure obtenue ?

Exercice 3 : CHAMPS MAGNETIQUE

A | Bobine simple.

On dispose, parallèlement au plan du méridien magnétique, une bobine plate. Au centre **C** de cette bobine, une petite aiguille aimantée, mobile autour d'un axe vertical, se déplace sur un cadran horizontal gradué en degré. En l'absence de courant dans le circuit, l'aiguille se trouve dans le plan du méridien magnétique, en face de la graduation zéro. Lorsque le circuit est parcouru par un courant d'intensité **I**, il crée en son centre **C** un champ magnétique \vec{B} , perpendiculaire au plan du circuit et d'intensité **B**. On observe alors une rotation de l'aiguille qui s'immobilise devant la graduation α .

1. Représenter les vecteurs caractérisant les champs magnétiques qui influencent l'aiguille aimantée. On précisera le sens du courant dans la bobine et la position de l'aiguille aimantée.
2. Exprimer la tangente de l'angle α , en fonction de **B** et de B_h , composante horizontale du champ magnétique terrestre.
3. Quelle est l'allure du champs magnétique \vec{B} provoqué par autour de la bobine plate en fonction de I.
4. On fait varier l'intensité **I** du courant dans le circuit et on mesure α . On obtient les résultats suivants.

I (en A)	2	1,6	1,2	0,8	0,4
α (en degré)	70	65	58	47	28
tan α	2,75	2,14	1,60	1,07	0,532

- a. Tracer, sur papier millimétré, la courbe : $\tan \alpha = f(I)$. Échelles de représentation : **1 cm pour tan $\alpha = 0,2$ et 1 cm pour 0,2 A.**
- b. En déduire la loi numérique qui relie **B** et **I**. Sachant que $B_h = 2 \cdot 10^{-5} \text{T}$

B | Bobine de plate

On prépare une bobine plate de rayon moyen R, parallèlement au plan du méridien magnétique. Au centre C de cette bobine plate, on place une petite aiguille aimantée, mobile autour d'un axe vertical. Elle se déplace au dessus d'un cadran gradué en degrés ce qui permettra de mesurer l'angle α sous lequel sera déviée l'aiguille par rapport au méridien magnétique.

1-Sur un schéma vu de dessus, préciser la direction et le sens des champs magnétiques qui sont appliqués à l'aiguille aimantée.

2-En déduire la relation entre l'angle α , le champ B crée par la bobine et la composante horizontale du champ magnétique terrestre B_h .

3-Donner une relation permettant de trouver I l'intensité du courant sachant qu'au point C le champ s'exprime :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R} \quad \text{où N est le nombre de spires et R le rayon de la bobine.}$$

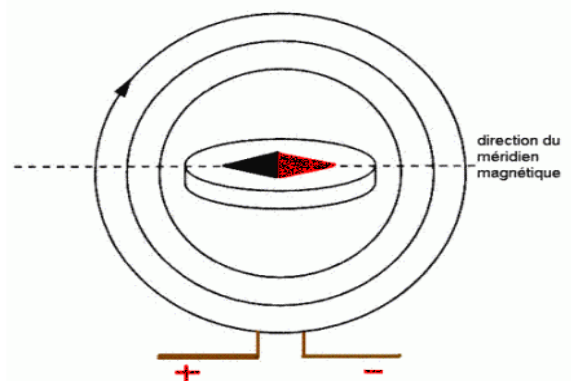
4-En faisant varier l'intensité I du courant on mesure plusieurs déviations α dans le tableau suivant :

I (en A)	2	1,6	1,2	0,8	0,4
α (en °)	70	65	58	47	28

Calculer $\tan \alpha$ puis tracer la courbe $I = f(\tan \alpha)$

En déduire la validité de la relation de B de la question 3-

Données : $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{H} \cdot \text{m}^{-1}$ R = 0,12m $B_h = 2 \cdot 10^{-5} \text{T}$



SUJET 12

Exercice 1 : LE VIN

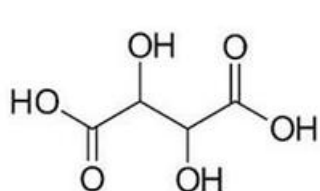
Exercice 2 : LE DIPÔLE RC

Exercice 3 : FORMULE BRUTE D'UN ACIDE GRAS

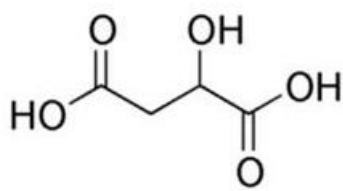
Exercice 1 : LE VIN

La composition chimique du vin est d'une grande complexité : plusieurs centaines de corps chimiques y participent. Ils proviennent directement du raisin ou sont produits au cours de la fermentation alcoolique et des transformations bactériennes. On y trouve de l'eau, de l'éthanol, des acides organiques, du dioxyde de soufre, des sucres, des substances minérales etc....

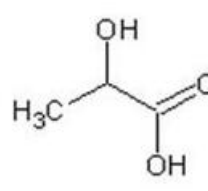
Document 1 : Quelques acides organiques contenus dans le vin à un stade ou un autre de la vinification



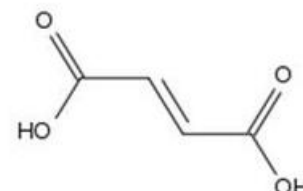
Acide tartrique



Acide malique

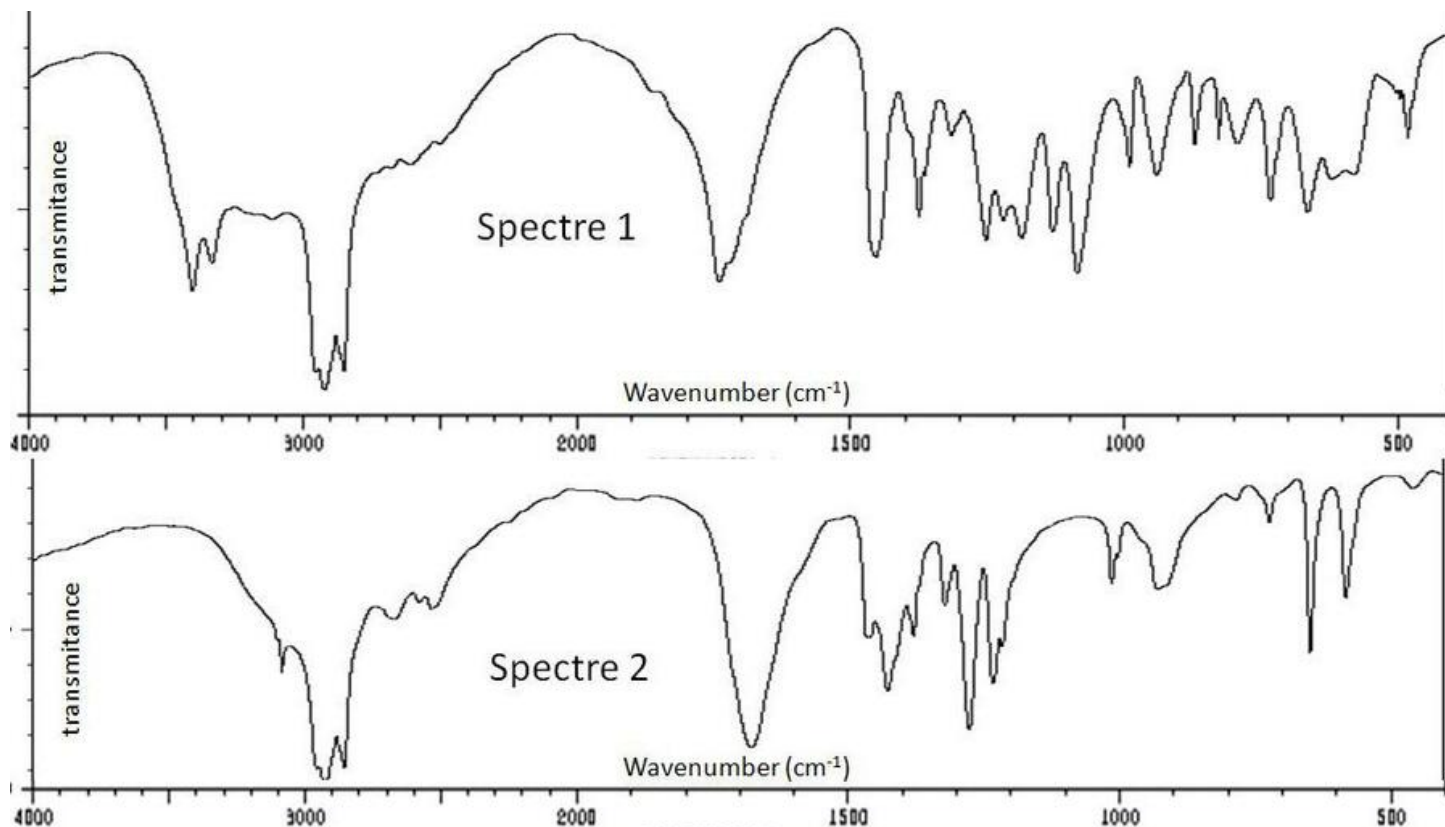


Acide lactique

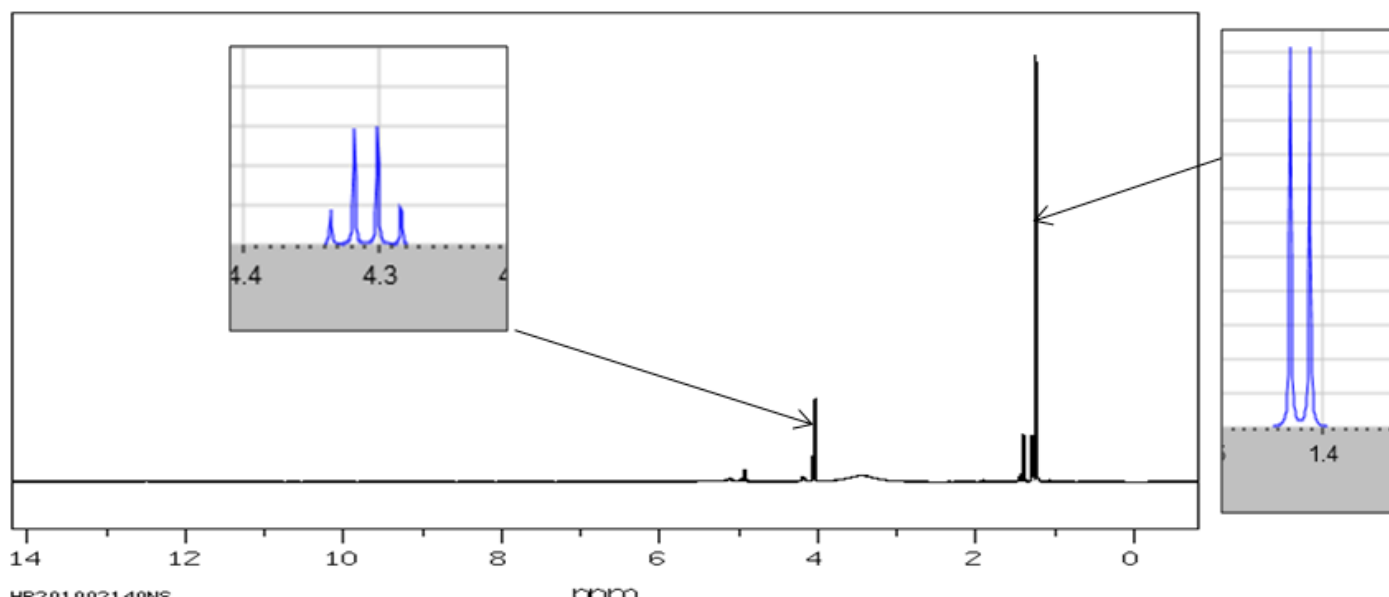


Acide fumarique

Document 2 : spectres infrarouges



Document 3 : spectre RMN



PARTIE A : Les acides carboxyliques du vin.

1. Dessiner les formules semi-développées des acides carboxyliques du document 1 en indiquant et nommant les groupes fonctionnels présents sur chacun d'eux.
2. Donner les formules brutes **des 4 acides** présentés dans le document 1.
3. Identifier parmi les deux spectres IR du document 2, le spectre de l'acide tartrique et celui de l'acide fumarique. Justifier la réponse.
4. Faire correspondre à un des 4 acides le spectre RMN présenté au document 3. Argumenter la réponse.

PARTIE B : L'acidité d'un VIN.

L'acidité d'un vin est due à la présence d'acides organiques, de dioxyde de carbone et de dioxyde de soufre.

1. Dosage du dioxyde de soufre dans un vin blanc

Couples oxydant-réducteur mise en jeu : I_2/I^- et SO_4^{2-}/SO_2

Un laboratoire départemental d'analyse doit déterminer la concentration de dioxyde de soufre $SO_2(aq)$ dans un vin blanc. Un technicien dose ce dernier à l'aide d'une solution aqueuse de diiode aqueux $I_2(aq)$. Pour cela, il introduit dans un erlenmeyer, un volume $V_1 = 20,00 \text{ mL}$ de vin blanc limpide très peu coloré en vert pâle, **4 mL d'acide sulfurique incolore** et **1 mL d'empois d'amidon** également incolore. En présence d'empois d'amidon, le diiode donne à une solution aqueuse une teinte violet foncé, (Les ions iodure I^- , les ions sulfate SO_4^{2-} et le dioxyde de soufre en solution sont incolores.)

La solution titrante, de concentration en diiode $C_2 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est ensuite ajoutée jusqu'à l'équivalence repérée par le changement de couleur du milieu réactionnel. L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume $V_E = 6,28 \text{ mL}$ de solution de diiode.

- a. Ecrire l'équation de la réaction support du dosage.
- b. Comment évolue la couleur du mélange réactionnel à l'équivalence.
- c. Déterminer la concentration molaire C_1 en dioxyde de soufre de ce vin et en déduire que sa concentration massique C_{mexp} en dioxyde de soufre. ($M_{SO_2} = 64.1 \text{ g/mol}$).
- d. Sachant que le règlement européenne impose que la concentration massique en dioxyde de soufre ne doit pas dépasser 210 mg.L^{-1} La concentration massique calculée précédemment est-elle conforme à la réglementation européenne ? Justifier

2- Acidité totale d'un vin

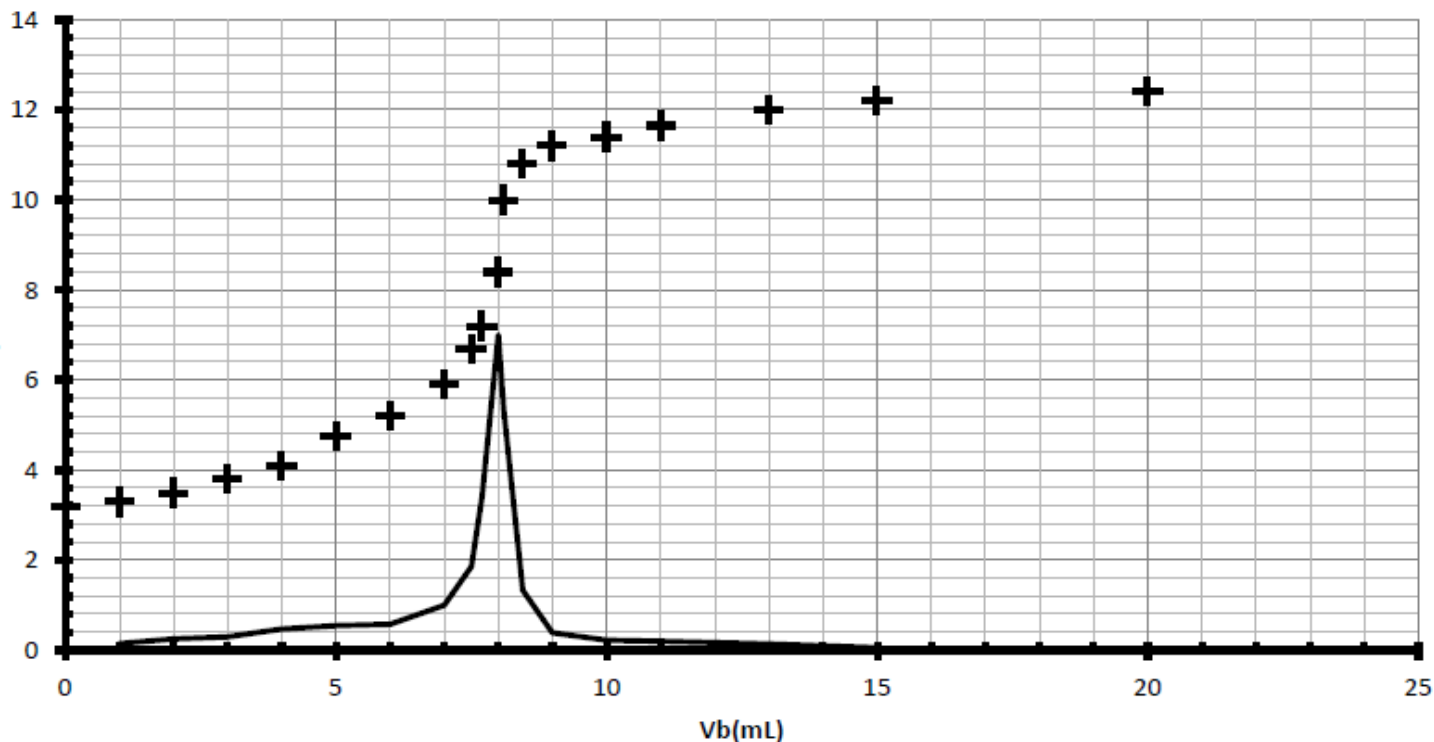
Soit les pK_a de plusieurs couples acide base : Couples du dioxyde de carbone : $pK_a(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-) = 6,4$; $pK_a(\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}) = 10,3$

Couples de l'acide tartrique, noté H_2A : $pK_a(\text{H}_2\text{A}/\text{HA}^-) = 3,0$; $pK_a(\text{HA}^-/\text{A}^{2-}) = 4,4$

- Indiquer les zones de prédominance de chaque espèce chimique sur un axe de pH.
- Donner la définition d'un acide selon Brønsted

On porte à ébullition **20 mL** de vin afin d'éliminer le dioxyde de soufre, puis on élimine le dioxyde de carbone par agitation du vin. On dose ensuite ces **20 mL** de vin par de la soude ($\text{Na}^+ + \text{OH}^-$) de concentration $c_b = 0.050 \text{ mol/L}$. Le dosage est suivi par pH-métrie, on obtient le graphe ci-dessous.

pH = f(Vb)

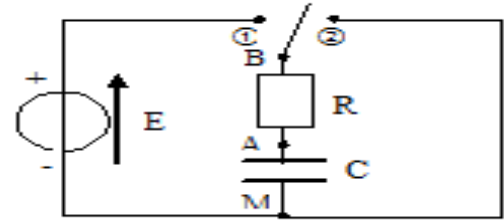


- Montrer que l'équation-bilan du dosage est $\text{AH}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{A}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$.
- Si l'on mettait un pH-mètre dans la solution de soude utilisée, quelle valeur de pH obtiendrait-on ?
- Pour quelle raison a-t-on dégazé et chauffé avant de faire ce dosage ?
- A l'aide du graphique ci-dessus, trouver la valeur du pH à l'équivalence. Quelle est alors l'espèce prédominante parmi les espèces des couples de l'acide tartrique ?
- L'acidité totale** d'un vin se mesure en g/L équivalent d'acide tartrique. Sa détermination se fait en amenant la pH du vin à 7,0 par addition de soude sur un échantillon de vin dont on a extrait le gaz carbonique. Le volume de soude ajouté permettrait de faire réagir une masse d'acide tartrique du vin. Calculer « l'acidité totale » du vin étudié, sachant que **M (acide tartrique) = 150 g/mol**

Exercice 2 : LE DIPÔLE RC

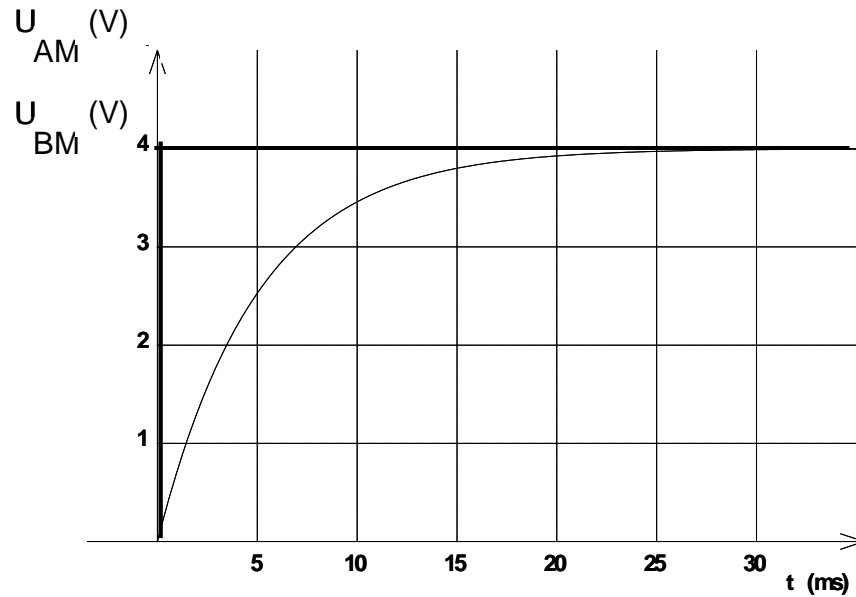
On considère le circuit schématisé ci-contre :

E tension continue réglable C capacité réglable (condensateur initialement déchargé) R résistance réglable



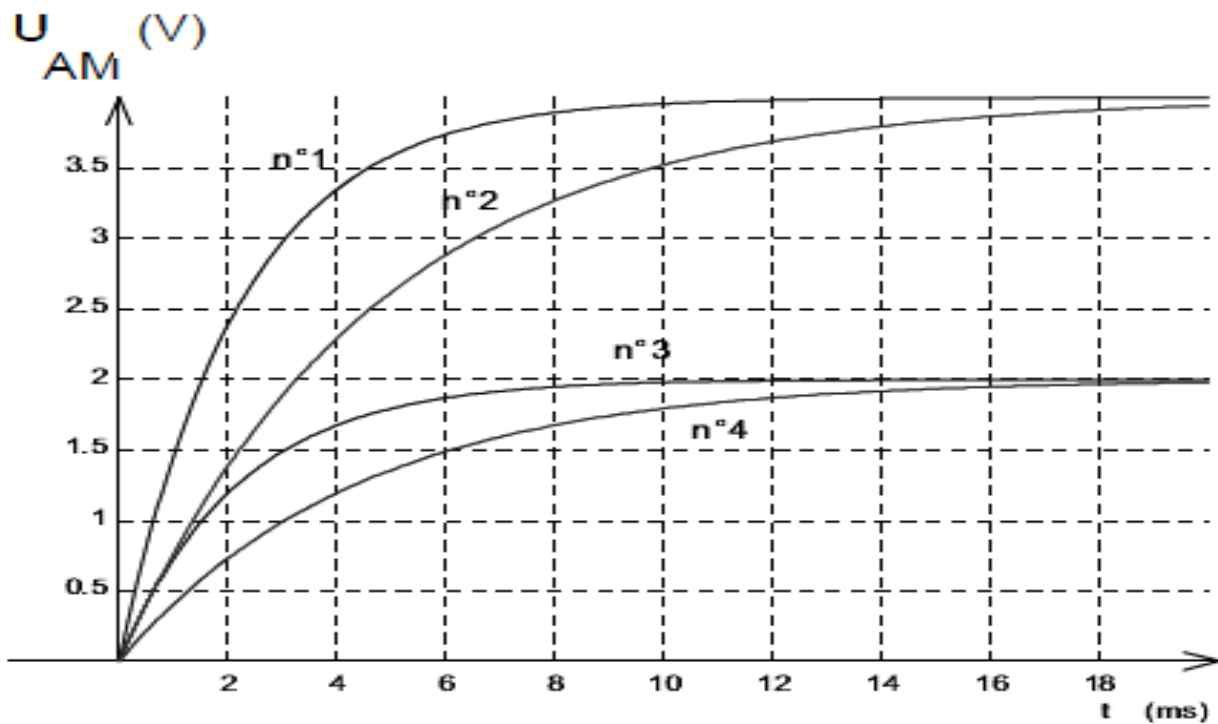
1. Interrupteur en position ①.

L'interrupteur étant fermé à la date $t = 0$, on enregistre l'évolution des tensions u_{AM} et u_{BM} à l'aide d'un système d'acquisition. Lorsque $R = 50 \text{ k}\Omega$ et $E = 4,0 \text{ V}$, on obtient les courbes de la figure ci-dessous



- 1.1. Identifier chacune des courbes en justifiant, et expliquer ce qui se passe au niveau du condensateur.
- 1.2. Déterminer par une méthode que l'on précisera la valeur de la constante de temps τ du dipôle. En déduire la valeur de C.
- 1.3. Déterminer à la date $t = 30 \text{ ms}$:
 - la valeur de l'intensité i dans le circuit
 - la valeur de la charge q_A de l'armature A du condensateur.
 - l'énergie emmagasinée par le condensateur.
- 1.4. Evaluer à partir du graphique la durée nécessaire pour charger complètement le condensateur. Comparer cette valeur à τ .
On renouvelle cette opération successivement avec différentes valeurs de E, C et R, après avoir rapidement déchargé le condensateur avant chaque expérience.
- 1.5. Comment peut-on réaliser très simplement cette décharge rapide ?
- 1.6. Les courbes obtenues sont superposées (voir figure. de la page suivante). Associer les choix des valeurs a, b, c et d (voir tableau) aux courbes n°1, 2, 3 et 4 en justifiant le choix.

Cas	a.	b.	c.	d.
R(k Ω)	10	20	10	10
C(μ F)	0,22	0,22	0,22	0,47
E(V)	4,0	2,0	2,0	4,0



2. Interrupteur en position ②.

Le condensateur étant préalablement chargé dans les conditions de la question A.1., on bascule l'interrupteur en position ② et on enregistre à nouveau u_{AM} .

2.1. Exprimer l'intensité du courant en fonction de u_{AM} .

2.2. Montrer que l'équation différentielle à laquelle obéit u_{AM} s'écrit : $\frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_{AM} = 0$

2.3. Montrer à l'aide de cette équation que RC est homogène à une durée.

2.4. Sachant que $u_{AM} = A \cdot e^{-Bt}$ est solution de cette équation, et déterminer les expressions des grandeurs A et B .

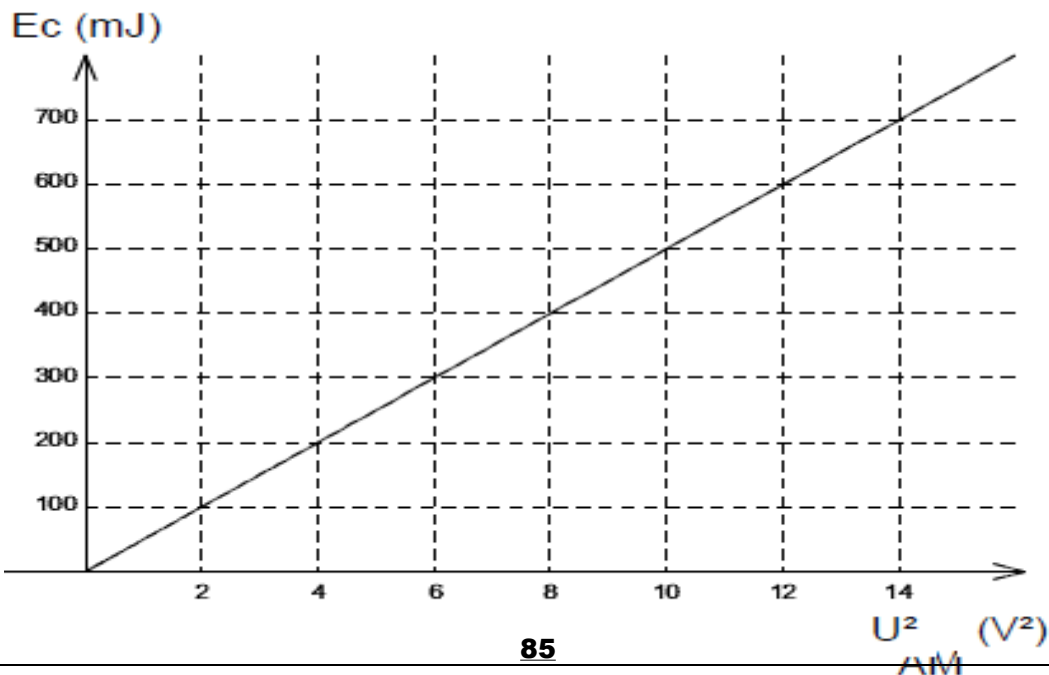
2.5. Quelle est, au cours de la décharge, l'expression E_C de l'énergie du condensateur en fonction du temps ?

2.6. En appelant E_{C0} l'énergie du condensateur à $t = 0$, calculer le rapport E_C/E_{C0} à la date $t = \tau$.

2.7. On réalise le graphique $E_C = f(u_{AM}^2)$. (figure ci-dessous).

2.7.1. Montrer que ce graphique permet de retrouver la valeur de C

2.7.2. Calculer cette valeur à partir du graphique.



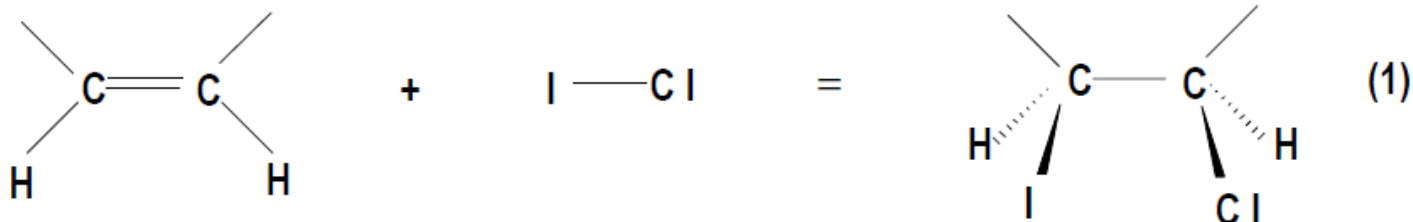
Exercice 3 : FORMULE BRUTE D'UN ACIDE GRAS

L'acide oléique, présent dans certaines huiles, est un acide gras insaturé. Les acides gras insaturés sont des acides carboxyliques contenant plus de 10 atomes de carbone et une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone. Leur formule brute est de la forme $C_nH_{2n+1-2d}COOH$ où d est le nombre de doubles liaisons.

Principe

Pour déterminer le nombre de doubles liaisons d de la molécule d'acide oléique, on utilise la réactivité de la double liaison $C = C$.

Chaque double liaison est le siège d'une transformation modélisée par la réaction d'équation :



Le chlorure d'iode ICl est introduit en excès ; le titrage de cet excès permet ensuite la détermination du nombre de doubles liaisons d dans la molécule. Masse molaire de l'acide oléique : 282 g.mol^{-1}

Protocole opératoire

Étape 1 : Action du chlorure d'iode

- Dans un erlenmeyer, on introduit :
 - $v_{ICl} = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure d'iode de concentration $C_{ICl} = 0,11 \text{ mol.L}^{-1}$;
 - 250 mL de cyclohexane ;
 - $m_2 = 0,20 \text{ g}$ d'acide oléique.
- On bouche et on agite.
- On place à l'obscurité pendant 45 minutes en agitant de temps en temps.

La transformation qui a lieu dans cette étape est modélisée par la réaction d'équation (1).

Étape 2 : Transformation de ICl en excès en diiode

L'excès de chlorure d'iode ne pouvant être dosé facilement, il est transformé intégralement en diiode selon la réaction d'équation : $ICl + I^- = I_2 + Cl^-$ (2)

- On ajoute dans l'erlenmeyer :
 - $20,0 \text{ mL}$ d'une solution d'iodure de potassium ;
 - 100 mL d'eau distillée.
- On agite et on attend quelques minutes dans l'obscurité.

Étape 3 : Titrage du diiode

- Le diiode formé au cours de la deuxième étape est titré par une solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire $C_0 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ en présence d'empois d'amidon selon la réaction d'équation :
 $I_2 + 2 S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2 I^-$ (3)
- On a versé à l'équivalence un volume de solution de thiosulfate de sodium $V_E = 7,6 \text{ mL}$.

1. Exploitation du titrage du diiode par la solution de thiosulfate de sodium

- a. Le titrage mis en œuvre ici est-il direct ou indirect ? Préciser quels éléments, donnés dans le principe, permettent de répondre.
- b. Préciser, en le justifiant, la verrerie utilisée pour prélever :
 - le volume $v_{\text{ICl}} = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure d'iode ;
 - les 250 mL de cyclohexane.
- c. Déterminer la quantité de diiode, $n_{(\text{I}_2)}$, formée au cours de l'étape 2 et titrée dans l'étape 3.
- d. Déterminer la quantité de chlorure d'iode en excès $n_{(\text{ICl})\text{ex}}$.
- e. Déterminer la quantité de chlorure d'iode introduit $n_{(\text{ICl})0}$.
- f. Déterminer la quantité de chlorure d'iode, $n_{(\text{ICl})f}$, fixée par la masse m_2 d'acide oléique.

2. Détermination de la formule brute de l'acide oléique

- a. Déterminer la quantité d'acide oléique, $n_{\text{acide oléique}}$, présente dans la masse m_2 .
- b. En déduire le nombre d de doubles liaisons par molécule d'acide oléique.
- c. Déterminer la formule brute de cet acide insaturé.

SUJET 13

Exercice 1 : RL-RLC

Exercice 2 : ÉTUDE DE L'ACIDE VALÉRIQUE ET DE CERTAINS DE SES DÉRIVÉS

Exercice 3 : LE LACTATE D'ÉTHYLE, UN SOLVANT ORGANIQUE ÉCOLOGIQUE

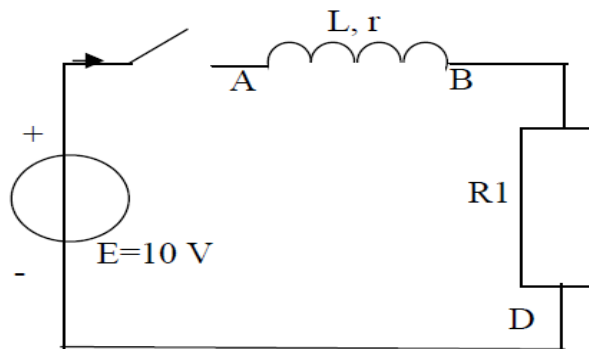
Exercice 1 : RL-RLC

On se propose d'étudier l'établissement du courant au travers d'une bobine lorsque celle-ci est soumise à un échelon de tension et d'en déduire ses caractéristiques : son inductance L et sa résistance r_B . On utilise la grandeur notée τ , appelée constante de temps du circuit, qui est le rapport de l'inductance L de la bobine et de la résistance totale R du circuit.

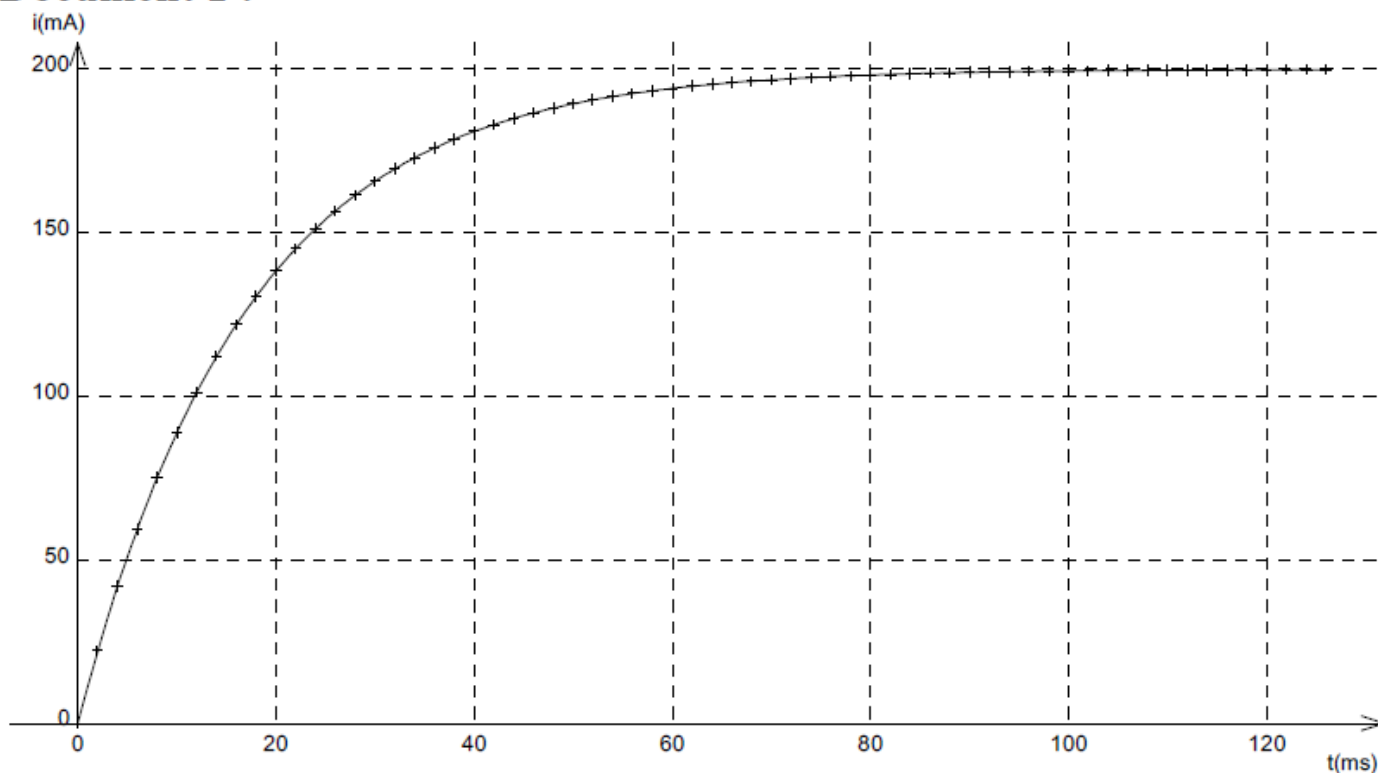
A. Détermination graphique de la valeur de cette constante de temps

Soit le circuit suivant :

Un dispositif non dessiné (capteur d'intensité) permet d'enregistrer l'évolution, en fonction du temps, de l'intensité du courant traversant le circuit. A la date $t = 0$ s, on ferme l'interrupteur. Cette action déclenche la réalisation des mesures ; on obtient le **document 1** ci-dessous :



Document 1 :



1. Etude du régime permanent :

- D'après ce document quelle est la valeur I_p de l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit en régime permanent ?
- Calculer la résistance totale R du circuit.

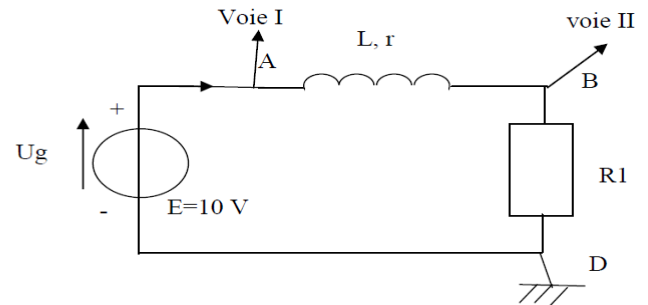
2. On admet que l'évolution temporelle de l'intensité est modélisée par $i(t) = I_p(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

- Déterminer la valeur de la constante de temps τ du circuit, à partir du document 1. Justifier.
- Vérifier que le terme $\frac{L}{R_1 + r_B}$ est homogène à un temps.
- En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

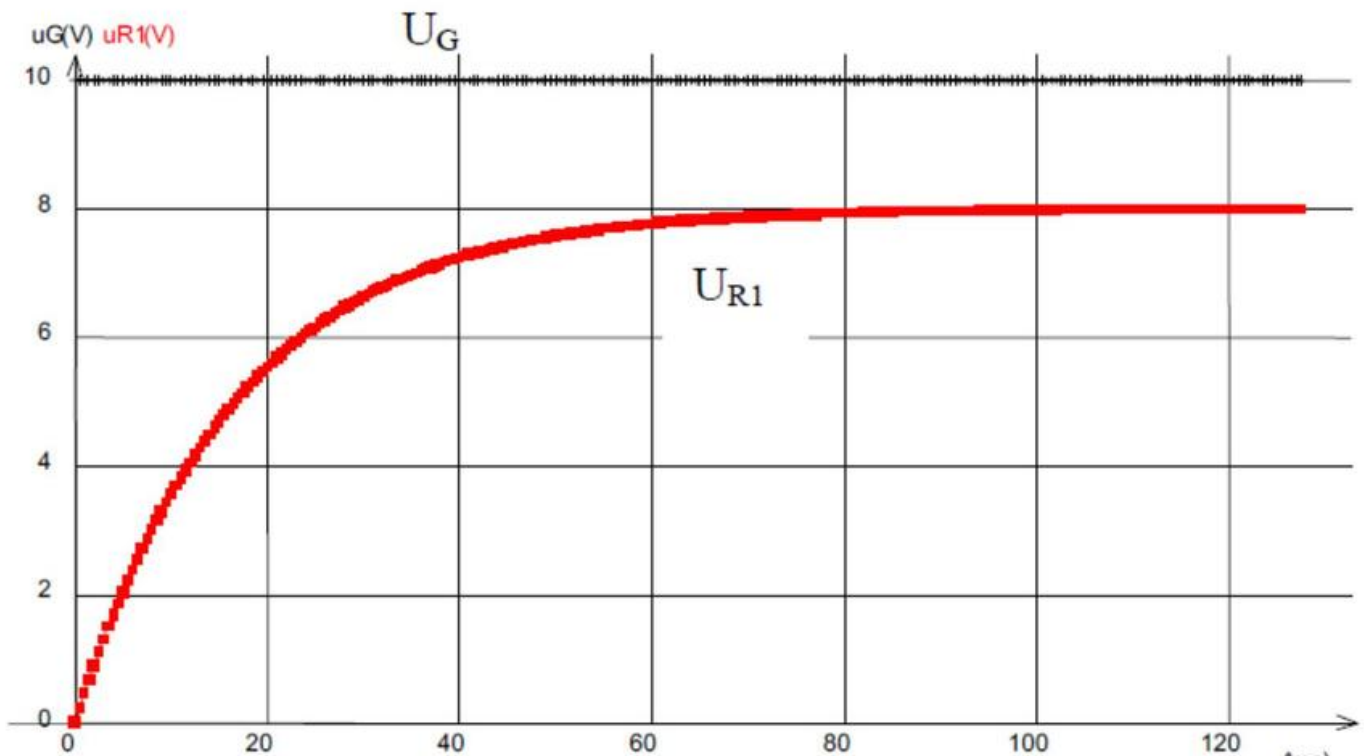
B. Détermination expérimentale de R_1 et r_B

On branche maintenant les 2 voies du dispositif (analogue à un oscilloscope) aux points A et B du circuit comme l'indique le document 2.

Document 2

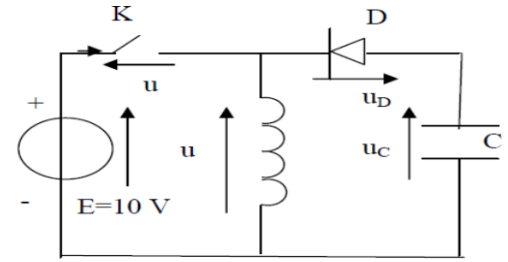


- Nommer les tensions visualisées sur les voies I et II.
- On obtient le document 3 ci-dessous. A partir de ce document déterminer R_1 et r_B en justifiant.



C. Transferts d'énergie

On réalise le circuit suivant avec une bobine $L = 1,0 \text{ H}$ et $r_B = 10 \Omega$, un condensateur de capacité $C = 4\,700 \mu\text{F}$ et une diode supposée parfaite. (Elle laisse passer le courant dans le sens indiqué seulement) ; le condensateur est initialement déchargé; on ferme l'interrupteur K.

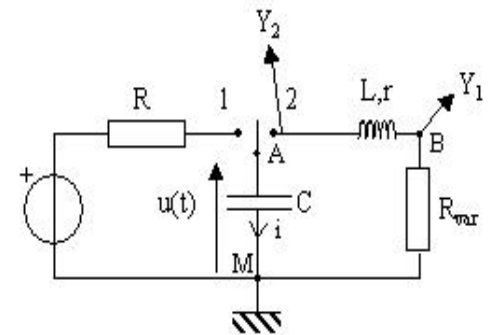


1. Le condensateur peut-il se charger ?
2. En régime permanent déterminer les tensions indiquées sur le schéma.
3. Quelle est l'énergie emmagasinée dans la bobine ?
4. On ouvre K et l'énergie est intégralement transférée dans le condensateur. Quelle est la valeur de la tension u_C ? Quel est son signe. Le condensateur peut-il se décharger ? Justifier.
5. Quelle est la valeur de la tension u_B ? En déduire celle de u_D .
6. On ferme l'interrupteur puis on l'ouvre. On recommence plusieurs fois cette manoeuvre. Que devient la tension aux bornes du condensateur ?

D. Étude du circuit oscillant.

On réalise ensuite le montage correspondant au schéma ci-contre :

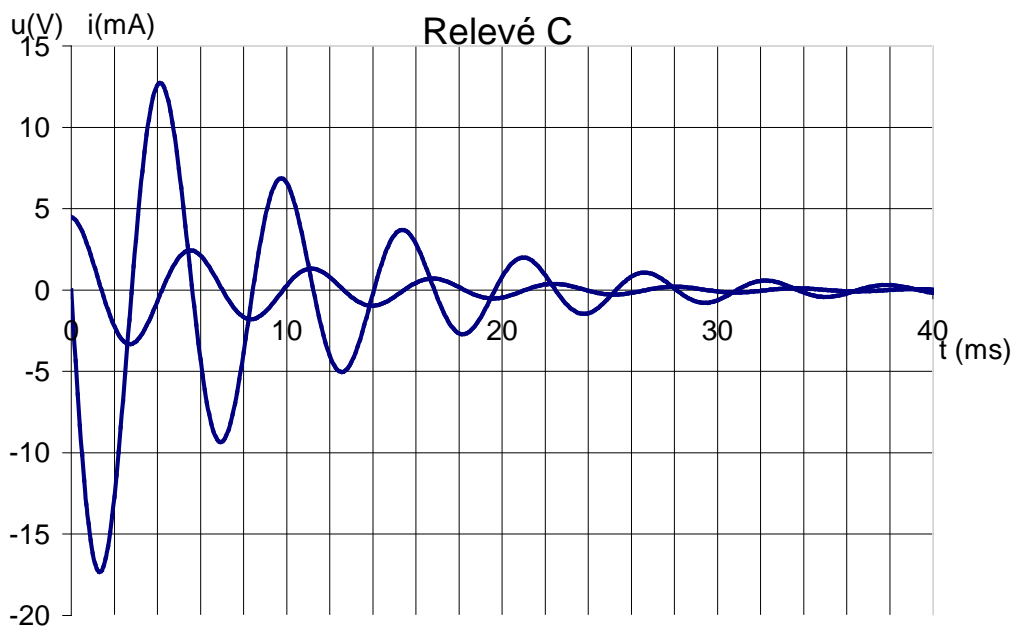
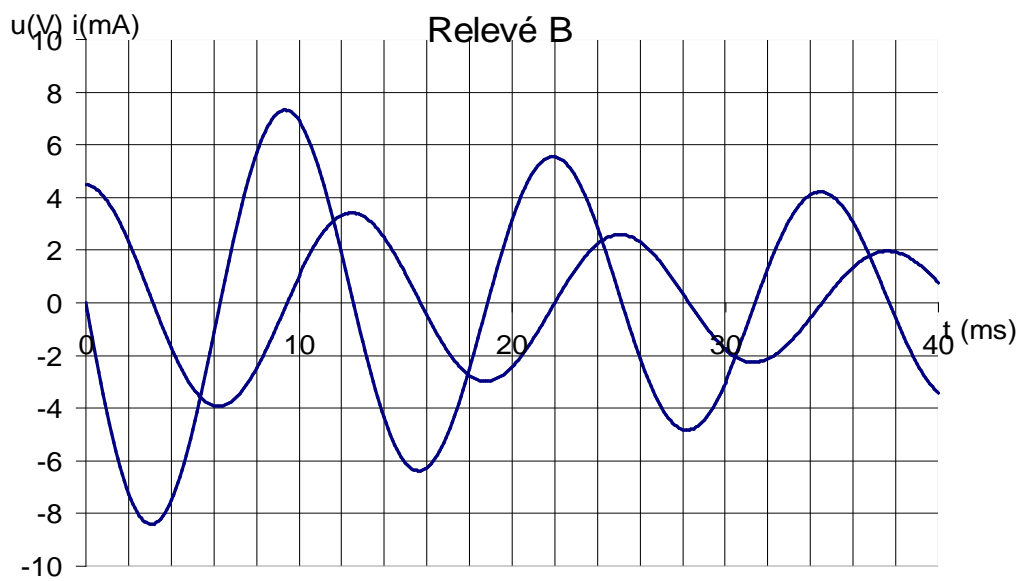
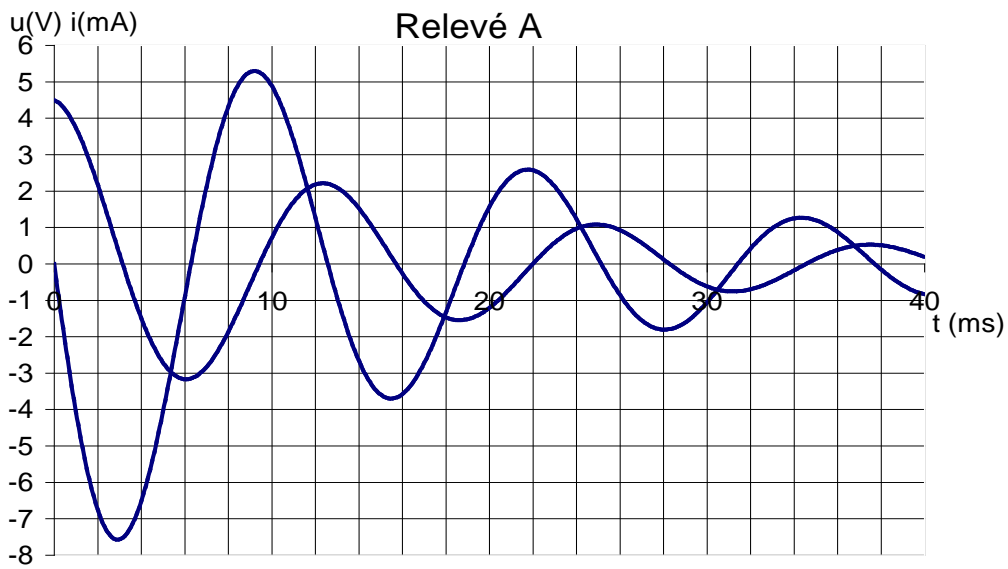
Pendant une première phase, non étudiée ici, on charge le condensateur (interrupteur en position 1). On observe ensuite les oscillations dans le circuit RLC.(interrupteur en position 2)



1. Quelles grandeurs sont observées sur les voies Y_1 et Y_2 de la carte d'acquisition ?
2. Quelle grandeur électrique peut-on déduire facilement de l'enregistrement donné par la voie Y_1 ? Justifier.
3. On a en fait effectué trois expériences différentes, et on a obtenu après acquisition et traitement les trois couples de courbes **donnée à la page suivante** correspondant à la tension $u(t)$ et au courant $i(t)$ circulant dans le circuit. Identifier sur chaque relevé le courant et la tension. Justifier.

	$R_{var} (\Omega)$	$L(H)$	$C(\mu F)$
Expérience n°1	100	1,0	4,0
Expérience n°2	30	0,2	4,0
Expérience n°3	30	1,0	4,0

4. Rappeler l'expression de la période ou de la pseudo-période T_0 des oscillations observées dans un circuit RLC.
5. Démontrer par la méthode de l'analyse dimensionnelle que cette expression correspond bien à un temps.
6. Mesurer, avec le maximum de précision, pour chaque relevé la pseudo-période des oscillations observées.
7. Associer chaque relevé à une des expériences présentées dans le tableau en prenant soin de justifier chaque affirmation.
8. Quelles sont les expressions des énergies emmagasinées par le condensateur et par la bobine ?
9. Calculer ces énergies pour le relevé A à $t=0 \text{ s}$? puis à $t=10\text{ms}$? En déduire la valeur de l'énergie perdue entre ces 2 instants ? Que devient cette énergie ?



Exercice 2 : ÉTUDE DE L'ACIDE VALÉRIQUE ET DE CERTAINS DE SES DERIVES

Document 1 : L'acide valérique et certains de ses dérivés

L'acide valérique est le nom courant d'un acide carboxylique présent en grande quantité dans les racines de la valériane, plante abondante dans le Massif Central. Il a une odeur très désagréable et est utilisé dans la synthèse de certains esters.

Donnée : $M(\text{acide valérique}) = 102,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

<i>Acide valérique</i>	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{C}} = \text{O}$
<i>Acide isovalérique</i>	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{C}} = \text{O}$
<i>Acide valérique "actif"</i>	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{OH}}{\text{C}} = \text{O}$
<i>Acide pivalique</i>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \underset{\text{OH}}{\text{C}} = \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
<i>Norvaline</i>	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \underset{\text{OH}}{\text{C}} = \text{O}$

Document 2 : Oxydation ménagée des alcools

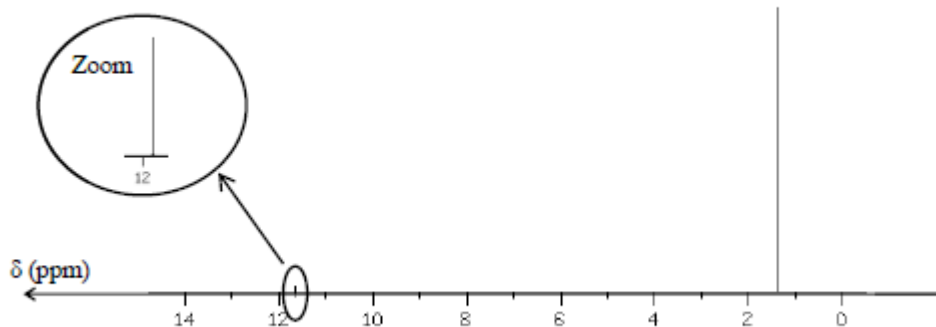
- L'oxydation ménagée d'un alcool ne modifie pas sa chaîne carbonée.
- L'oxydation ménagée d'un alcool primaire donne **un aldéhyde** et, si l'oxydant est en excès, **un acide carboxylique**.
- L'oxydation ménagée d'un alcool secondaire donne une **cétone**.

Document 3 : Demi-équivalence d'un titrage acido-basique

La demi-équivalence d'un titrage correspond à la situation où le volume V_B de réactif titrant versé est égal à la moitié du volume versé à l'équivalence soit $V_B = V_{eq}/2$

À la demi-équivalence du titrage d'un acide faible HA par une base forte, les concentrations de HA et de sa base conjuguée A^- sont égales dans le mélange réactionnel.

Document 4 : Spectre de RMN d'un acide à identifier



A- L'acide valérique et quelques isomères

1. Écrire la formule topologique de l'acide isovalérique.

2. Donner les noms de l'acide isovalérique et de l'acide valérique dans la nomenclature officielle.

3. Pourquoi peut-on affirmer que les acides valérique, valérique "actif", isovalérique et pivalique sont des isomères ?

4. On dispose d'un flacon contenant un acide pur parmi les acides valérique, valérique "actif", isovalérique et pivalique. Le spectre de RMN de l'acide contenu dans ce flacon est donné dans le document 4.

4.1. Identifier l'acide contenu dans le flacon. Détailler votre raisonnement.

4.2. Quelle serait la valeur du rapport des hauteurs des deux paliers sur la courbe d'intégration (non représentée sur le spectre de RMN étudié) ? Justifier.

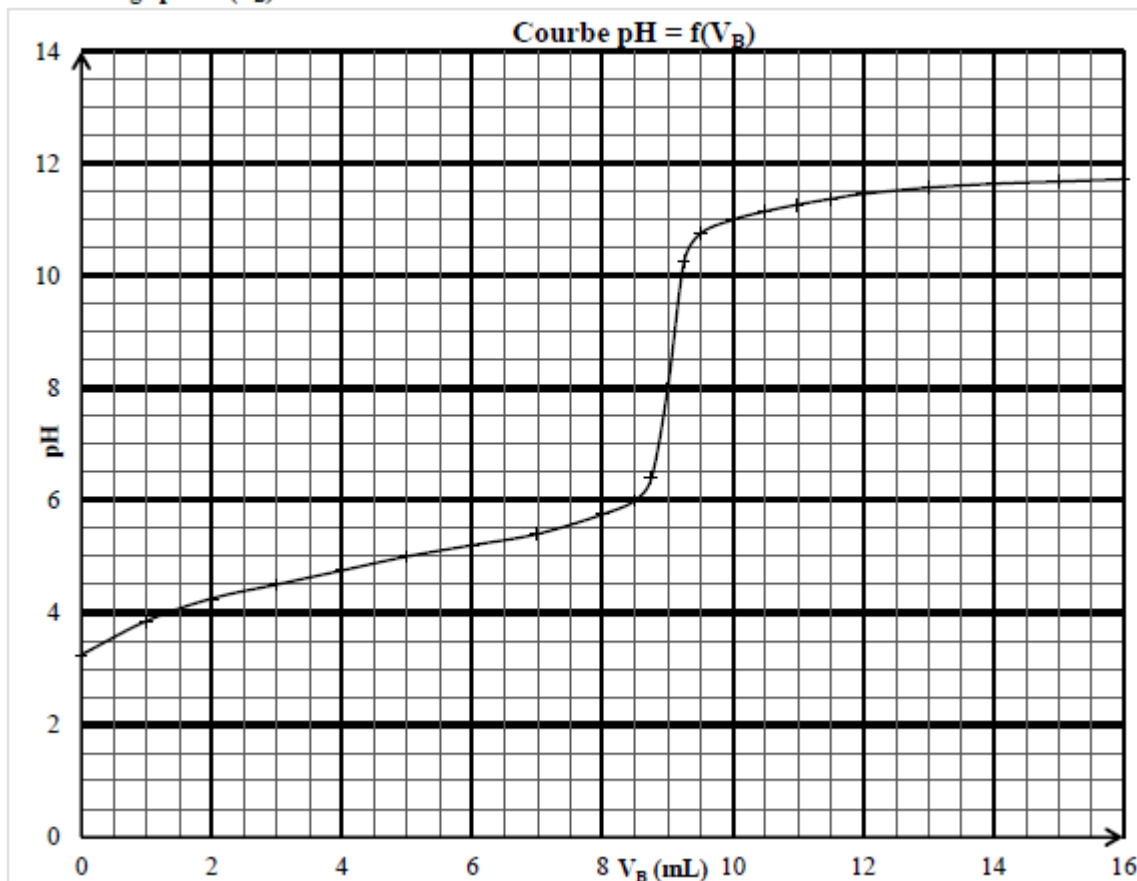
B- Synthèse de l'acide valérique

Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool, dans la nomenclature officielle, dont l'oxydation ménagée produit l'acide valérique

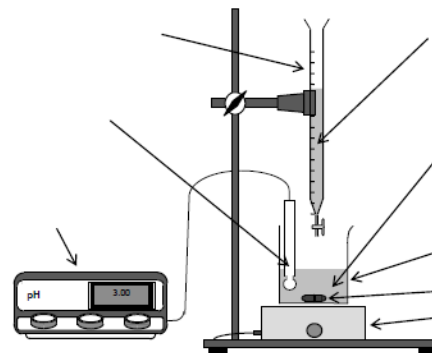
C- Étude d'une solution aqueuse d'acide valérique

- On prélève un volume $V_0 = 5,0$ mL d'une solution S_0 d'acide valérique que l'on verse dans une fiole jaugée de 100,0 mL. On complète avec de l'eau distillée puis on agite afin de préparer une solution aqueuse S_1 .
- On réalise le titrage pH-métrique d'un volume $V_1 = 10,0$ mL de la solution aqueuse S_1 d'acide valérique (noté $HA(aq)$) par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire $C_B = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Afin d'immerger la sonde pH-métrique, on ajoute de l'eau distillée dans le bécher. En suivant l'évolution du pH en fonction du volume V_B d'hydroxyde de sodium versé, on obtient la courbe de titrage $pH = f(V_B)$ donnée dans la page suivante

Courbe de titrage $pH = f(V_B)$



1. Légendez le schéma du montage expérimental utilisé pour ce titrage.
2. Écrire l'équation de la réaction chimique intervenant lors du titrage.
3. Rappeler la définition de l'équivalence d'un titrage.
4. Déterminer, graphiquement, le volume V_{eq} de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence et noter sa valeur.



5. Déterminer la concentration molaire C_1 de la solution S_1 en acide valérique. Justifier.
6. En déduire la concentration molaire C_0 de la solution S_0 en acide valérique. Justifier.
7. Donner l'expression littérale de la constante d'acidité K_A associée au couple HA/A^- .
8. À l'aide de cette expression et du document 3, montrer que $pH = pK_A$ à la demi-équivalence du titrage.
9. À l'aide du graphe $pH = f(V_B)$, déterminer la valeur du pK_A du couple HA/A^- associé à l'acide valérique.

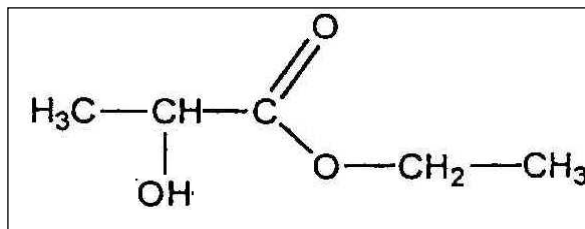
Exercice 3 : LE LACTATE D'ETHYLE, UN SOLVANT ORGANIQUE ECOLOGIQUE

On estime qu'environ 14 millions de tonnes de solvants organiques sont utilisés par an dans le monde. Les dangers pour le public et l'environnement qui y sont associés amènent les entreprises à travailler au remplacement de nombre d'entre eux.

Un nouveau solvant est de plus en plus utilisé dans les milieux de travail, il s'agit du **lactate d'éthyle**. Ce produit est un ester hydroxylé liquide soluble dans l'eau et naturellement présent dans plusieurs aliments et boissons.

Il peut être synthétisé à partir de l'acide lactique et de l'éthanol qui sont des substances naturelles qui peuvent être obtenues par fermentation du maïs par exemple.

Comme c'est un composé organique difficilement présent sous forme gazeuse dans l'atmosphère, peu inflammable, il a peu d'effet sur les utilisateurs et l'environnement. Le lactate d'éthyle est donc un produit de remplacement acceptable pour certains solvants toxiques ou inflammables.



Formule semi-développée du lactate d'éthyle

Nom de l'espèce chimique	Éthanol	Eau	Lactate d'éthyle	Acide lactique	Acide sulfurique
Masse volumique(g.mL ⁻¹)	0,789	1,00	1,03	1,24	1,84
Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	46	18	118	90	98,1
Température d'ébullition	79 °C	100 °C	154 °C	122 °C	337 °C
Température de fusion	-114 °C	0 °C	-25 °C	18 °C	10 °C

I. À propos du lactate d'éthyle

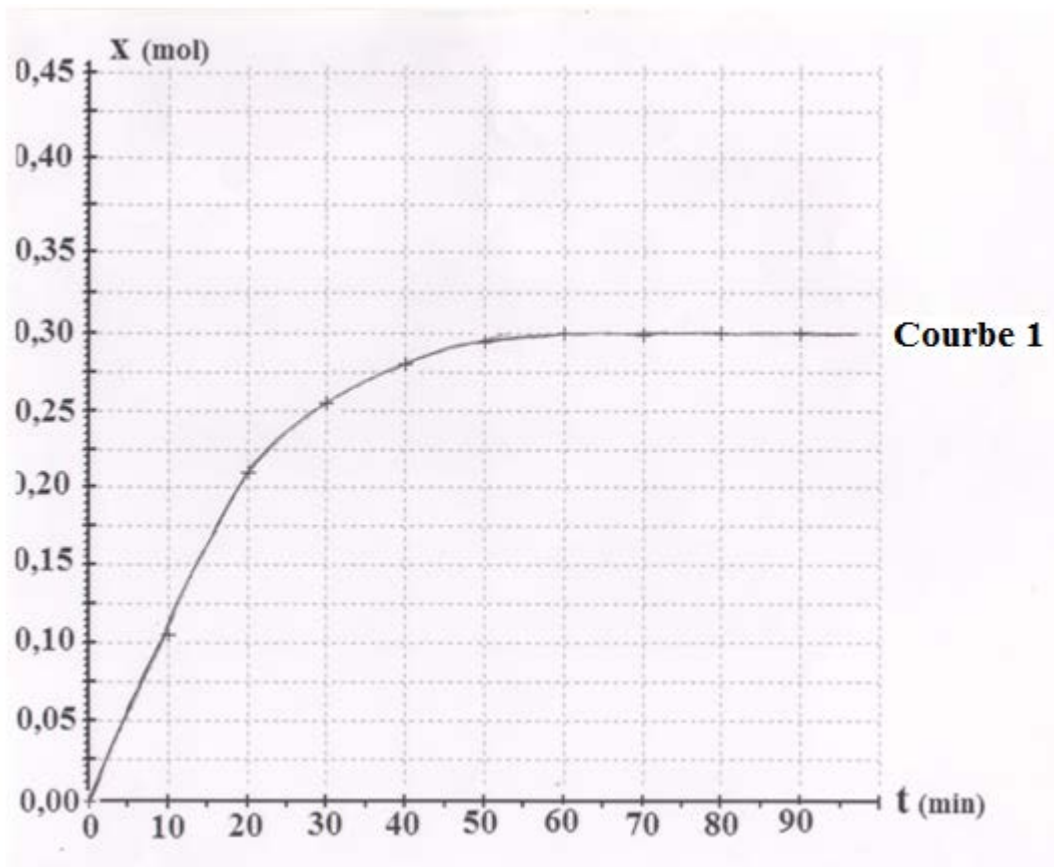
- 1.1. Citer un effet que peut provoquer la pollution de l'air sur l'environnement.
- 1.2. En utilisant le tableau, dire pourquoi le lactate d'éthyle est difficilement présent sous forme gazeuse dans l'atmosphère.
- 1.3. Dans le texte, on dit que le lactate d'éthyle est un ester hydroxylé. Expliquer cette phrase à partir de la formule semi-développée de cette molécule.
- 1.4. La molécule du lactate d'éthyle présente un atome de carbone asymétrique. Recopier sa formule semi-développée et repérer par un astérisque (*) cet atome asymétrique.
- 1.5. Définir la chiralité d'une molécule. Le lactate d'éthyle est-elle une molécule chirale ? Justifier votre réponse.
- 1.6. À partir de la formule semi-développée du lactate d'éthyle, retrouver les formules semi-développées de l'acide lactique et de l'éthanol.

II. Synthèse du lactate d'éthyle

Les élèves d'un lycée se proposent de réaliser la synthèse du lactate d'éthyle et de suivre son évolution au cours du temps. Pour cela, ils font un chauffage à reflux d'un mélange initial composé d'un volume $V_A = 32,6 \text{ mL}$ d'acide lactique, d'un volume

$V_B = 26,2 \text{ mL}$ d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Avec un procédé technique qui n'est pas précisé dans cet exercice, les élèves ont tracé la courbe 1 donnant l'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction de synthèse. Cette courbe 1 se trouve dans la **page suivante**.



L'équation de la réaction modélisant cette synthèse s'écrit : $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{E} + \text{H}_2\text{O}$.

A : acide lactique ; B : éthanol ; E : lactate d'éthyle.

- 2.1. Quel est l'intérêt d'utiliser un chauffage à reflux ?
- 2.2. En utilisant les données du tableau, montrer que les quantités initiales d'acide lactique $n(\text{A})_i$ et d'alcool $n(\text{B})_i$ du mélange réactionnel vérifient la relation suivante :
 $n(\text{A})_i = n(\text{B})_i = n = 0,45 \text{ mol}$. Comment appelle-t-on un tel mélange ?
- 2.3. Comment évolue la vitesse de réaction de ce système chimique au cours du temps ? Justifier votre réponse.
- 2.4. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ et le déterminer graphiquement. La méthode doit apparaître sur la courbe 1 ci-dessus.
- 2.5. À partir de la courbe 1, montrer que cette synthèse est une réaction lente et limitée.

Pour les questions 2.6 et 2.8, vous pouvez, si vous le souhaitez, utiliser un tableau d'avancement.

- 2.6. En utilisant la courbe 1 et la réponse de la question 2.2 :
 - a. montrer que le rendement r de cette synthèse est égal environ à 67 %.
 - b. déterminer la constante d'équilibre K de cette réaction.

Les élèves veulent vérifier le rendement de cette synthèse en utilisant une autre démarche expérimentale. Pour cela, après le chauffage, ils placent le ballon contenant le mélange réactionnel dans un bain d'eau froide dont la température est fixée à $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Des cristaux se forment dans le ballon. Après filtration et séchage, ils pèsent les cristaux et trouvent une masse $m_A = 13,5\text{ g}$

- 2.7. En utilisant le tableau du début de l'exercice, justifier que l'espèce qui s'est solidifiée dans le ballon est l'acide lactique.
- 2.8. Retrouver par calcul la valeur du rendement calculée à la question 2.6.

Les élèves réalisent pendant 90 min une deuxième synthèse du lactate d'éthyle sans modifier la quantité initiale $n(\text{B})_i$ d'éthanol mais en augmentant la quantité initiale $n(\text{A})_i$ d'acide lactique par rapport à la première synthèse : $n(\text{B})_i = n$ et $n(\text{A})_i > n$; avec $n = 0,45\text{ mol}$. Ils ajoutent dans le mélange réactionnel quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Les élèves ont constaté que la synthèse n°2 évolue plus rapidement que la synthèse n°1. À la fin de la séance, ils ont calculé le rendement R' de cette synthèse et ont trouvé $R' = 89\%$.

- 2.9. Pourquoi le rendement de la synthèse n°2 est meilleur que celui de la synthèse n°1 ?
- 2.10. Sur la **FIGURE de la page précédente**, représenter la **courbe 2** donnant l'évolution temporelle de l'avancement x de la synthèse n°2.

SUJET 14

Exercice 1 : SATELLITES DE TELEDETECTION PASSIVE

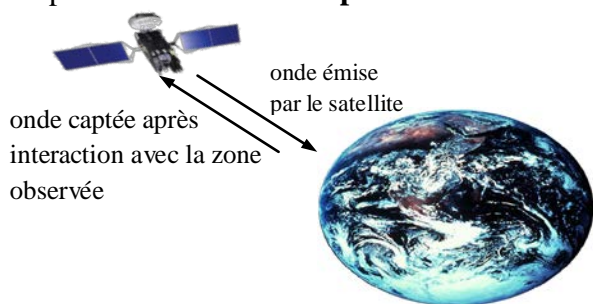
Exercice 2 : QUAND LE VIN DEVIENT AIGRE

Exercice 3 : ETUDE D'UN CD AUDIO

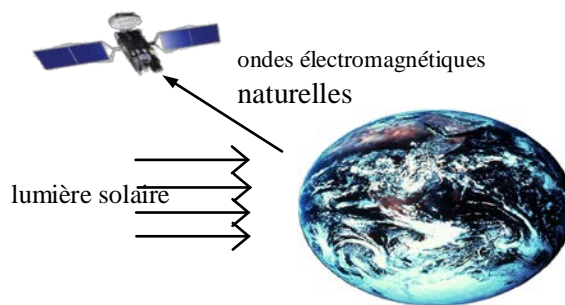
Exercice 1 : SATELLITES DE TELEDETECTION PASSIVE

La télédétection par satellite est l'ensemble des techniques qui permettent d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre, l'atmosphère et les océans à des fins météorologique, océanographique, climatique, géographique, cartographique ou militaire. Le processus de la télédétection repose sur le recueil, l'enregistrement et l'analyse d'ondes électromagnétiques diffusées par la zone observée.

Si les ondes électromagnétiques mises en jeu dans le processus sont émises par un capteur (exemple : un radar) puis recueillies par ce même capteur après interaction avec la zone terrestre observée, on parle de **télédétection active**. Si le capteur (exemple : un radiomètre) recueille directement la lumière visible ou infrarouge émise ou diffusée par la zone terrestre observée, on qualifie les ondes analysées d'ondes électromagnétiques naturelles et on parle de **télédétection passive**.



Principe de la télédétection active



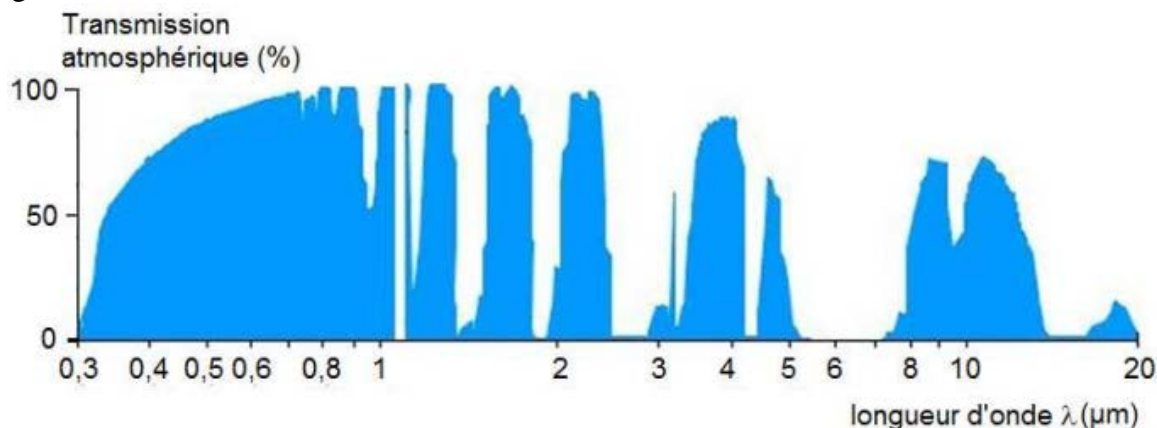
Principe de la télédétection passive

Cet exercice s'intéresse à deux familles de satellites de télédétection passive :

SPOT (document 1) et Météosat (document 2). Il comporte trois parties indépendantes.

Données

- Rayon moyen de la Terre : $R_T = 6,38 \times 10^3$ km.
- Longueur d d'un arc de cercle de rayon R et d'angle α (exprimé en radian) : $d = \alpha.R$.
- Courbe de transmission des radiations électromagnétiques par l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde λ :

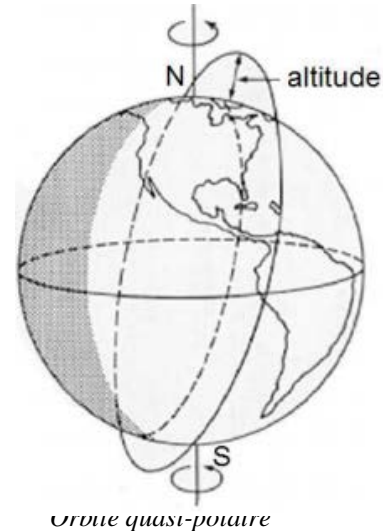


- Loi de Wien : $\lambda_{max} \cdot T = 2,90 \times 10^3 \mu\text{m.K}$
avec λ_{max} la longueur d'onde majoritairement émise dans le spectre d'émission d'un corps porté à une température T (exprimée en kelvin).

Document 1. La filière SPOT

SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre) est un système d'imagerie optique spatiale à haute résolution. Ce programme s'insère dans la politique d'observation de la Terre du CNES (Centre National d'Études spatiales). Depuis 1986, les satellites de la filière SPOT scrutent notre planète et fournissent des images d'une qualité remarquable, en décrivant une orbite dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Elle est circulaire et se situe à l'altitude $h_S = 832 \text{ km}$.
- Elle est héliosynchrone, c'est-à-dire que l'angle entre le plan de l'orbite et la direction du Soleil est quasi-constant. Cela permet de réaliser des prises de vue à une altitude donnée avec un éclairage constant.
- Elle est quasi-polaire, inclinée de $98,7^\circ$ par rapport au plan de l'équateur et décrite avec une période de 101,4 min. La zone terrestre observée évolue à chaque révolution du satellite dont le cycle orbital est de 26 jours ; c'est-à-dire que tous les 26 jours le satellite observe à nouveau la même région terrestre.



D'après le site cnes.fr

Document 2. Le programme Météosat

En Europe, l'ESA (Agence Spatiale Européenne) a développé le programme Météosat dont le premier satellite a été lancé en 1977. Depuis cette date, sept satellites Météosat ont été lancés. Puis des satellites aux performances accrues (Météosat Second Generation) leur ont succédé : MSG-1 (ou Météosat-8) lancé en août 2002, puis MSG-02 (ou Météosat-9) lancé en décembre 2005.

Les satellites Météosat et MSG sont géostationnaires*. Ils ont pour mission d'effectuer des observations météorologiques depuis l'espace pour la prévision immédiate et l'évolution à long terme du climat. Ils ont l'avantage de fournir des images de vastes portions de la surface terrestre et de l'atmosphère, mais présentent l'inconvénient qu'un seul satellite géostationnaire ne suffit pas pour observer toute la Terre. Par ailleurs, les régions polaires leur sont hors de portée.

* *Un satellite géostationnaire paraît immobile par rapport à un point de référence à la surface de la Terre. Pour respecter cette propriété, il se situe forcément dans le plan de l'équateur, son orbite est circulaire et son centre est le centre de la Terre. Sa période de révolution est donc égale à la période de rotation de la Terre sur elle-même.*

D'après le site education.meteofrance.com

1. Mouvements des satellites SPOT et Météosat

Les mouvements sont étudiés dans le référentiel lié au centre de la Terre, appelé référentiel géocentrique. Ce référentiel est supposé galiléen.

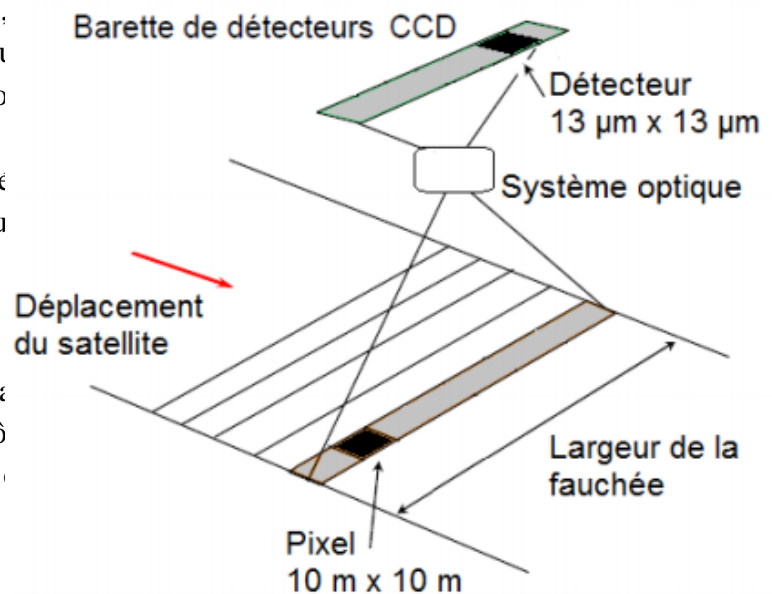
- 1.1. Énoncer la deuxième loi de Kepler (aussi nommée loi des aires) dans le cas général d'un satellite terrestre en mouvement elliptique. Illustrer cette loi par un schéma.
- 1.2. En utilisant la deuxième loi de Kepler, caractériser la nature des mouvements dans le cas particulier des satellites SPOT et Météosat.
- 1.3. Dans quel sens le satellite Météosat tourne-t-il autour de la Terre, par rapport au référentiel géocentrique ?
- 1.4. Déterminer la valeur de la vitesse v du satellite SPOT par rapport au référentiel géocentrique.
- 1.5. Énoncer la troisième loi de Kepler dans le cas général d'un satellite terrestre en mouvement elliptique. On précisera la signification de chaque grandeur introduite.
- 1.6. En appliquant cette loi aux deux satellites étudiés, déduire la valeur de l'altitude h_M du satellite Météosat.

2. SPOT en mode panchromatique

Lorsque le satellite SPOT parcourt son orbite, observe une large bande terrestre de plusieurs dizaines de kilomètres de large. Cette zone « couverte » est appelée la fauchée.

En mode panchromatique, les images réalisées par le satellite SPOT sont recueillies sur une barrette constituée de 6000 détecteurs CCD numérisées en niveaux de gris.

Chaque détecteur est assimilable à un carré de 10 m de côté recueillant l'information provenant d'une zone terrestre carrée de 10 m de côté appelée pixel. On dit que la résolution spatiale est de 10 m .



- 2.1. Évaluer la largeur de la fauchée.
- 2.2. La fauchée correspondant à la $n^{\text{ème}}$ révolution de SPOT n'est pas identique à celle de la $(n-1)^{\text{ème}}$ révolution. Se situe-t-elle davantage à l'est ou à l'ouest sur la Terre ?
- 2.3. À chaque révolution du satellite, la zone terrestre observée n'est pas la même, du fait de la rotation de la Terre. De quel angle tourne la Terre entre deux révolutions du satellite ? En déduire de quelle distance se déplace la fauchée au niveau de l'Équateur entre deux révolutions du satellite.
- 2.4. Quelles sont les parties du globe les plus fréquemment « couvertes » par SPOT au cours d'un cycle orbital ?
- 2.5. Combien de révolutions doit effectuer SPOT pour réaliser une observation complète de la Terre ?
- 2.6. En mode panchromatique (numérisation en niveaux de gris), l'image est d'autant plus blanche que le flux lumineux capté est intense.

Deux images (images 1 et 2) d'une même zone de terrains agricoles, ont été obtenues par télédétection, respectivement dans le rouge (entre 610 nm et 680 nm de longueur d'onde) et dans le proche infrarouge (entre 790 nm et 890 nm).



Image 1

Télédétection dans le rouge



Image 2

Télédétection dans le proche infrarouge

Source : IGN France international

En utilisant le tableau suivant, donnant les réflectances* caractéristiques des trois grands types de surfaces naturelles, quelles informations peut-on extraire de l'analyse de ces deux images ? Montrer l'intérêt d'avoir ces deux images pour obtenir des informations sur la zone observée.

Valeurs caractéristiques des réflectances des trois grands types de surfaces naturelles en fonction de la gamme de longueur d'onde :

	Rouge (entre 610 et 680 nm)	Proche infrarouge (entre 790 et 890 nm)
Eau	4 à 6 %	0 à 2 %
Végétation	10 à 12 %	35 à 40 %
Sol nu	20 à 22 %	25 à 30 %

* *La réflectance d'une surface est le rapport entre le flux lumineux réfléchi et le flux lumineux incident.*

3. Les trois canaux de Météosat

Le radiomètre** des satellites Météosat comprend trois canaux de télédétection : le canal C dans le visible et le proche infrarouge, le canal E dans l'infrarouge moyen et le canal D dans l'infrarouge thermique.

** *Un radiomètre est un appareil de mesure de l'intensité du flux de rayonnement électromagnétique dans différents domaines de longueur d'onde.*

Canal	Gamme de longueurs d'onde en μm	Fonction principale
C	Entre 0,4 et 1,1	Permet l'observation visuelle de la surface de la Terre et des nuages.
E	Entre 5,7 et 7,1	Renseigne sur la teneur en humidité de l'atmosphère. La surface du sol n'est pas visible.
D	Entre 10,5 et 12,5	Renseigne sur la température des nuages et de la surface terrestre.

- 3.1. Pourquoi seule la télédétection sur les canaux C et D permet-elle d'obtenir des informations en provenance de la surface terrestre ?
- 3.2. Quelles sont les raisons qui ont guidé le choix de la gamme de longueurs d'onde du canal D, compte tenu de sa fonction principale ?

Exercice 2 : QUAND LE VIN DEVIENT AIGRE

Le but de cet exercice est d'étudier différents aspects de la chimie du vin. On s'intéressera plus particulièrement à l'acescence du vin c'est à dire à l'état du vin qui "pique", devient aigre et se transforme en vinaigre.

Les trois parties A, B et C de cet exercice sont indépendantes.

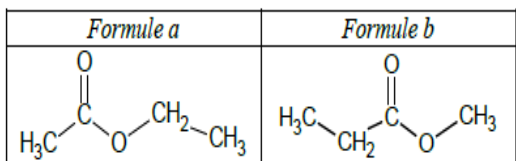
A- Trop d'ester dans le vin

Un vin contenant trop d'acide éthanóique forme au cours du temps un ester, que l'on notera E, dont l'odeur est caractéristique des vins qui "piquent".

1. Le spectre RMN de l'ester E est donné ci-contre.

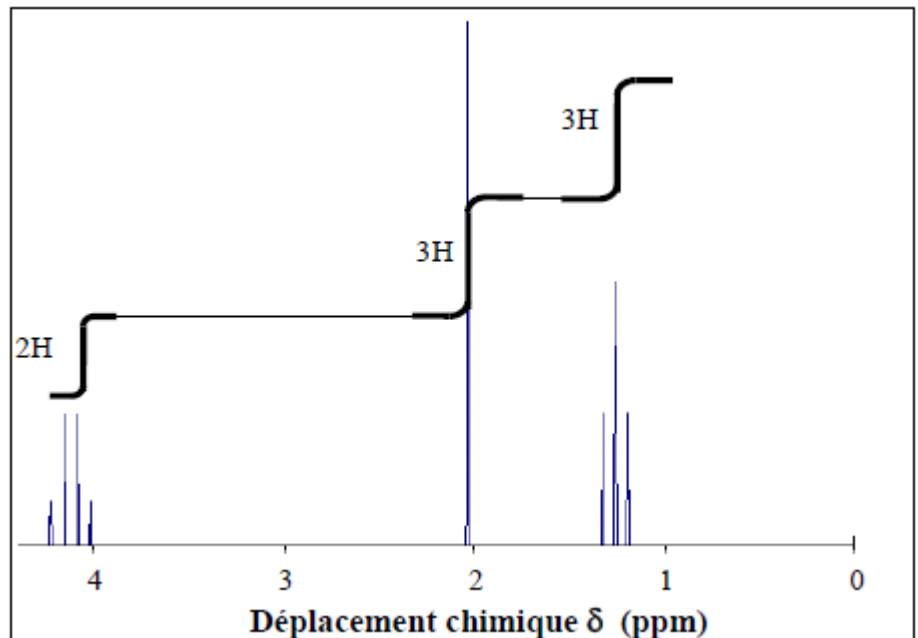
Quelles informations sur l'ester E peut-on déduire de ce spectre ?

2. L'ester E correspond à l'une des formules ci-dessous :



- 2.1. Parmi ces deux formules, laquelle correspond à l'ester E ? Justifier soigneusement à l'aide du tableau ci-contre.

- 2.2. Nommer l'ester E.



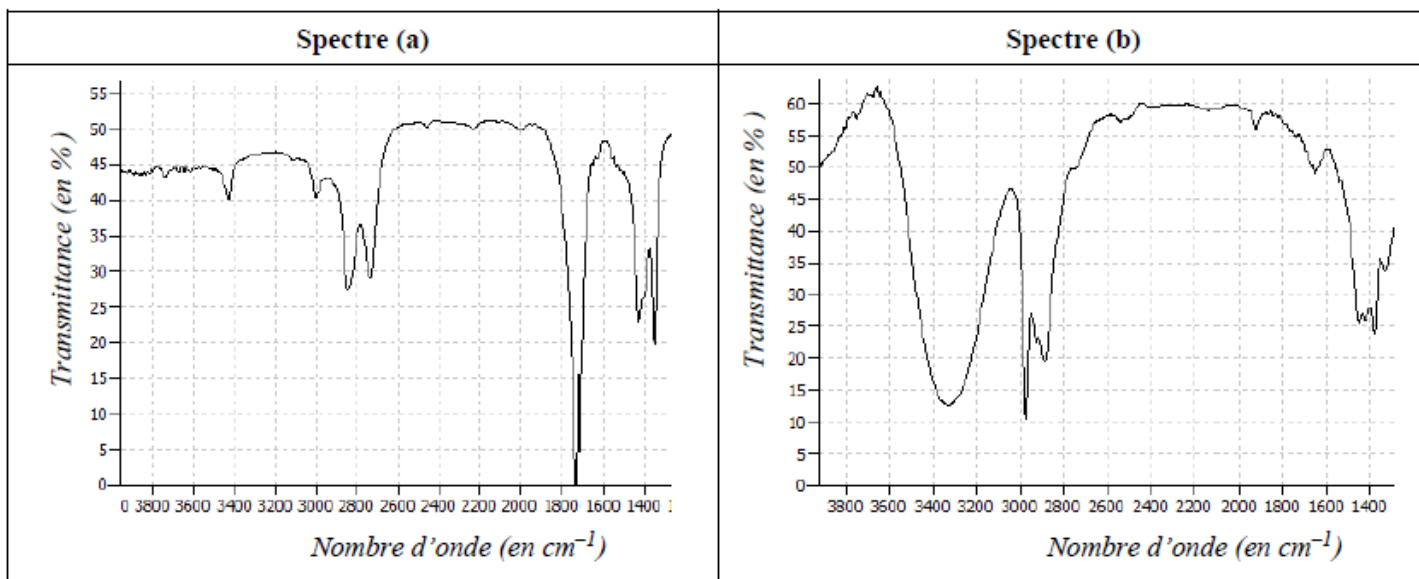
B- Dosage spectrophotométrique d'un vin

Pour déterminer le titre alcoométrique d'un vin, on utilise une réaction au cours de laquelle l'éthanol du vin est transformé en éthanal. Le principe du dosage est détaillé plus loin dans l'exercice.

1. Préliminaires.

1.1. Donner les formules semi-développées de l'éthanol et de l'éthanal.

1.2. La spectroscopie infrarouge permet de mettre en évidence très facilement la transformation de l'éthanol en éthanal. Parmi les spectres suivants, réalisés en phase liquide, lequel correspond à l'éthanol ? à l'éthanal ? Justifier.



2. Dosage du vin

Principe du dosage

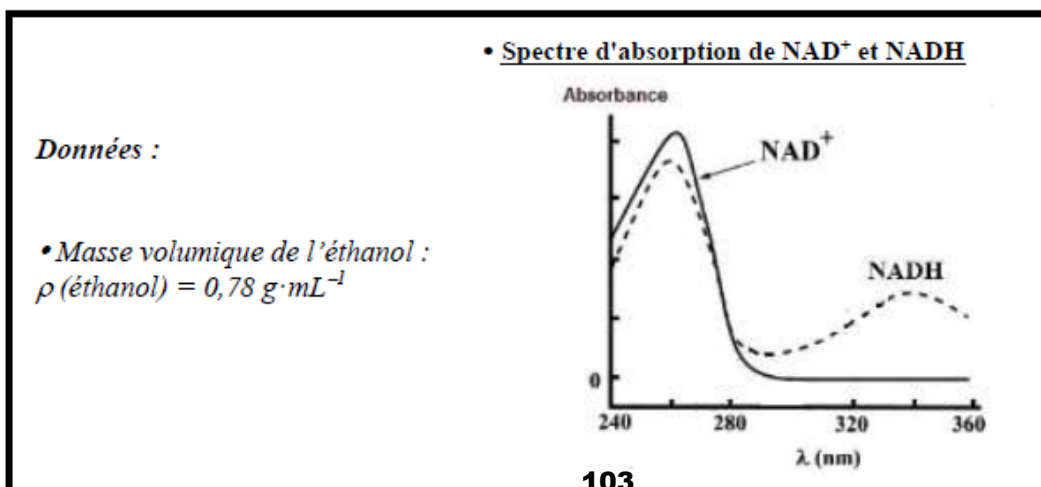
Pour la catégorie "Vins doux", on peut lire dans le code de la santé publique : vins, apéritifs à base de vin ne titrant pas plus de 18 degrés. On se propose de vérifier en laboratoire si un vin obéit à cette législation.

Définition : Le titre alcoométrique, exprimé en degré, est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin.

Afin de procéder au contrôle, on réalise le dosage par spectrophotométrie du vin en suivant le protocole suivant :
Première étape : On recueille l'éthanol du vin par distillation.

Deuxième étape : L'éthanol est oxydé par une espèce chimique notée NAD^+ lors d'une réaction catalysée par une enzyme spécifique. La réaction produit de la nicotinamide-adénine-dinucléotide réduite (notée NADH) en quantité de matière égale à celle de l'éthanol dosé selon l'équation : $\text{Ethanol} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{Ethanal} + \text{NADH} + \text{H}^+$

Troisième étape : La NADH formée, absorbant dans le domaine UV, on mesure son absorbance par spectrophotométrie.



Etalonnage du spectrophotomètre

On réalise une gamme de quatre solutions étalons ;

chaque solution étalon contient :

- NAD⁺ en excès,
- le catalyseur,
- une solution de concentration massique

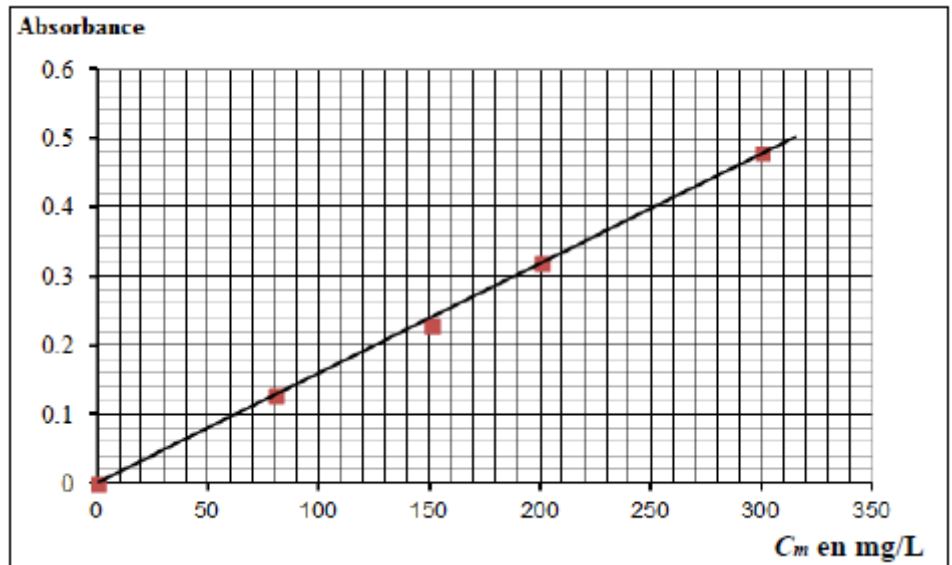
C_m connue en éthanol.

On mesure l'absorbance de chaque solution étalon à

une longueur d'onde de 340 nm et

on obtient le

graphique ci-contre.



- 2.1. Pourquoi choisit-on une longueur d'onde de 340 nm pour mesurer l'absorbance ?
- 2.2. Expliquer pourquoi on peut dire que la représentation graphique est en accord avec la loi de Beer-Lambert, $A = k \cdot C_m$.
- 2.3. Déterminer la valeur de k et préciser son unité.

3. Analyse d'un vin

Réalisation de la mesure : On distille un volume connu de vin, on récupère le distillat et on y ajoute de l'eau distillée pour obtenir une solution appelée S .

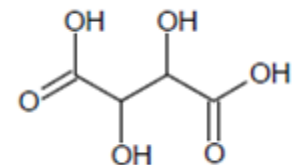
On prépare l'échantillon à doser par spectrophotométrie en introduisant dans une fiole jaugée de volume connu : un volume connu de solution S , le catalyseur, NAD⁺ en excès puis on complète avec de l'eau distillée.

Suite aux dilutions successives, lors de l'étude d'un vin, **la concentration massique en éthanol de l'échantillon étudié est 1000 fois plus faible que celle dans le vin**. L'absorbance mesurée pour cet échantillon vaut alors : $A_e = 0,16$.

- 3.1. Déterminer, à partir de l'absorbance mesurée A_e , la concentration massique C_m en éthanol de l'échantillon étudié.
- 3.2. Montrer que la valeur du titre alcoométrique du vin est de 13 degrés.
- 3.3. Ce vin est-il conforme au code de la santé publique ? Justifier.

C- L'acidité du vin

Le vin contient des acides organiques dont une majorité d'acide tartrique représenté ci-contre. L'acide tartrique est un acide faible.



1. Qu'est-ce qu'un acide faible ?
2. Donner les noms des groupes caractéristiques présents dans une molécule d'acide tartrique.
3. L'acidité totale du vin est égale à la concentration massique en acide tartrique dans le vin, **en g/L**, si tous les acides organiques du vin étaient remplacés par de l'acide tartrique. Sa détermination se fait en amenant le pH du vin à 7,0 par addition d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) sur un échantillon de vin dont on a extrait le dioxyde de carbone. Le volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté est égal au volume qui permettrait de consommer une masse d'acide tartrique qui remplacerait tous les acides organiques présents dans le vin.
L'équation (1) de la réaction acido-basique entre des molécules d'acide tartrique, notées H_2A , et des ions hydroxyde HO^- s'écrit : $\text{AH}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{A}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

Pour déterminer l'acidité totale d'un vin blanc d'appellation protégée, on introduit **20,0 mL** de ce vin dans une fiole à vide et on procède au dégazage du vin. On doit ensuite ajouter un volume **V = 14,5 mL** d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire **C = 0,100 mol·L⁻¹** à cet échantillon pour obtenir un mélange de **pH = 7**.

3.1. Calculer la quantité de matière d'ions HO⁻ introduits.

3.2. En déduire la quantité de matière puis la masse d'acide tartrique pouvant réagir avec cette quantité d'ions HO⁻ selon la réaction d'équation (1). *Donnée : La masse molaire de l'acide tartrique est M(H₂A) = 150 g·mol⁻¹*

3.3. En déduire « l'acidité totale » du vin étudié.

Exercice 3 : ETUDE D'UN CD AUDIO

Le CD audio (disque compact) est apparu dans les années 1980 sur un brevet conjoint de Philips et Sony. Lors d'un enregistrement, les vibrations sonores sont captées par un microphone et transformées en une tension électrique. Le signal est échantillonné à une fréquence de **44,1 kHz**, quantifié et numérisé. Il est ensuite codé afin de réduire les erreurs de lecture avant d'être pressé sur le support.

Le brevet de Philips prévoyait à l'origine **une durée de 60 min** d'enregistrement, mais à la demande de Sony la durée fut augmentée afin de faire tenir la neuvième symphonie de Beethoven sur un seul disque: la durée maximale d'un CD audio est finalement de 74 min en stéréo. La quantification du signal, elle, était prévue pour **14 bits**, mais fut portée à **16 bits**.

1. Étude de l'échantillonnage et la numérisation du son

1.1. Lors de l'enregistrement, le signal en sortie du microphone est-il analogique ou numérique? Justifier.

1.2. Déterminer la période d'échantillonnage T_e. Quelle est la signification de cette période ?

1.3. La stéréo impose deux enregistrements sonores différents.

1.3.1. Combien d'échantillons par seconde l'échantillonneur fournit-il ?

1.3.2. Sur combien de bits est codé chaque échantillon ?

1.3.3. Combien faut-il de bits pour coder une seconde de musique ?

1.3.4. Montrer que la capacité mémoire du disque audio est voisine de 780 Mo.

Rappel : 1 Mo est un mégaoctet et un octet regroupe 8 bits

1.4. L'énoncé indique que : « La quantification du signal, elle, était prévue pour **14 bits**, mais fut portée à **16 bits**. » Le convertisseur analogique numérique CAN utilisé a une plage d'entrée [-5V ; +5V].

1.4.1. Expliquer le terme « quantification » pour la conversion d'un signal électrique, notamment en calculant le pas de quantification.

1.4.2. Quels sont les avantages et les inconvénients de quantifier à 16 bits au lieu de 14 ?

2. Étude du système de focalisation

Les données sont inscrites par pressage de la surface de la partie métallique du disque, où sont pressés des renforcements appelés creux, les parties non enfoncées étant nommées plats. Le laser est réfléchi sur l'autre face de cette couche. Creux et plats se succèdent sur une piste disposée en spirale sur le disque à partir de son centre. La lecture des données s'effectue à l'aide d'un laser de longueur d'onde **λ = 780 nm**.

L'épaisseur du faisceau laser, focalisé par une lentille convergente, détermine la longueur maximale des creux et la distance minimale entre deux positions successives de la piste de lecture. Le diamètre minimum de la tache formée par le laser sur le disque est de **2,11 μm** (Fig 1).

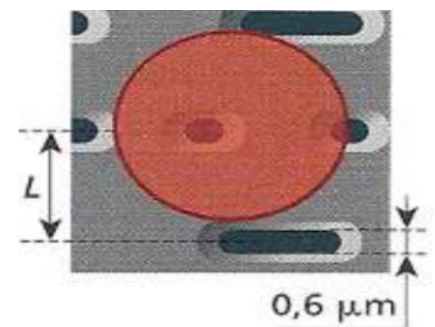


Fig.1 Spot sur le CD

Les capacités de focalisation des lentilles utilisées limitent la finesse de la taille du faisceau laser frappant le disque.

- 2.1. Citer un autre phénomène optique à l'origine de la limitation de la taille du faisceau.
- 2.2. Dans des technologies plus récentes, sur quelle grandeur physique a-t-on joué pour en réduire l'influence? Expliquer.
- 2.3. À l'aide des données de l'énoncé et de la **figure 1**, montrer que la distance L minimale entre les centres de deux passages successifs de la piste vaut **1,4 μm** .

3. Le système de lecture interférentielle

Lors de la lecture d'un creux, le spot rencontre à la fois le creux et le plat autour (Fig1). Une partie du faisceau est réfléchi sur le creux et l'autre est réfléchi dans le plat. La longueur d'onde du laser dans l'air (ou dans le vide) est $\lambda = 780\text{nm}$. Le milieu dans lequel se propage la lumière du laser dans le disque est du polycarbonate dont l'indice de réfraction est $n = 1,55$.

- 3.1. Dans quel domaine se situe ce rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 780\text{nm}$?
- 3.2. Quelle(s) grandeur(s) physique(s) est conservée lorsqu'une onde change de milieu ?
- 3.3. Montrer que la longueur d'onde λ_p de la lumière du laser dans le polycarbonate s'écrit $\lambda_p = \frac{\lambda}{n}$
- 3.4. D'une manière générale, quelle doit être la différence de marche δ entre l'onde réfléchi sur le plat et l'onde réfléchi dans le creux pour qu'il y ait interférence **destructive** en fonction de la longueur d'onde λ_p de la lumière laser dans le polycarbonate?
- 3.5. Exprimer, en fonction de λ_p , la profondeur p d'un creux pour que la différence de marche précédente soit vérifiée.
- 3.6. En déduire que la profondeur de la cuvette dans le polycarbonate doit être **fixée à 126 nm** .

SUJET 15

Exercice 1 : LES MOUSTIQUES SUR LA LIGNE DE MIRE DES SATELLITES

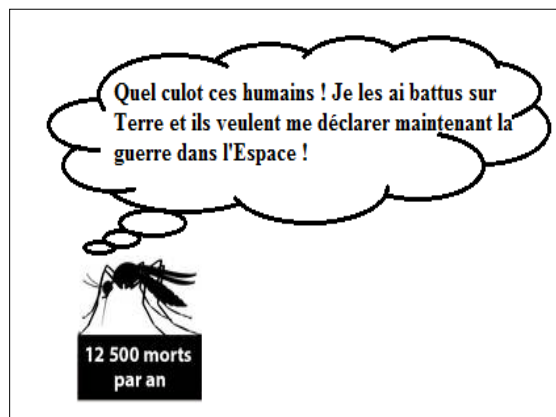
Exercice 2 : TITRE ALCALIMETRIQUE D'UNE EAU MINERALE

Exercice 3 : TITRAGE DES IONS DANS UNE EAU MINÉRALE

Exercice 1 : LES MOUSTIQUES SUR LA LIGNE DE MIRE DES SATELLITES

Utiliser des satellites pour lutter contre les moustiques !

Actuellement des programmes européens ou américains ont mis au point un système de surveillance des moustiques utilisant le principe de la télédétection par satellite. Bien sûr, les satellites ne sont pas capables de « suivre à la trace » les moustiques. Mais ce sont d'excellents outils pour repérer les éléments géographiques ou météorologiques qui pourraient faciliter l'apparition des moustiques, donc les détecter avant qu'ils ne fassent des victimes.



Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Partie I : Lancement du satellite SPOT 7

En matière de télédétection par satellite, un des programmes utilisé est la télédétection SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre) mise en place en 1978 par la France, en collaboration avec la Belgique et la Suède. En juin 2014, le satellite SPOT 7, conçu et réalisé par Airbus Defence and Space, a été lancé par une fusée indienne PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) depuis le centre spatial Satish Dhawan, en Inde.

A. Décollage de la fusée PSLV

Pour ce lancement, la fusée a une masse totale M avec le satellite au décollage. Sa propulsion est assurée par un ensemble de six réacteurs fournissant une force de poussée \vec{F} verticale constante, de valeur $F = 4386 \text{ kN}$. Tout au long du décollage, on admet que le vecteur champ de pesanteur \vec{g} est uniforme et la masse totale M de la fusée diminue.

On étudie le mouvement du centre d'inertie du système $\{fusée\}$ dans le référentiel terrestre supposé galiléen et on choisit un repère (O, \vec{j}) dans lequel \vec{j} est un vecteur unitaire vertical dirigé vers le haut et porté par l'axe (O, y) . On prend $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$. On supposera que seuls le poids \vec{P} et la force de poussée \vec{F} agissent sur la fusée. A l'instant $t_0 = 0 \text{ s}$, PSLV est immobile et son centre G est confondu avec l'origine O du repère.

1. Expliquer la phrase : « le vecteur champ de pesanteur \vec{g} est uniforme ».
2. Représenter un schéma et sans souci d'échelle les deux forces qui agissent sur la fusée PSLV.
3. En utilisant une loi que l'on précisera, montrer que la valeur du vecteur accélération \vec{a} du centre d'inertie de la fusée au cours de son décollage est : $a = \frac{F}{M} - g$.
4. Quelle est la valeur maximale M_{\max} que la masse M ne doit pas dépasser pour que la fusée puisse décoller ?

B. Mise en orbite du satellite SPOT 7

La mise en orbite du satellite se fait en plusieurs temps : mise en orbite elliptique dont l'apogée correspond à l'altitude de l'orbite définitive, puis impression d'une nouvelle poussée de la fusée qui transforme l'orbite avec son altitude h de **694 km**, le satellite SPOT 7 tourne autour de la Terre avec une période T d'environ **100 minutes**. On assimilera le satellite à son centre d'inertie S .

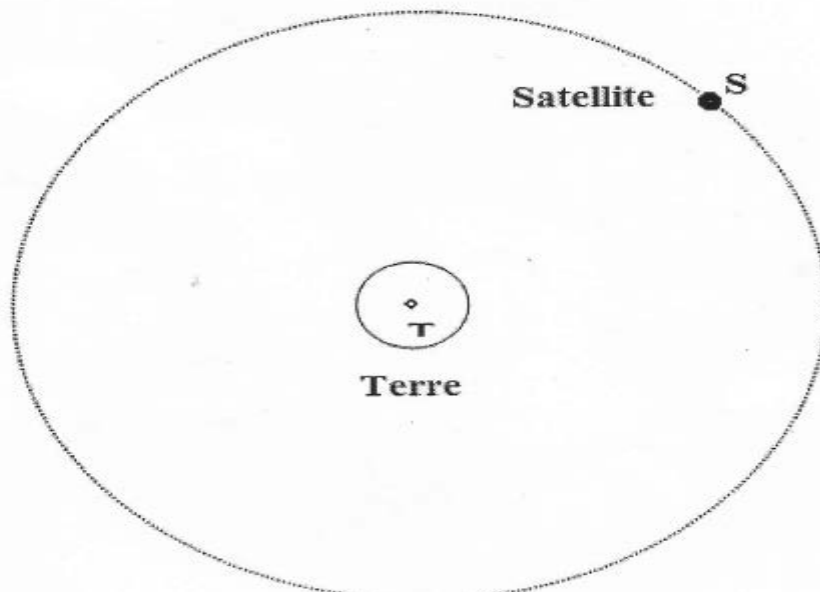
Donnée :

Masse de la Terre $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg ; Rayon de la Terre $R_T = 6,38 \cdot 10^3$ km.

Masse du satellite $m_S = 720$ kg ; Constante de la gravitation $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I.

5. Dans quel référentiel peut-on étudier le mouvement du satellite ?
6. Placer le repère de Frenet (S, \vec{t}, \vec{n}) et la force \vec{F} de gravitation exercée par la Terre sur le schéma du **document 1** représenter ci-dessous.

Document 1



7. En utilisant le repère de Frenet, donner l'expression vectorielle de la force de gravitation \vec{F} exercée par la Terre en fonction des données ci-dessus.
8. A l'aide d'une loi que l'on précisera, montrer que le mouvement du satellite sur son orbite est uniforme.
9. Montrer que l'expression de la vitesse du satellite est : $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h}}$. Calculer la valeur de cette vitesse.
10. Retrouver par le calcul la période T du satellite SPOT 7 indiquée dans le texte.

Partie II : Le satellite SPOT 7 en activité

Une fois en orbite sur son altitude h de 694 km, le satellite SPOT 7 déploie son capteur optique appelé NAOMI (New Astrosat Optical Modular Instrument). Cet instrument est capable de mesurer la réflectance de la surface de la Terre étudiée à partir des rayonnements électromagnétiques émis ou réfléchis par cette surface lorsqu'elle est éclairée par le Soleil. La réflectance d'une surface est le rapport entre le flux lumineux réfléchi et le flux lumineux incident. Elle évolue de façon continue en fonction du temps. Ensuite le satellite converti la réflectance en images numériques et transmet ces images par ondes Hertziennes vers des stations de réception au sol où elles sont traitées, analysées et exploitées.

1. Sachant que la célérité de la lumière dans le vide vaut $c=3,0.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ quelle est l'ordre de grandeur de la durée Δt mis par le rayonnement solaire réfléchi par la surface de la Terre pour atteindre le satellite ?
2. La réflectance est-elle une grandeur analogique ou numérique ? Justifier votre réponse.
3. Identifier les différents éléments de la chaîne de transmission cités dans la dernière phrase du texte.
4. La transmission entre le satellite et les stations de réception au sol est-elle guidée ou libre ? Justifier.
5. Pour communiquer avec un satellite, peut-on utiliser des signaux sonores ? Pourquoi ?

Les moustiques étant attirés par l'eau pour leur reproduction, les différents points d'eau représentent chacun un site potentiel de propagation des épidémies comme par exemple le paludisme. Pour détecter ces points d'eau, le satellite SPOT 7 a cartographié en mode multi-spectral trois zones géographiques (E, F et G) suspectées d'être un foyer pour les moustiques.

Les tableaux correspondant au codage des canaux (A, B, C et D) d'une partie des images numériques des trois zones (E, F et G) sont donnés dans le **document 2** donnée ci-dessous.

Document 2: Tableaux correspondant au codage des canaux (A, B, C et D) du capteur NAOMI

Zone E	Canal	Valeurs		
	A	54	48	61
B	251	249	252	
C	82	85	78	
D	250	252	255	

Zone F	Canal	Valeurs		
	A	244	241	243
B	47	44	38	
C	5	8	3	
D	0	0	0	

Zone G	Canal	Valeurs		
	A	248	250	254
B	252	250	255	
C	254	253	253	
D	255	255	255	

6. Le capteur NAOMI est capable d'enregistrer en mode multi-spectral de 4 canaux (A, B, C et D) ou en mode mono-spectral appelé panchromatique. Pour chaque canal, le capteur convertit les valeurs de la réflectance en code binaire de 256 niveaux compris entre 0 et 255. Qu'est-ce qu'un code binaire ?

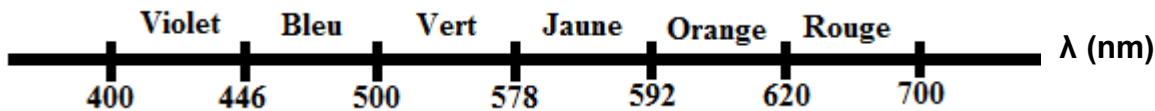
7. On donne sur le **document 3** ci-dessous la couleur dominante de chaque bande et du capteur NAOMI et le spectre visible de la lumière. En utilisant les données de le **document 3** et celle de la question 6 donner la couleur de chaque bande spectral des bandes A, B et C du capteur NAOMI.

Document 3

Mode	Canal	Bande spectrale en μm	Résolution
Multi-spectral	A	0,450 – 0,520	6m x 6m
	B	0,530 – 0,590	
	C	0,625 – 0,695	
	D	0,760 – 0,890	
Mono-spectral	Panchromatique	0,450 – 0,745	1,5m x 1,5m

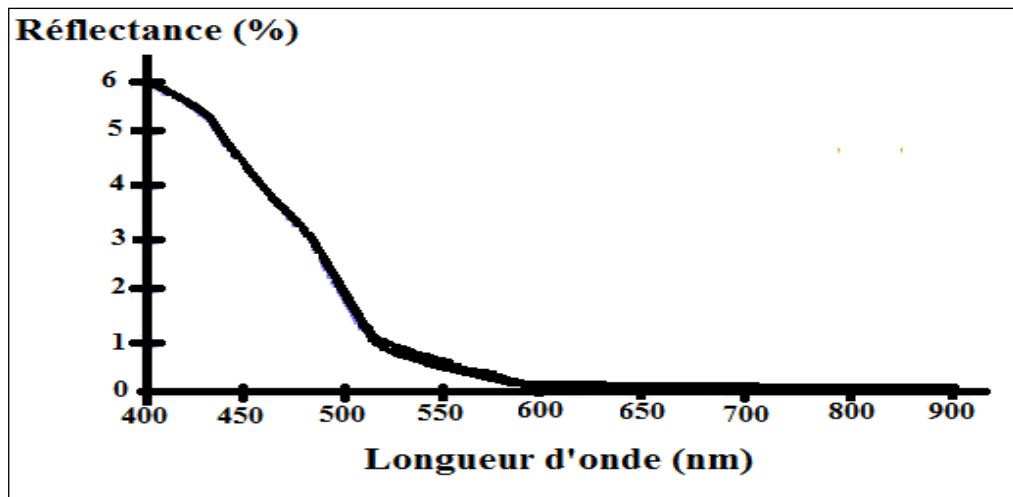
Spectre visible de la lumière

Le spectre visible se situe entre 400 nm et 700 nm dans le vide. Chaque couleur correspond à une certaine longueur d'onde λ .



8. Expliquer pourquoi le canal D ne peut pas donner une image comme les autres canaux.
 9. Identifier en justifiant la zone qui pourrait être un lieu de reproduction potentiel pour les moustiques parmi les zones (E, F et G) en utilisant les données du **document 2** ci-dessus et le **document 4** donnée ci-dessous.

Document 4



10. En mode mono-spectral, une zone aurait une image blanche sur la carte. Identifier cette zone en utilisant les données du **document 2**

Exercice 2 : TITRE ALCALIMETRIQUE D'UNE EAU MINERALE

Les eaux minérales contiennent de nombreuses espèces chimiques dissoutes. Ces eaux minérales sont particulièrement riches en ions « bicarbonate ». Ce nom désigne en fait les ions hydrogencarbonate HCO_3^- .

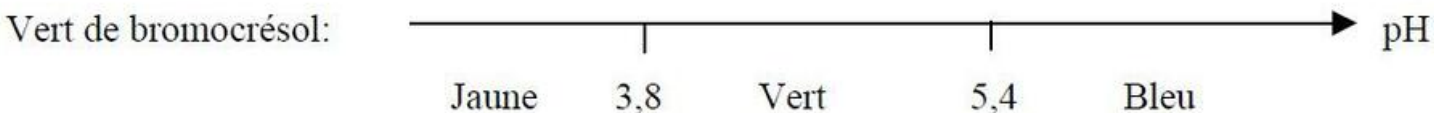
Données : Masses molaires : $M(\text{HCO}_3^-) = 61 \text{ g.mol.L}^{-1}$

Valeurs de quelques pK_A de couples acido – basiques:

$(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) : \text{pK}_{a1} = 0,0$; $(\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-) : \text{pK}_{a2} = 14$; $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-) : \text{pK}_{a3} = 6,3$;

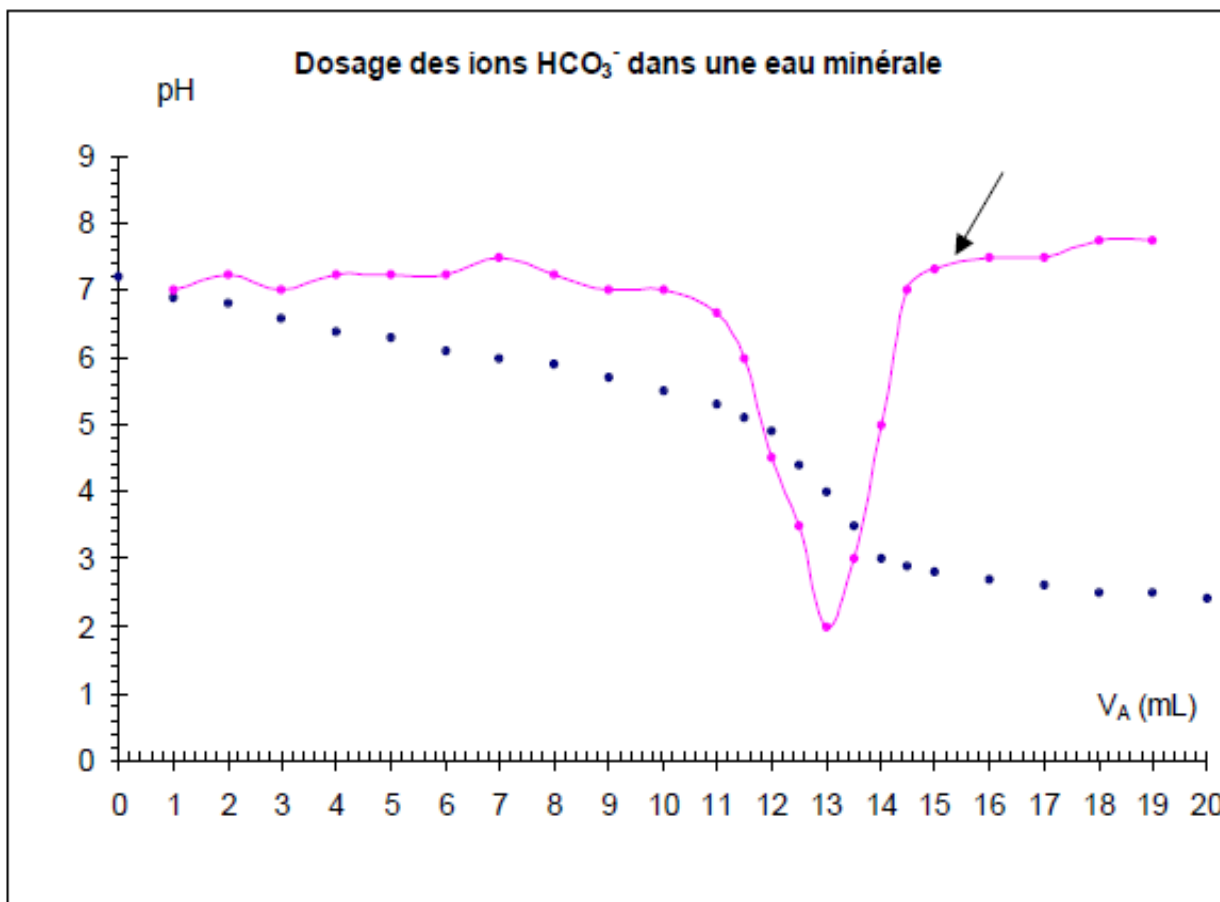
$(\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) : \text{pK}_{a4} = 10,3$

Zone de virage du vert de bromocrésol:



Pour effectuer le dosage alcalimétrique, on prélève $V_0 = 200,0 \text{ mL}$ d'eau minérale que l'on titre par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$. Un système d'acquisition permet de mesurer le pH au cours du dosage. On obtient ainsi la courbe donnant le pH en fonction de V_A , volume d'acide versé, et

celle de sa dérivée $\frac{dpH}{dV_A} = f(V_A)$



Partie I : Titre alcalimétrique complet TAC

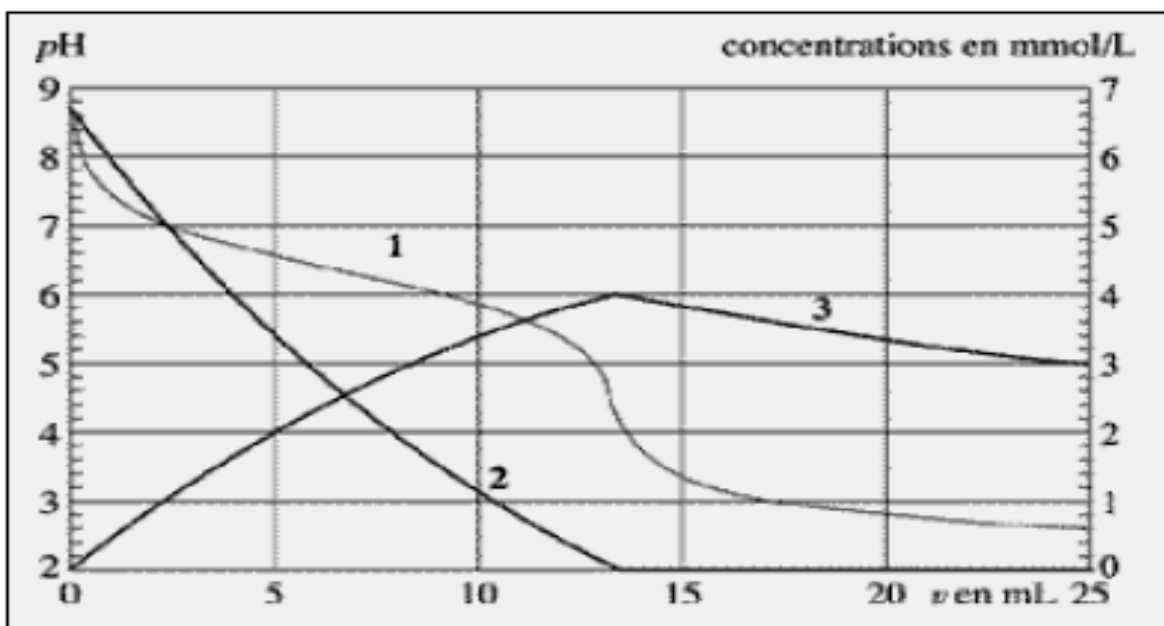
• Le titre alcalimétrique complet TAC est lié à la concentration totale en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq) et carbonate CO_3^{2-} (aq).

On donne la **définition du TAC** : c'est le volume, **exprimé en millilitres**, de solution d'acide chlorhydrique de concentration $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ nécessaires pour doser **100 mL d'eau minérale** en présence de vert de bromocrésol.

1. En vous servant des courbes précédentes, donner le pH de l'eau minérale.
2. Établir le diagramme de prédominance des couples de l'ion hydrogénocarbonate. Quelle est l'espèce qui prédomine dans cette eau minérale ?
3. Ecrire l'équation de la réaction utilisée pour le titrage.
4. Déterminer les coordonnées du point d'équivalence. Indiquer votre méthode.
5. Justifier le choix du vert de bromocrésol comme indicateur coloré. Comment visualise-t-on expérimentalement l'équivalence du titrage ?
6. Déterminer la concentration molaire C des ions hydrogénocarbonate dans cette eau minérale.
7. Déterminer la concentration massique T des ions hydrogénocarbonate dans cette eau minérale.
8. Déterminer le TAC de cette eau minérale.

Partie II : Simulation du dosage des ions hydrogénocarbonate par l'acide chlorhydrique

La courbe **1** est celle du dosage par l'acide chlorhydrique d'une solution contenant des ions hydrogénocarbonates. Les courbes **2** et **3** représentent les variations des concentrations de deux espèces au cours du dosage.



1. A quelle espèce chimique peut-on associer les courbes 2 et 3 ?
2. En utilisant l'ensemble des courbes, déterminer la valeur du pK_a du couple ($\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$ (aq)) en justifiant votre réponse.

Exercice 3 : TITRAGE DES IONS DANS UNE EAU MINÉRALE

Les eaux minérales contiennent des espèces dissoutes. La législation impose un étiquetage précisant les quantités contenues dans un litre d'eau. Sur l'étiquette endommagée d'une bouteille d'eau minérale gazeuse, on peut lire les valeurs des concentrations massiques en ions données dans le tableau ci-dessous.

Les valeurs concernant les ions chlorure et calcium ne sont plus lisibles.

Cation	Sodium Na^+	Potassium K^+	Calcium Ca^{2+}	Magnésium Mg^{2+}
Concentration massique en $mg.L^{-1}$	1708	132	?	11
Anion	Hydrogénocarbonate HCO_3^-	Chlorure Cl^-	Sulfate SO_4^{2-}	Fluorure F^-
Concentration massique en $mg.L^{-1}$	4368	?	174	1

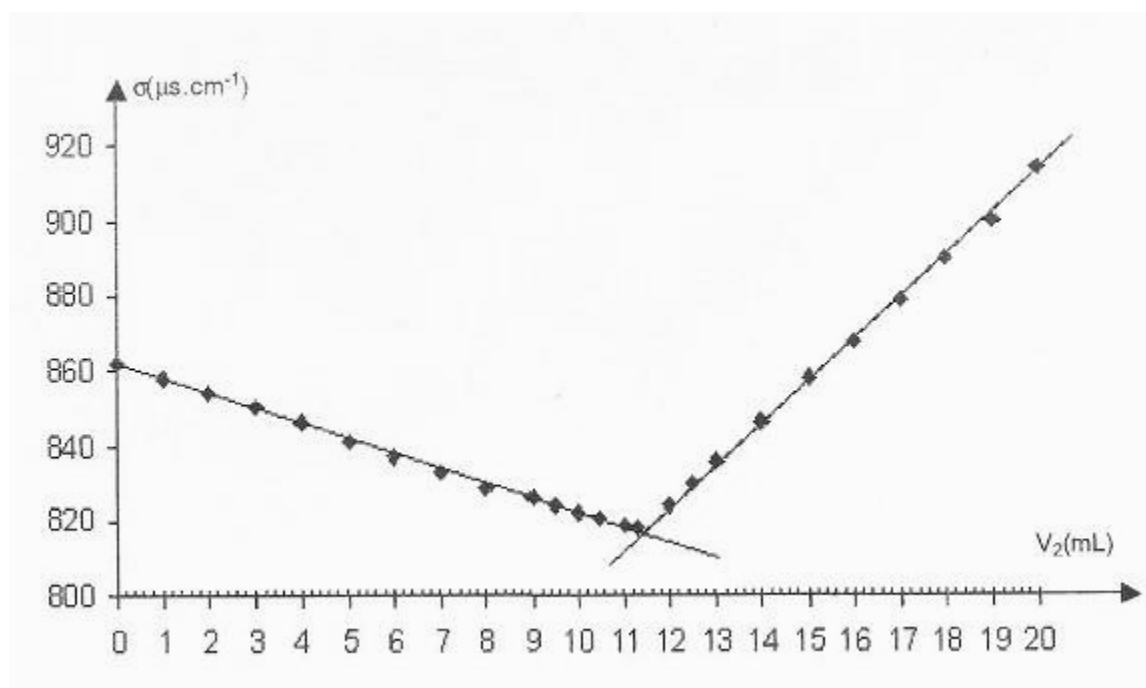
Cet exercice propose, en deux parties, deux méthodes de titrage pour retrouver les valeurs manquantes :

- un titrage par précipitation pour déterminer la concentration massique en ions chlorure Cl^- ,
- un titrage complexométrique pour déterminer la concentration massique en ions calcium Ca^{2+} .

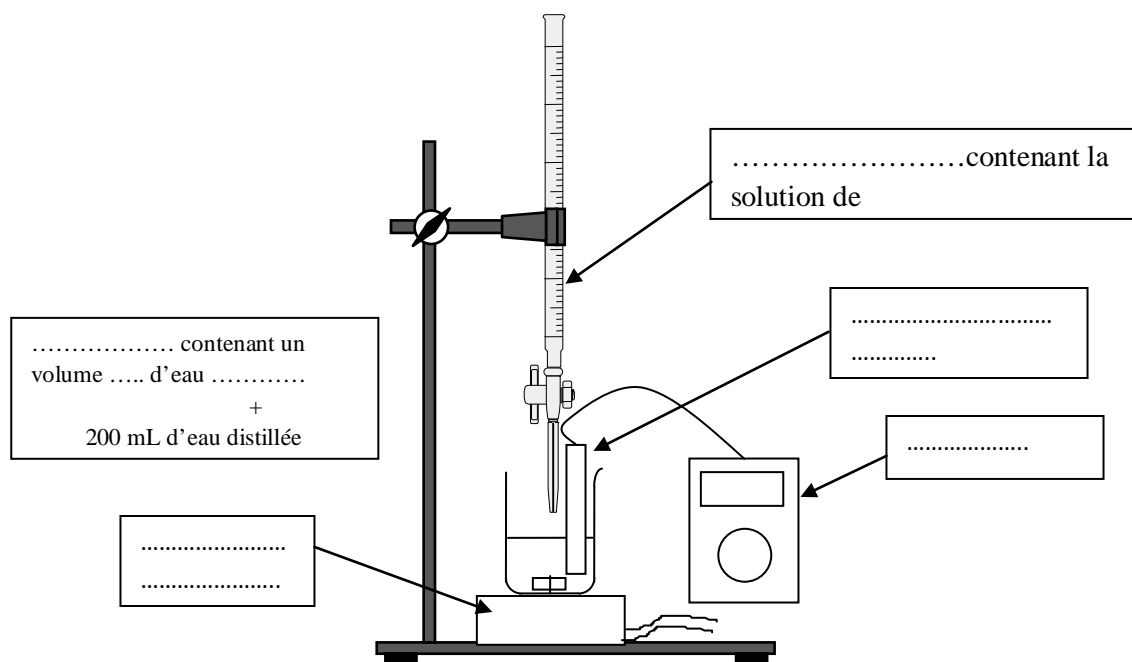
1. Première partie : titrage par précipitation des ions chlorure

On dégaze l'eau minérale par agitation et on prélève un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ que l'on introduit dans un grand bêcher. On rajoute un volume d'environ **200 mL** d'eau distillée. On plonge dans le milieu une cellule de conductimétrie. À l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement une solution aqueuse de **nitrate d'argent** ($Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$) de concentration molaire $c_2 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

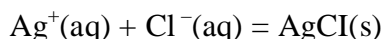
Le mélange obtenu dans le bêcher est maintenu sous une agitation régulière. On obtient la courbe d'évolution de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V_2 versé de la solution de nitrate d'argent.



1.1. Compléter le schéma ci-dessous du dispositif utilisé lors de ce titrage.



1.2. Lors de ce titrage, les ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ réagissent avec les ions argent $\text{Ag}^+(\text{aq})$ pour former un précipité blanc de chlorure d'argent $\text{AgCl}(\text{s})$. La transformation associée à la réaction est totale. L'équation de la réaction de précipitation est la suivante :



1.2.1. Ce titrage est-il direct ou indirect ?

1.2.2. En déduire la relation entre la quantité initiale n_I en mol des ions chlorure et la quantité de matière $n_{2\text{éq}}$ (en mol) d'ions argent versée à l'équivalence.

1.3. Quel événement correspond au point d'intersection des deux segments de droite de la courbe ? En déduire la valeur du volume $V_{2\text{éq}}$ de la solution de nitrate d'argent versée à l'équivalence.

1.4. En utilisant les questions précédentes, calculer la concentration molaire c_I des ions chlorure dans l'eau minérale étudiée.

1.5. Calculer la concentration massique notée t_I des ions chlorure dans cette eau minérale. On donnera le résultat en mg.L^{-1} .

Donnée : masse molaire atomique du chlore $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

2. Deuxième partie : titrage complexométrique des ions calcium

On utilise comme solution titrante, une solution d'acide ÉthylèneDiamineTétraAcétique connue aussi sous le nom d'EDTA. Ce titrage se fait en présence d'un indicateur coloré de fin de réaction et d'une solution tampon permettant de maintenir le pH de la solution entre 9 et 10.

On réalise le titrage d'un volume $V_1 = 20,0$ mL d'eau minérale par la solution d'EDTA de concentration molaire $c_2 = 5,0 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹. À l'équivalence, le volume versé d'EDTA est $V_{2\text{Eq}} = 10,8$ mL.

2.1. *En milieu basique, l'EDTA contient des ions notés Y^{4-} qui réagissent avec les ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) contenus dans l'eau minérale pour former des complexes très stables.*

Ecrire les équations de complexations des réactions.

2.2. *Soient $n_i(Ca^{2+})$ et $n_i(Mg^{2+})$ les quantités de matière initiales d'ions calcium et magnésium présents dans le volume V_1 d'eau minérale, $n_{2\text{Eq}}$ désigne la quantité de matière d'ions Y^{4-} versée pour atteindre l'équivalence. Quelle relation lie ces trois quantités de matière ?*

2.3. Montrer que la somme des concentrations molaires des ions calcium et magnésium est donnée par

la relation : $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = \frac{c_2 \cdot V_{2\text{Eq}}}{V_1}$

2.4. À l'aide de la valeur (donnée dans le tableau de l'introduction) de la concentration massique des ions magnésium contenus dans l'eau minérale étudiée, en déduire la valeur de la concentration massique (en mg.L⁻¹) des ions calcium dans cette eau.

Données : Masses molaires atomiques $M(Ca) = 40,1$ g.mol⁻¹ $M(Mg) = 24,3$ g.mol⁻¹

SUJET 16

Exercice 1 : LES DRONES GRAND PUBLIC

Exercice 2 : TITRAGE DU GLUCOSE DANS LA SOLUTION POUR PERFUSION DJIBPHARMA

Exercice 3 : DRÔLE DE BOBINE

Exercice 1 : LES DRONES GRAND PUBLIC

Les drones de loisirs à quatre hélices sont des véhicules aériens de faible dimension. Ils sont vendus au grand public comme un jeu pour l'intérieur ou l'extérieur.

Partie 1 : Connexion WIFI

De nombreux drones sont pilotés depuis un téléphone portable à l'aide d'une connexion Wifi. Un réseau Wifi permet une communication par ondes électromagnétiques entre différents appareils. Les connexions Wifi peuvent se faire suivant plusieurs protocoles de communication dont le protocole standard IEEE 802.11g dont les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Standard	IEEE 802.11g
Débit théorique maximal	54 Mbits/s
Fréquence des ondes électromagnétiques	2,4 GHz
Puissance d'émission maximale autorisée en France	100 mW
Distance de fonctionnement	Intérieur 20 m Extérieur 50 m
Modélisation de l'atténuation du signal à 2,4 GHz en fonction de la distance	$A = 40 + 20 \times \log(d)$ A atténuation en décibel (dB) d distance en mètres entre l'émetteur et le récepteur.

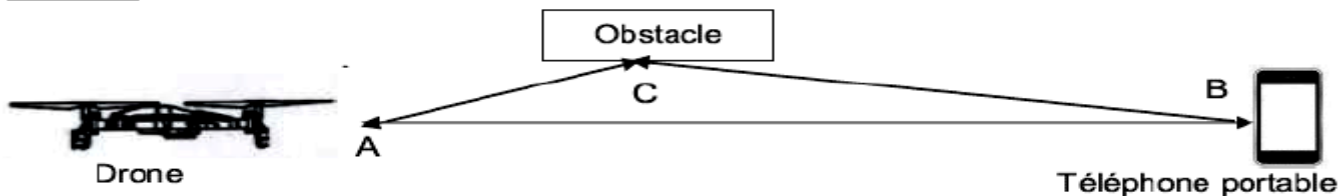
Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide et dans l'air :
 $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Les chemins multiples

« Les phénomènes de réflexion et de diffraction sont utiles pour capter le signal à un endroit où l'émetteur n'est pas visible : on dit qu'on est en condition de Non Line Of Sight (NLOS), c'est -à-dire que l'on n'a pas une ligne de vision directe. Mais les réflexions et diffractions peuvent également être nuisibles lorsqu'elles font apparaître de multiples chemins possibles entre l'émetteur et le récepteur. »

D'après *WiFi professionnel : La norme 802.11, le déploiement, la sécurité*. Aurélien Géron

Schéma : exemple de chemins multiples



Les signaux transmis en WiFi se dégradent avec la distance et avec les obstacles, ce qui limite la portée et le débit de la liaison. L'objectif de cette partie est de mettre en évidence quelques phénomènes physiques qui influencent la qualité de la transmission des informations en WiFi.

1.1. Transmission d'informations avec le protocole standard IEEE 802.11g

Un drone est piloté à l'aide d'un téléphone portable. Il est équipé d'une webcam de résolution **1280 x 720 pixels** filmant à 30 images par seconde. Le codage de chaque image est de **24 bits par pixel**. Il envoie ses informations au téléphone portable via le réseau WiFi.

- Identifier les éléments de la chaîne de transmission des images.
- Lorsque le drone s'éloigne du téléphone, le signal électromagnétique reçu par celui-ci s'affaiblit. Calculer l'atténuation du signal lorsque le drone se situe à **10 m** du téléphone portable.
- En déduire la puissance maximale que peut recevoir le téléphone lorsqu'il est situé à 10 m du drone.
- Le débit théorique maximal de la connexion WiFi permet-il de visualiser la vidéo en direct sur le téléphone portable ?

1.2. Les problèmes de transmission en WiFi

On aborde les problèmes de transmission entre le drone et le téléphone portable lorsque le drone se déplace à une vitesse de croisière de l'ordre de 3 m.s^{-1} .

- Calculer la longueur d'onde des signaux émis en WiFi.
- Un tronçonneau placé sur le trajet des ondes WiFi est-il susceptible de diffracter ces ondes ? Justifier.
- La superposition d'ondes ayant parcouru des chemins différents peut provoquer des interférences. À quelle condition obtient-on des interférences destructives ? Dans ce cas, quelle sera la conséquence sur la valeur de la puissance reçue ?
- τ_1 et τ_2 représentent respectivement les durées du trajet de l'onde A-C-B et A-B entre le drone et le téléphone. On définit la durée $\Delta t = \tau_1 - \tau_2$. Parmi les 4 valeurs de Δt suivantes, indiquer celle(s) qui conduit (conduisent) à des interférences destructives. Justifier votre réponse.
 $T/2$, T , $k.T$, $k.T + T/2$, $k.T/2$ k est un entier

Partie 2 : Étude dynamique du vol d'un drone

Dans cette partie, on étudie le mouvement du drone dépourvu de webcam dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le drone étudié, de masse **110 g**, est assimilé à un point matériel noté G.

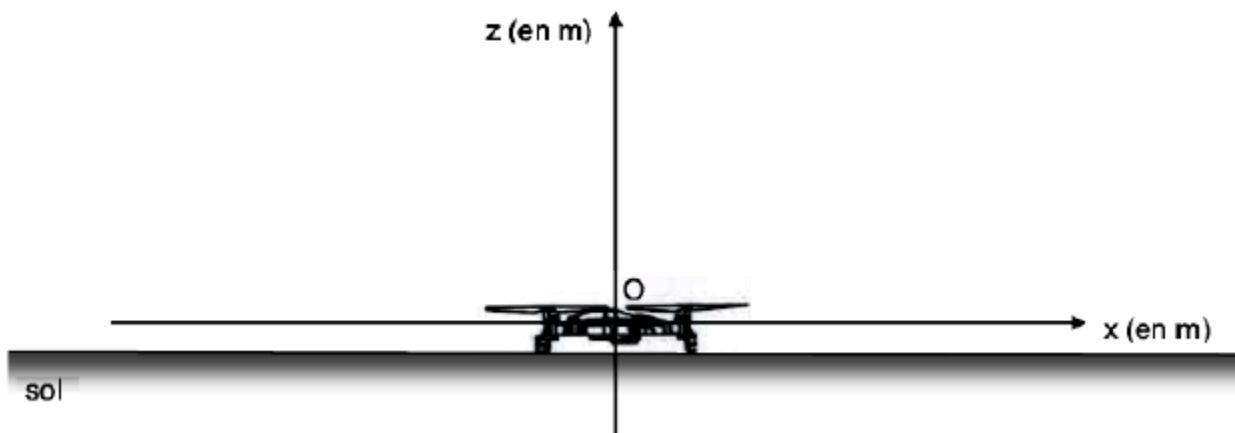
Donnée : Le champ de pesanteur terrestre est considéré uniforme ; la valeur de son intensité g vaut **$9,8 \text{ N.kg}^{-1}$** .

2.1. Estimation de la valeur de la force de poussée

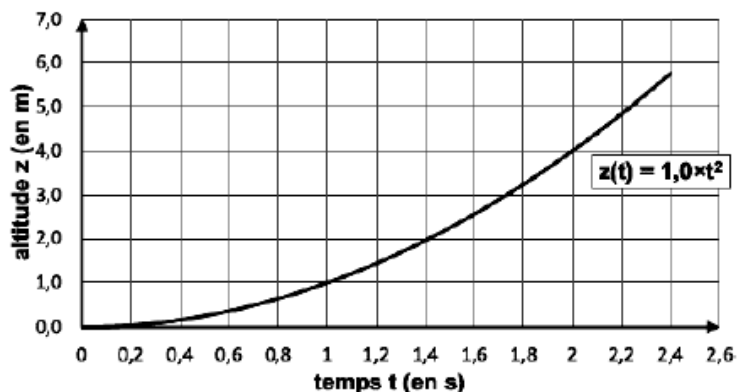
Un film du décollage vertical a été réalisé afin de déterminer la force de poussée exercée sur le drone.

Le schéma ci-dessous représente la position du drone à l'instant initial. Le point O est l'origine du repère.

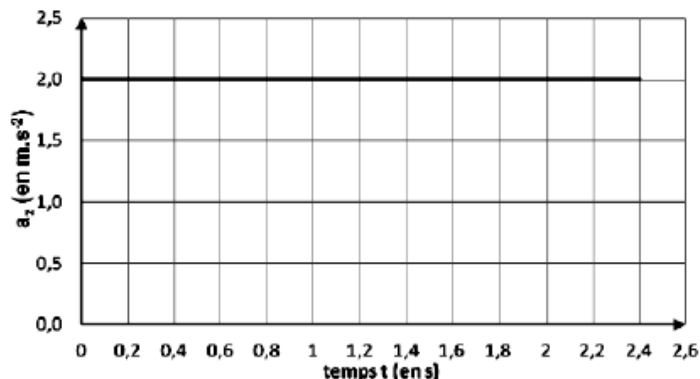
Ce schéma est tracé sans souci d'échelle.



L'exploitation du film a permis d'obtenir l'évolution dans le temps des grandeurs $z(t)$ et $a_z(t)$, respectivement coordonnées suivant l'axe vertical du vecteur position et du vecteur accélération du drone, et les 2 courbes de la page suivantes modélisant l'évolution de ces grandeurs.



Courbe 1 : Évolution temporelle de l'altitude du drone par rapport au sol



Courbe 2 : Évolution temporelle de l'accélération verticale du drone lors du décollage.

- À partir de ces courbes, établir l'expression $v_z(t)$ de la coordonnée suivant l'axe vertical (Oz) du vecteur vitesse du drone.
- On suppose que seuls le poids \vec{P} et la force de poussée \vec{F} agissent sur le drone lors de la phase de décollage vertical. Comparer qualitativement les valeurs des forces \vec{F} et \vec{P} lors du décollage. Justifier votre réponse.
- Calculer la valeur de la force de poussée lors du décollage.
- On souhaite fixer une webcam de masse m_w , sur ce drone. Quelle serait, en théorie, la masse maximale de cette webcam au-delà de laquelle le décollage ne serait plus possible ?

2.2. Conséquence d'une perte de communication sur le vol du drone

Le drone, dépourvu de webcam, est à présent animé d'un **mouvement rectiligne uniforme à l'altitude constante $h = 7,0 \text{ m}$** et à la vitesse $v_0 = 4,0 \text{ m.s}^{-1}$. On choisit dans cette partie une nouvelle origine des temps. À l'instant $t = 0 \text{ s}$, la communication entre le drone et le téléphone portable est rompue, alors que le drone vole en direction d'une piscine. Les moteurs s'arrêtent. La valeur de la force de poussée devient nulle. On considère que le drone est *en chute libre* alors qu'il est à la verticale d'un point situé à une distance $d = 20 \text{ m}$ de la piscine de largeur $L = 5 \text{ m}$.

- Proposer une schématisation légendée de la situation.
- En détaillant la démarche, établir les équations horaires du mouvement du drone.
- Déterminer le temps dont dispose l'opérateur pour rétablir la communication avant que le drone ne touche le sol.
- Le drone tombe-t-il dans la piscine si la communication n'est pas rétablie ?

Exercice 2 : TITRAGE DU GLUCOSE DANS LA SOLUTION POUR PERFUSION **DJIBPHARMA**

La solution pour perfusion **Glucose 5 % DjibPharma** est utilisée comme véhicule et solvant pour les médicaments contre le paludisme par exemple. Elle est vendue dans les pharmacies sous forme de poche en plastique de **500 mL**. L'indication **5 %** signifie : dans **100 mL** de cette solution, il y a **5 g** de glucose.

Dans le laboratoire d'un lycée, un élève voudrait vérifier cette indication. Pour cela, il utilise un titrage par une réaction d'oxydoréduction.



I. Principe du titrage

On réalise un mélange composé d'une solution de diiode en excès, de la solution de glucose et d'une solution d'hydroxyde de sodium. Dans ce milieu basique, d'abord le diiode I_2 se transforme totalement en ions iodure I^- et ions iodate IO_3^- selon la **réaction 1** :



Ensuite le glucose noté **R-CHO** est oxydé en ion gluconate noté **R-CO₂⁻** par les ions iodate IO_3^- selon la **réaction 2** : $IO_3^- + 3R-CHO + 3HO^- \rightarrow I^- + 3R-CO_2^- + H_2O$.

Après, on acidifie le milieu réactionnel : les ions iodate en excès sont réduits en diiode qui sera dosé par des ions thiosulfate.

Le diiode est la seule espèce colorée dans ce mélange réactionnel. Il est de couleur brune en solution.

Données : couples oxydo-réducteurs : I_2/I^- ; IO_3^-/I^- ; IO_3^-/I_2 ; $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$;

Masse molaire du glucose: $M = 180 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1.1. Quel est le rôle de la solution d'hydroxyde de sodium dans le mélange ?
- 1.2. En utilisant les données de l'exercice, quels sont les deux couples oxydo-réducteurs mise en jeu dans la réaction 1 ?
- 1.3. Comment évolue la couleur du mélange au cours du temps ?
- 1.4. Dans la réaction 2, le glucose est-il un oxydant ou un réducteur ? Justifier votre réponse.
- 1.5. Écrire la demi-équation traduisant la réduction des ions iodate en milieu acide.

II. Manipulation

À partir de la solution de glucose pharmaceutique S_0 , l'élève prépare d'abord une solution S_1 de volume **50,0 mL** diluée **10 fois**. Ensuite dans un erlenmeyer de **100 mL**, il verse un volume

$V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution S_1 , un volume $V_2 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de diiode de concentration molaire $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et **5 mL** de solution concentrée d'hydroxyde de sodium. Dans ce mélange réactionnel, le diiode est en excès face au glucose.

Après environ **30 mn**, il ajoute dans l'erlenmeyer **10 mL** de solution concentrée d'acide chlorhydrique. Ensuite il titre l'excès de diiode par une solution de thiosulfate de sodium de concentration $C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume versé à l'équivalence est alors $V_{eq} = 14,4 \text{ mL}$.

Pour la suite de l'exercice et dans un souci de clarté, on supposera que le glucose réagit **totalemment** avec le diiode selon la **réaction 3** : **$R-CHO + I_2 + 3HO^- \rightarrow R-COO^- + 2I^- + 2H_2O$** .

L'excès de diiode est ensuite titré par une solution de thiosulfate de sodium ($2Na^+ + S_2O_3^{2-}$).

L'équation-bilan de la réaction de titrage est : **$I_2 + 2 S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$** .

On note respectivement n_1 et n_2 les quantités initiales de glucose et de diiode introduites dans l'erenmeyer.

- 2.1. Décrire brièvement la préparation de la solution diluée S_1 effectuée par l'élève en précisant la verrerie utilisée (nom et volume).
- 2.2. Recopier et compléter en fonction des quantités de matière n_1 , n_2 , x et x_{max} le tableau d'avancement se trouvant à la fin de l'exercice.
- 2.3. Calculer la quantité n_2 de diiode initialement introduite dans l'erenmeyer.
- 2.4. Définir l'équivalence. Comment peut-on le repérer ?
- 2.5. Ce type de titrage est – il un titrage direct ou indirect ? Justifier votre réponse.
- 2.6. Déterminer la quantité n_{2ex} de diiode en excès titrée à l'équivalence. Cette quantité correspond à la quantité de diiode restante dans le mélange à la fin de la réaction.
- 2.7. Montrer que la concentration molaire C_1 de la solution diluée S_1 peut s'écrire : **$C_1 = 5 x (V_2 - V_{eq})$** avec les **volumes V_2 et V_{eq} exprimés en L**. Calculer C_1 .
- 2.8. En déduire la concentration molaire C_0 de la solution pharmaceutique S_0 . L'indication de **5 %** portée sur la poche en plastique est – elle correcte ? Justifier votre réponse.

*Un médecin a prescrit à un patient de **83 kg** une perfusion avec cette solution **Glucose 5 % DjibPharma** pour une durée de **8 heures**. Pour éviter une hyperglycémie, le débit de perfusion ne doit pas dépasser certaine limite.*

*Pour une masse corporelle de **1 kg**, la dose maximale de glucose à administrer au patient est de **5 mg par minute**.*

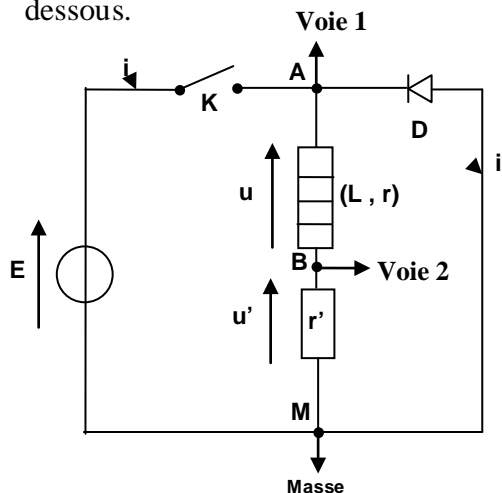
- 2.9. Combien de poche de 500 mL de la solution Glucose 5 % DjibPharma, doit prévoir le médecin pour ce patient ?

Équation chimique		$R-CHO + I_2 + 3HO^- \rightarrow R-COO^- + 2I^- + 2H_2O$					
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)					
État initial	0			excès			excès
État en cours de transformation	x			excès			excès
État final	x_{max}			excès			excès

Exercice 3 : DRÔLE DE BOBINE

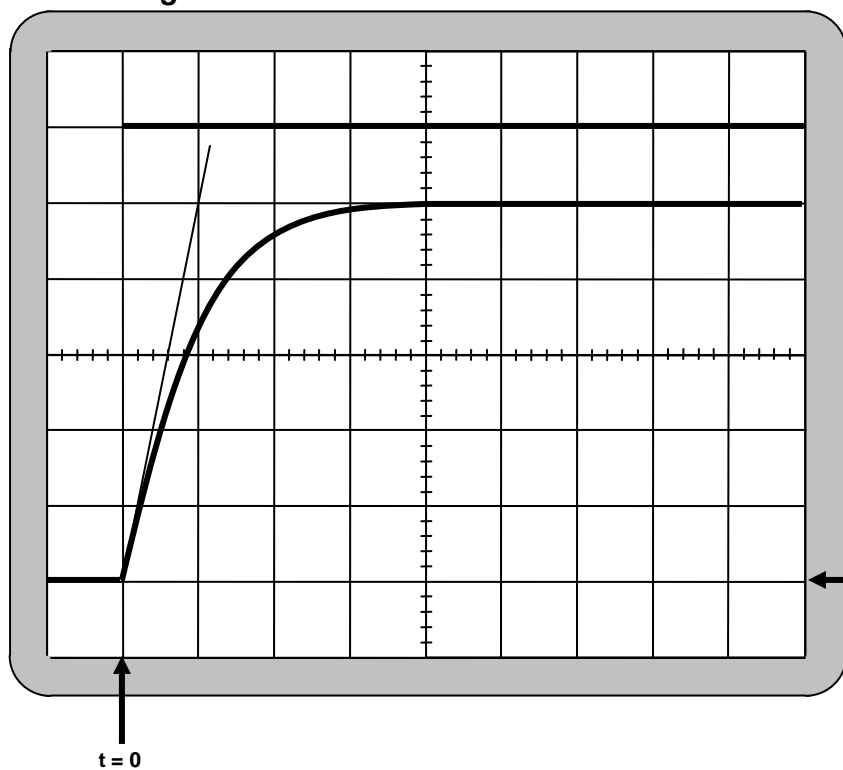
1. Une bobine d'inductance L , de résistance r , et un conducteur ohmique de résistance $r' = 50 \Omega$ sont reliés en série à un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 6,0 \text{ V}$. Lorsque qu'un courant permanent est établi, un ampèremètre indique une intensité $I_0 = 100 \text{ mA}$. En déduire la résistance r de la bobine.

2. Avec les mêmes composants (bobine, conducteur ohmique et générateur), on a réalisé le circuit schématisé ci-dessous.



Les points A et B sont connectés aux voies 1 et 2 d'un oscilloscope à mémoire et la diode D est idéale (lorsqu'elle conduit le courant, la tension entre ses bornes est nulle). A la date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on observe l'oscillogramme n°1 donné ci-dessous.

Oscillogramme n°1



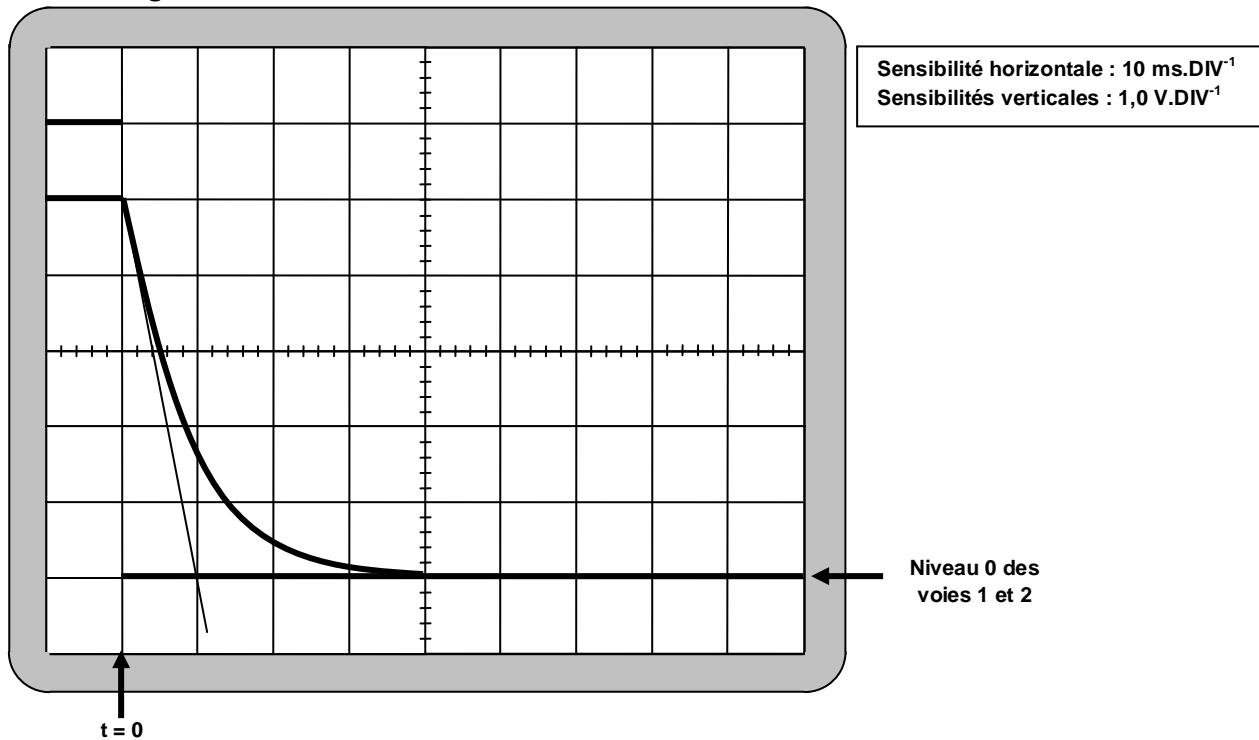
Sensibilité horizontale : 10ms/DIV
Sensibilité verticale : 1,0V/DIV

Niveau 0 des
voies 1 et 2

- Quelles sont les tensions observées sur les deux voies de l'oscilloscope ?
- Donnez les expressions de la tension u aux bornes de la bobine et de la tension u' aux bornes du conducteur ohmique. En déduire une relation entre r , r' , L , i , $\frac{di}{dt}$ et E .

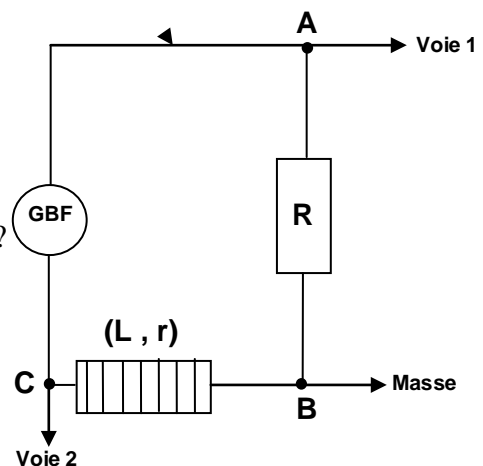
- c) Donnez l'expression de l'intensité I_0 du courant en régime permanent.
- d) Vérifiez, par le calcul et à partir de l'oscillogramme n°1, la valeur numérique de l'intensité I_0 trouvée dans la première question.
- e) Retrouvez, toujours à partir de l'oscillogramme n°1, la valeur de la résistance r de la bobine.
- f) Déterminez, à la date $t = 0$, l'expression de $\frac{di}{dt}$ en fonction de E et L .
- g) Définissez la constante de temps τ du circuit contenant le générateur et montrez que : $\left(\frac{du_{BM}}{dt}\right)_{t=0} = \frac{I_0}{\tau} \cdot r'$
- h) Utilisez le résultat précédent pour calculer la valeur de τ . En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.
3. On ouvre l'interrupteur et on observe alors l'oscillogramme n°2 donné **ci-dessous**. Interprétez le phénomène observé.

Oscillogramme n°2



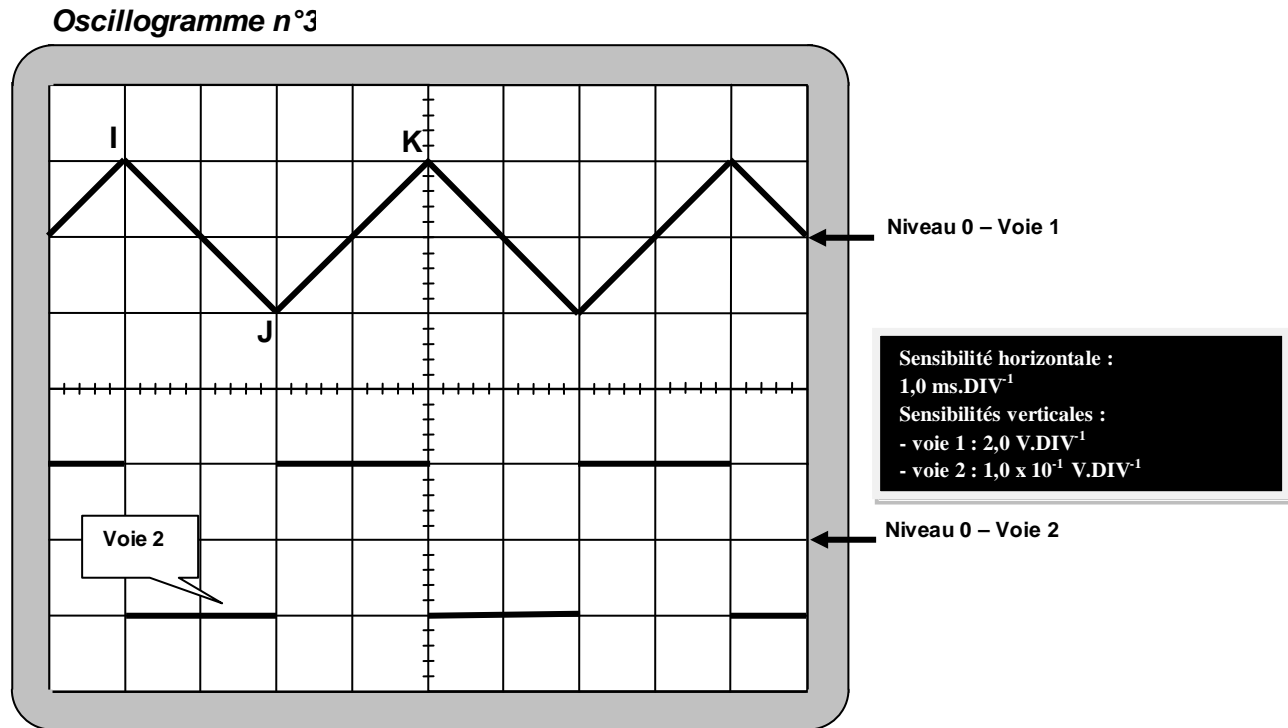
4. La bobine précédente est insérée dans le circuit ci-après. Le GBF est de classe II, c'est à dire que sa masse n'est pas reliée à la terre. Il est réglé sur la fonction « signal triangulaire ». La valeur de la résistance R est $12 \text{ k}\Omega$. La résistance de la bobine r est suffisamment faible pour que l'on puisse toujours considérer le produit $r \cdot i$ négligeable devant $L \cdot \frac{di}{dt}$.

- a) Quelle est la tension u_1 détectée sur la voie 1 ?
- b) Exprimez u_1 en fonction de R et de i .
- c) Sachant que la touche « inverse » de l'oscilloscope est enfoncée, quelle est la tension u_2 détectée sur la voie 2 ?



d) Montrez qu'en négligeant la résistance r de la bobine on a la relation : $u_{BC} = \frac{L}{R} \cdot \frac{du_{AB}}{dt}$.

e) Interprétez, qualitativement et numériquement, le signal observé sur la voie 2 en considérant les parties IJ et JK de l'oscillogramme n°3 donné ci-dessous.



SUJET 17

Exercice 1 : ANALYSER LES ÉMISSIONS D'UN POT D'ÉCHAPPEMENT

Exercice 2 : CONTRÔLE DE LA PRESSION DES PNEUS = SECURITÉ

Exercice 3 : AUTOUR D'UN ESTER

Exercice 1 : ANALYSER LES ÉMISSIONS D'UN POT D'ÉCHAPPEMENT

Pour analyser les gaz d'échappement d'une voiture et vérifier son bon fonctionnement, les garagistes utilisent un spectroscope infrarouge. Ils détectent ainsi la présence de monoxyde de carbone CO, gaz inodore et dangereux, signe d'une combustion incomplète du carburant.

De la même façon qu'on peut caractériser des atomes à partir de leur spectre d'absorption dans le domaine visible, on peut identifier des molécules de gaz comme le chlorure d'hydrogène et le monoxyde de carbone par leur spectre d'absorption dans le domaine de l'infrarouge. Pour certaines fréquences, les radiations infrarouges sont absorbées : on obtient des «pics d'absorption» dont les fréquences sont caractéristiques des liaisons covalentes dans la molécule.

L'étude de la molécule de monoxyde de carbone CO étant complexe, on étudie en première approche une molécule dont le comportement est voisin : la molécule de chlorure d'hydrogène HCl.

La molécule de chlorure d'hydrogène HCl

Le spectre infrarouge du chlorure d'hydrogène HCl est représenté ci-contre ; les pics correspondent aux vibrations de la liaison H-Cl (voir **figure 1**).

Cette liaison entre H et Cl est modélisée par un ressort à spires non jointives suivant un axe de vecteur unitaire \vec{e}_x (voir **figure 2**).

L'atome de chlore est considéré comme fixe dans le référentiel terrestre, on étudie le mouvement de l'atome d'hydrogène H. Ce système est modélisé par un objet de masse m , de centre d'inertie G, relié à une extrémité d'un ressort de raideur k , de masse négligeable ; la seconde extrémité du ressort est fixe.

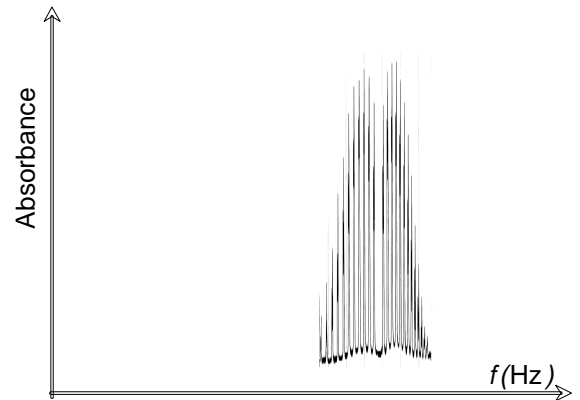


Figure 1. Spectre infrarouge du chlorure d'hydrogène HCl

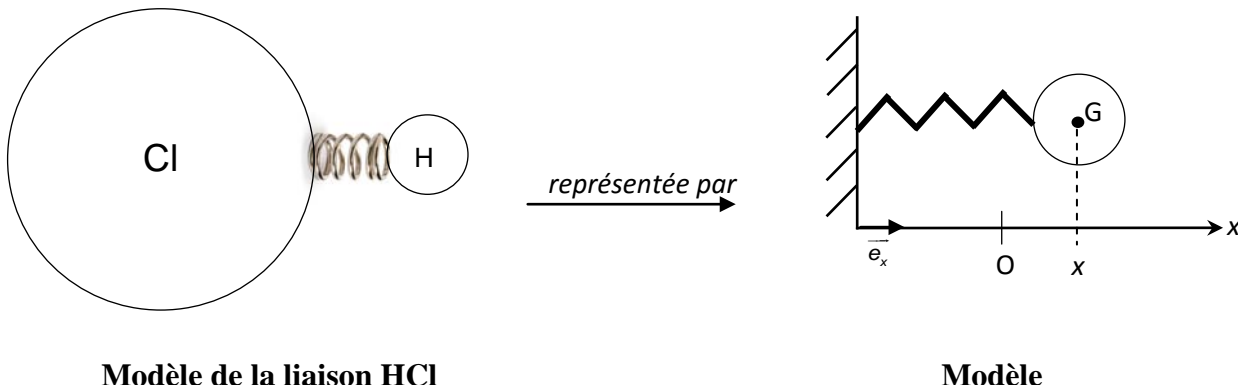


Figure 2. Modélisation de la molécule HCl

On ne considère que la force de rappel agissant sur l'objet de masse m . A l'équilibre, la position du centre d'inertie G est à l'abscisse $x = 0$. On donne l'expression de la force de rappel \vec{F} du ressort en fonction de la constante de raideur k , de l'élongation x et du vecteur \vec{e}_x : $\vec{F} = -k.x.\vec{e}_x$

1. Reproduire le schéma du modèle mécanique de la **figure 2** sur votre copie et y dessiner cette force. Justifier le signe négatif dans l'expression précédente.
2. La masse du ressort étant négligeable devant m , montrer que l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie G suivant l'axe (Ox) est :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

3. En considérant que $x(t) = X_M \cdot \cos\left(\frac{2\pi t}{T_0}\right)$ est solution de l'équation différentielle, où X_M est une constante positive, montrer que l'expression de la période propre du système oscillant T_0 est $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

4. Montrer que l'expression de la constante de raideur k en fonction de la fréquence propre f_0 s'écrit : $k = 4\pi^2.m.f_0^2$ (**relation 1**).

On définit l'énergie mécanique totale E_m du système comme la somme de l'énergie potentielle élastique E_{pe} et de l'énergie cinétique E_c . L'énergie potentielle élastique est nulle pour $x = 0$.

5. Donner l'expression générale de E_m en fonction de k , x , m et de la vitesse v du centre d'inertie G.
6. Établir l'expression de l'énergie mécanique du système lorsque l'élongation est maximale.
7. En appliquant le principe de conservation de l'énergie du système, montrer qu'à tout instant $E_m = 2\pi^2.m.f_0^2.X_M^2$ (**relation 2**).

Caractéristiques de la liaison H-Cl

Un rayonnement électromagnétique de fréquence f permet de produire des oscillations forcées de la liaison H-Cl. On fait varier cette fréquence de manière à provoquer un phénomène de résonance, ce qui permet de déterminer la valeur de la fréquence propre f_0 de la liaison H-Cl.

Données :

- masse d'un noyau d'hydrogène : $m(\text{H}) = 1,67 \times 10^{-27}$ kg ;
 - fréquence propre de vibration de la liaison H-Cl : $f_0 = 8,7 \times 10^{13}$ Hz.
8. Quelle fréquence f doit avoir le rayonnement électromagnétique pour que la liaison H-Cl oscille à sa fréquence de résonance f_0 ?

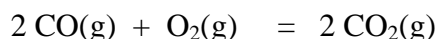
9. À partir de la **relation 1**, calculer la constante de raideur k du ressort modélisant la liaison H-Cl.
10. On suppose que l'absorption d'un rayonnement de fréquence f_0 donne une énergie mécanique $E_m = 6,62 \times 10^{-34} \times f_0$ (**relation 3**) à la molécule initialement au repos. À l'aide **des relations 2 et 3**, exprimer X_M en fonction de m et f_0 . Calculer sa valeur.
11. Le modèle utilisé reste valide si l'élongation maximale X_M ne dépasse pas 10% de la longueur de la liaison H-Cl qui vaut environ $1,6 \times 10^{-10}$ m. Cette condition est-elle respectée ? Justifier.

Détection et oxydation du monoxyde de carbone

Les figures 3 et 4 en fin d'exercice donnent des spectres **de l'absorbance** des gaz d'échappement pour deux voitures (A) et (B) moteur chaud. La voiture (A) date de 1942, la voiture (B) de 2002. On précise que l'absorbance des différents gaz est proportionnelle à leur concentration.

12. Sachant qu'en 2002 les normes en émissions de CO étaient plus strictes qu'en 1942 et que les deux voitures respectent les normes de leur époque, indiquer la figure qui correspond à la voiture B. Justifier.
13. Expliquer, d'après l'une des figures 3 et 4, en quoi la composition des gaz d'échappement de la voiture de 2002 permet de dire que la combustion du carburant est complète.
14. Dans un premier temps, les progrès en termes d'émissions furent obtenus grâce aux pots catalytiques. Sur une voiture récente, on cherche à connaître les conditions optimales d'utilisation d'un pot catalytique. Les figures 5 et 6 en fin d'exercice représentent les spectres de l'absorbance des émissions de la même voiture obtenus moteur froid et moteur chaud. Que peut-on en déduire sur l'efficacité du pot catalytique ?

On s'intéresse à la réaction d'oxydation du monoxyde de carbone en présence de catalyseur qui a lieu dans le pot catalytique. L'équation de cette réaction s'écrit :



Dans un flacon de volume V , on introduit les quantités de matière suivantes : $n_0(\text{CO})$ la quantité de matière initiale de CO, $n_0(\text{O}_2)$ celle de dioxygène et $n_0(\text{CO}_2)$ celle de dioxyde de carbone.

15. Définir un catalyseur.
16. Donner une méthode physique permettant de suivre cette réaction.
17. Compléter le tableau descriptif de l'évolution du système donné à la page suivante, en respectant les notations ci-dessus.

Équation chimique		$2 \text{ CO (g)} + \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ CO}_2 \text{ (g)}$		
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)		
État initial	$x = 0$			
État intermédiaire	x			
État final	x_f			

18. Exprimer l'avancement x de la réaction en fonction de $n_0(\text{CO})$ et de $n(\text{CO})$ quantité de matière à la date t de monoxyde de carbone.
19. Comment évolue la quantité de matière $n(\text{CO})$ en fonction du temps ? En déduire l'évolution de la vitesse de réaction.

Figure 3. Spectre d'absorption des gaz d'échappement d'une des voitures

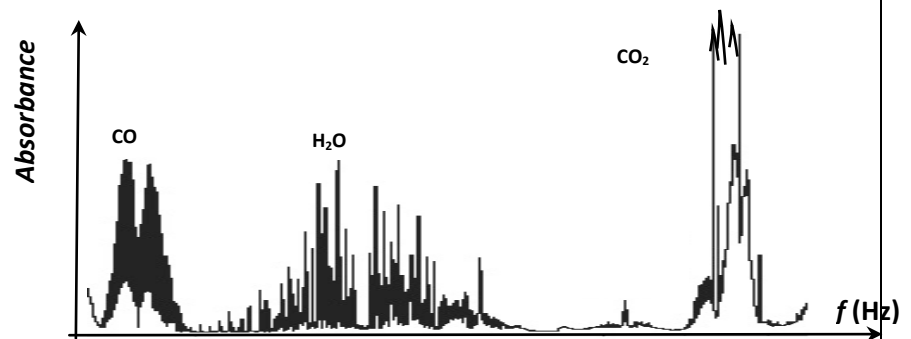


Figure 4. Spectre d'absorption des gaz d'échappement de l'autre voiture

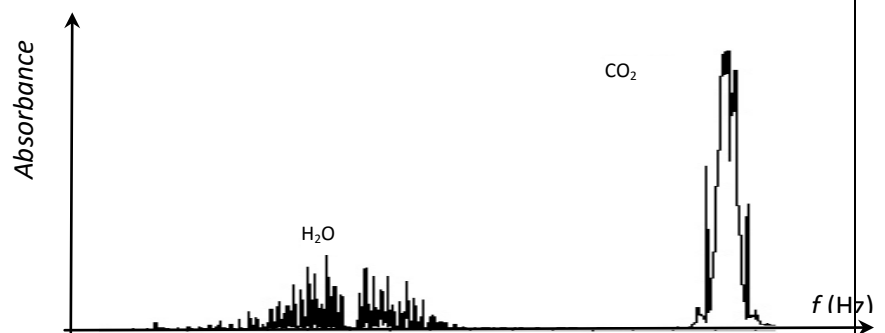
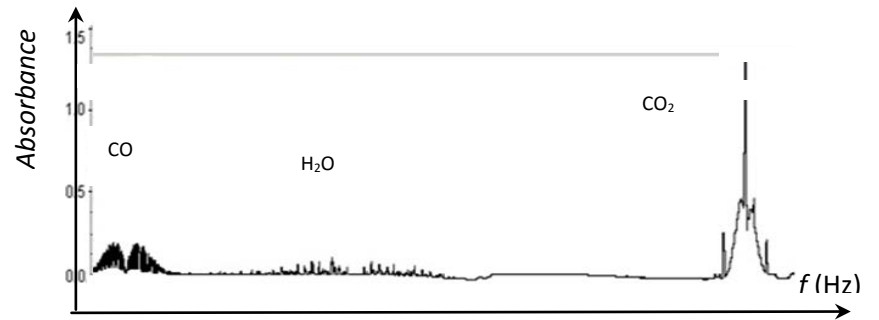
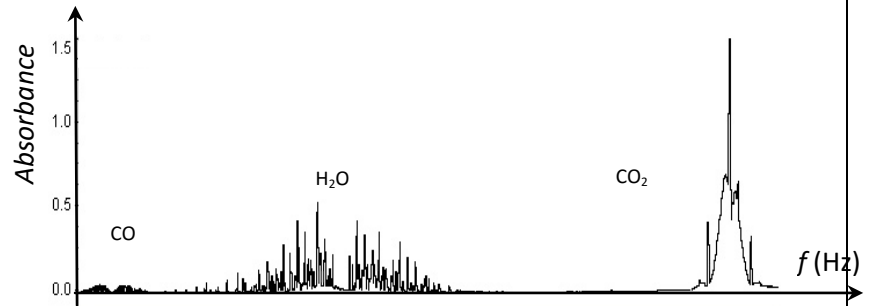


Figure 5. Spectre d'absorption au démarrage moteur froid (voiture équipée d'un pot catalytique)



Moteur froid

Figure 6. Spectre d'absorption obtenu moteur chaud (voiture équipée d'un pot catalytique)



Moteur chaud

Exercice 2 : CONTRÔLE DE LA PRESSION DES PNEUS = SECURITÉ

Les pneus sous-gonflés et mal entretenus s'usent plus vite. Ils entraînent une consommation plus importante de carburant et augmentent le risque d'accident dû à leur éclatement. Le contrôle nécessaire de la pression peut se faire maintenant grâce à des capteurs fixés à l'intérieur des pneus. Certains capteurs de pression comportent entre autres un condensateur qui a la particularité d'avoir une capacité qui varie avec la pression.

Ce type de condensateur, schématisé sur la **figure 7**, est constitué :

- d'une membrane déformable servant de première armature au condensateur ;
- d'une deuxième armature fixe posée sur un bloc en verre incassable.

Lorsque la pression de l'air comprimé dans le pneu varie, la distance entre les deux armatures du condensateur change, ce qui modifie la valeur de la capacité du condensateur.

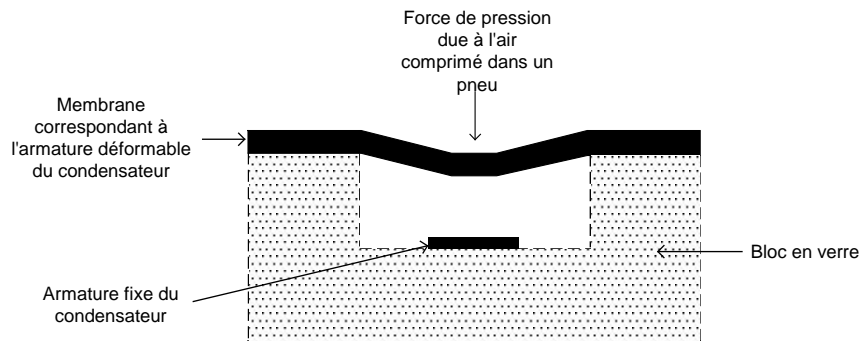


Figure 7

Dans cet exercice on étudie le principe de fonctionnement d'un capteur de pression utilisé dans certains camions.

Caractéristiques du condensateur de capacité variable

On étudie dans cette partie la variation de la capacité du condensateur en fonction de la pression de l'air comprimé mis en contact avec l'armature déformable. L'expérience réalisée en laboratoire est schématisée sur la **figure 8**.

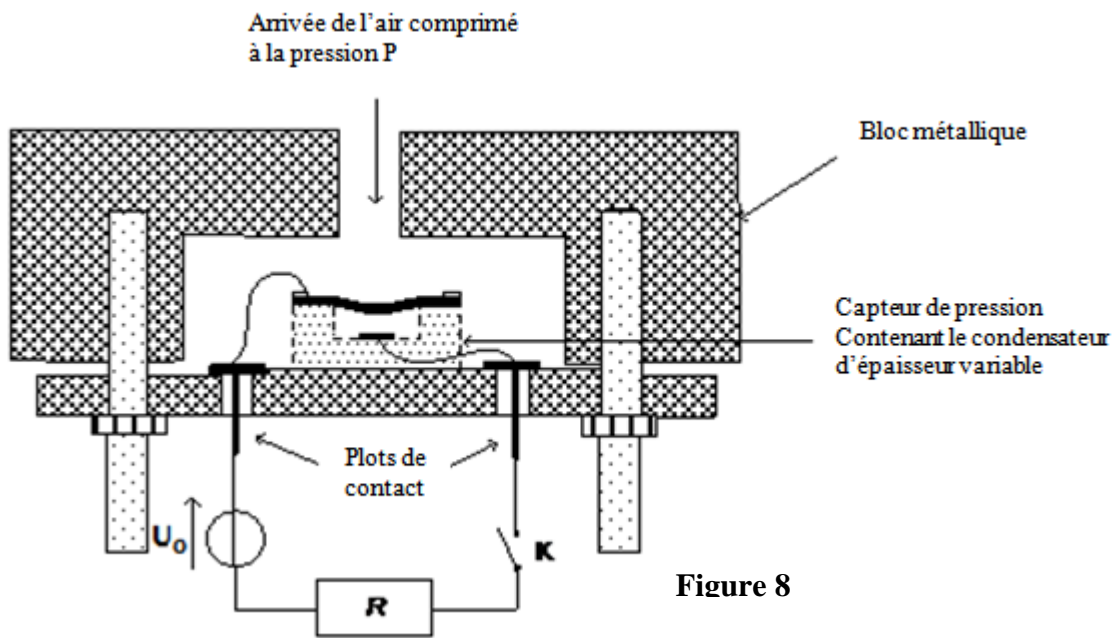


Figure 8

Le condensateur de capacité variable est alors intégré à un circuit électrique comportant un générateur de tension continue $U_0 = 10 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \text{ k}\Omega$ et un interrupteur. Le circuit électrique équivalent est schématisé sur la **figure 9**.

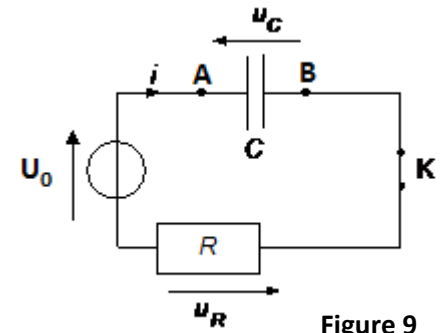
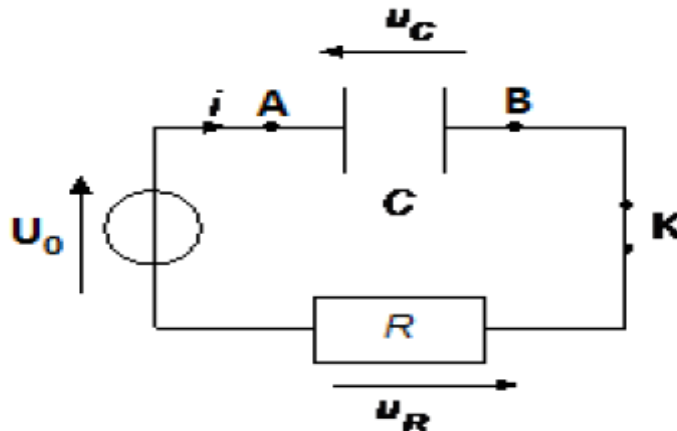


Figure 9

À $t_0 = 0 \text{ s}$, instant de fermeture de l'interrupteur K, la charge du condensateur est nulle.

Partie A Étude théorique.

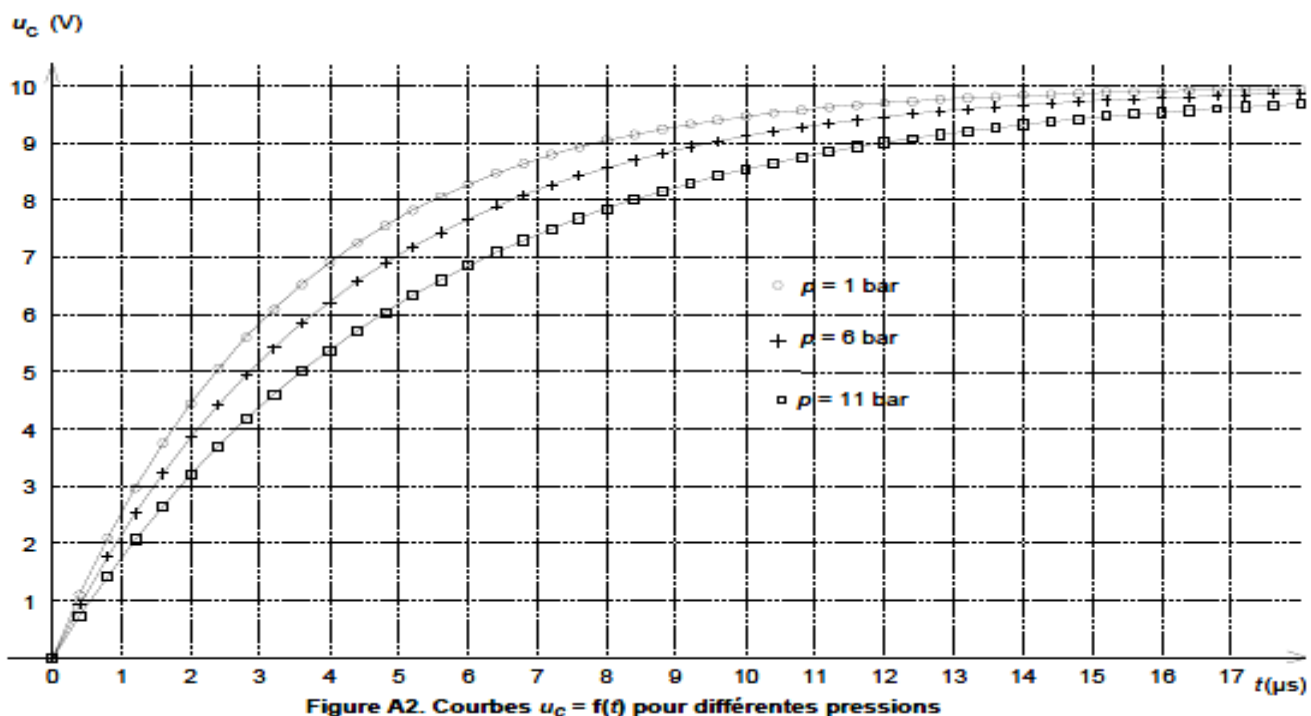
1. Indiquer en justifiant les signes des charges des armatures A et B sur le circuit donné ci-dessous.



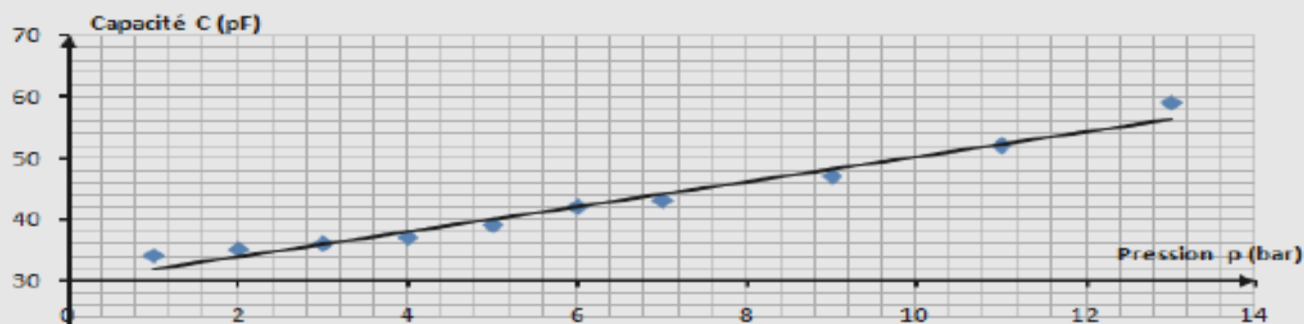
- Représenter en justifiant le vecteur champ électrique \vec{E} entre les armatures A et B le circuit donné ci-dessus
- Donner l'expression littérale de la constante de temps τ . Montrer que cette grandeur a la même unité qu'une durée.

LA FIGURE A2 donnée ci-dessous représente l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps pour différentes valeurs de la pression p de l'air comprimé arrivant sur la membrane.

- En utilisant LA FIGURE A2 donnée à la page suivante déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ pour une pression $p = 6$ bars. Expliquer la méthode employée.
- En déduire la valeur de la capacité C correspondante.



- Pour un camion de 38 tonnes dont les pneus sont normalement gonflés, la capacité du condensateur est $C_1 = 45$ pF. À l'aide de la courbe d'étalonnage figure A3 donnée ci-dessous, en déduire la valeur de la pression des pneus correspondante.



Dans le capteur de certains camions, le condensateur est associé à une bobine d'inductance L . Grâce à la mesure de la période propre T_0 des oscillations du circuit (L, C) ainsi formé, un dispositif permet au conducteur du camion de contrôler la pression des pneus.

Dans cette partie, on cherche à savoir si les pneus d'un camion de 38 tonnes sont correctement gonflés.

On réalise la décharge du condensateur initialement chargé sous une tension continue de 10 V à travers une bobine de résistance interne négligeable et d'inductance $L = 16$ mH comme indiquée sur la **figure 10**.

L'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps a été enregistrée à la fermeture de l'interrupteur en position 2, elle est représentée sur la **figure 11** ci-dessous.

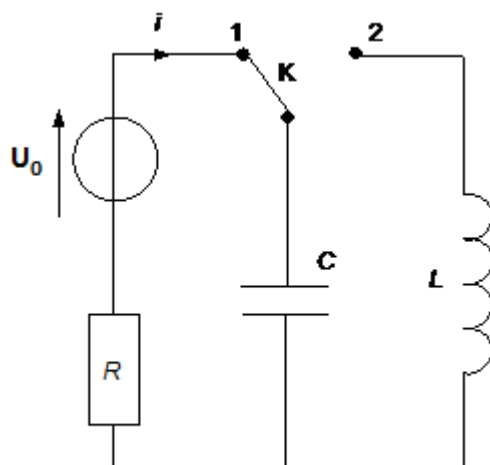


Figure 10

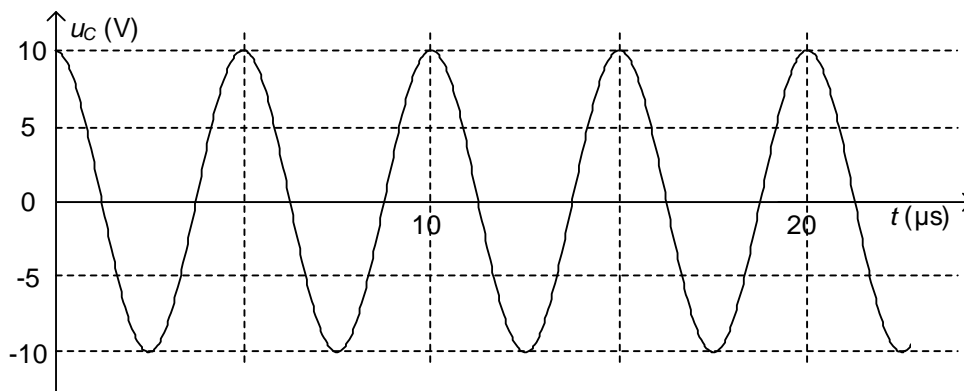


Figure 11. Courbe $u_C = f(t)$ pour le pneu

7. Nommer le régime correspondant à l'évolution temporelle de la tension u_C aux bornes du condensateur.
8. Donner l'expression littérale de la période propre T_0 du circuit (L, C) .
9. Utiliser la figure 11 pour déterminer la valeur de T_0 . En déduire la valeur de la capacité notée C_2 du condensateur.
10. En comparant la valeur de C_2 à celle de C_1 donnée à la question 6, en déduire si les pneus sont sous-gonflés ou sur-gonflés. Justifier.

Exercice 3 : AUTOUR D'UN ESTER

On réalise la synthèse d'un ester E en faisant réagir un acide carboxylique AH et l'alcool éthylique.

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

1. Acide carboxylique AH

Données :

- Conductivités molaire ionique à 25°C ($\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$) : $\lambda(\text{A}^-) = 5,46$; $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0$
- Constantes d'acidité de quelques couples acide/base :

Couple acide/base	Constante d'acidité K_A
HCOOH/HCOO ⁻	$1,8 \cdot 10^{-4}$
CH ₃ COOH/CH ₃ COO ⁻	$1,8 \cdot 10^{-5}$
C ₂ H ₅ COOH/C ₂ H ₅ COO ⁻	$1,3 \cdot 10^{-5}$

Dans une fiole jaugée de volume 100,0 mL, on introduit une masse **m** d'un acide carboxylique noté AH (de masse molaire **46,0 g.mol⁻¹**) puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on homogénéise. On dispose d'une solution **S** de concentration molaire **C = 0,10 mol.L⁻¹**. On mesure la conductivité de la solution **$\sigma = 170 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$** .

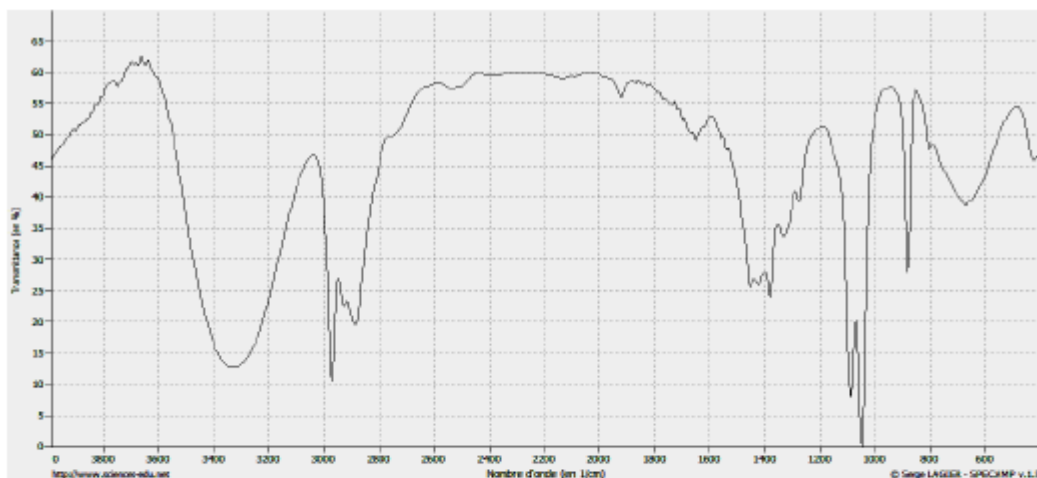
- 1.1. Rappeler la définition d'un acide selon Bronsted.
- 1.2. Calculer la masse **m** de l'acide carboxylique.
- 1.3. Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide AH en présence d'eau et faire un tableau d'avancement correspondant.
- 1.4. Définir le taux d'avancement final τ de la réaction puis calculer sa valeur.
- 1.5. Donner l'expression de la constante d'acidité K_A puis calculer sa valeur.
- 1.6. En utilisant le tableau des constantes d'acidité, identifier l'acide carboxylique AH.

2. Alcool éthylique

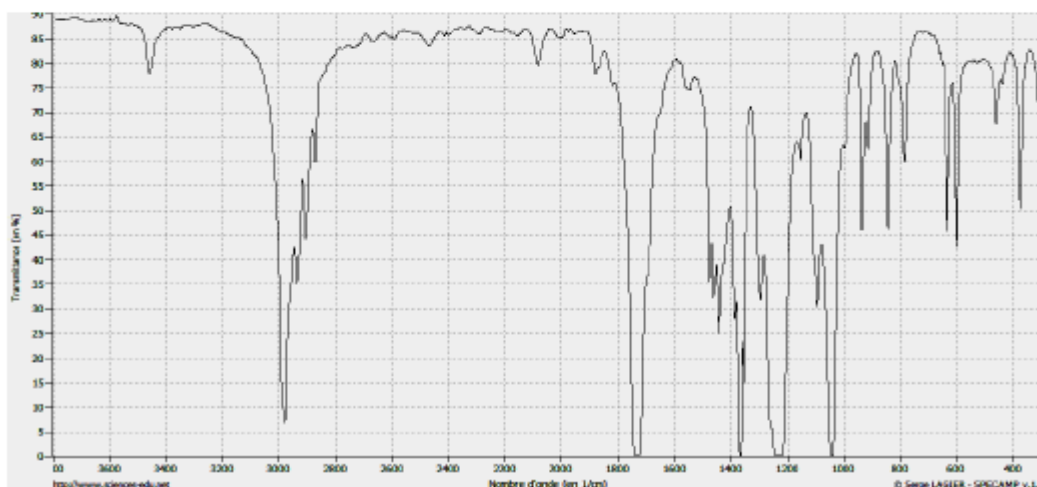
L'**éthanol**, ou **alcool éthylique**, est un alcool primaire. C'est un liquide incolore, volatil, inflammable et miscible à l'eau en toutes proportions. C'est un psychotrope, et l'une des plus anciennes drogues récréatives, sous la forme de boisson alcoolisée. L'éthanol est utilisé par l'industrie agroalimentaire, la parfumerie et la pharmacie galénique ainsi qu'en biocarburant (bioéthanol).

- 2.1. Représenter la formule semi-développée de l'éthanol et entourer le groupe caractéristique. Justifier la classe de l'alcool.
- 2.2. En utilisant les spectres IR **A** et **B** de la page suivante identifier le spectre IR de l'éthanol.

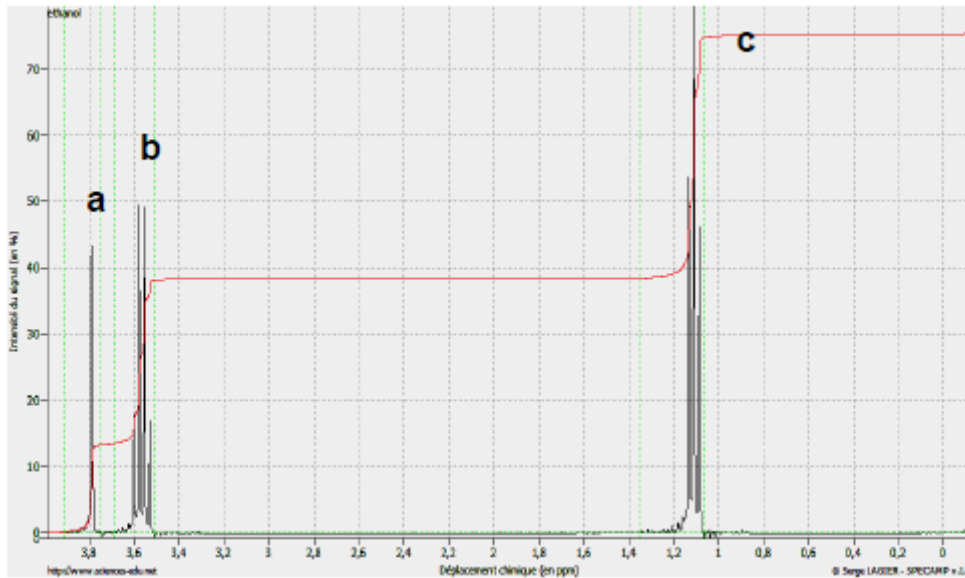
Spectre A



Spectre B



- 2.3. En utilisant la courbe d'intégration du spectre RMN de l'éthanol de **la page suivante**, attribuer les signaux observés (**a**, **b**, **c**) à chaque hydrogène ou groupe d'hydrogènes équivalents de la molécule d'éthanol.
- 2.4. Sur le spectre RMN de l'éthanol de **la page suivante**, le signal situé à 3,6 ppm se présente sous la forme d'un quadruplet. En utilisant la règle de $(n+1)$ uplets, justifier cette multiplicité en évoquant les nombres d'atomes d'hydrogène voisins.



3. La synthèse de l'ester E

Le **formiate d'éthyle** est l'ester éthylique de l'acide formique. Il est utilisé comme solvant pour dissoudre le nitrate de cellulose, l'acétate de cellulose et différentes résines. Il est également utilisé comme arôme pour des saveurs fruitées. Il est notamment responsable de l'odeur caractéristique du rhum et partiellement de celle des framboises.

On réalise la synthèse d'un ester E en faisant réagir, en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, $n = 0,200 \text{ mol}$ d'acide méthanoïque et $n' = 0,350 \text{ mol}$ d'éthanol. En fin de réaction après relargage avec une solution saturée de chlorure de sodium, lavage avec une solution d'hydrogénocarbonate de sodium, rinçage à l'eau distillée et séchage, on recueille une quantité d'ester $n_E = 0,128 \text{ mol}$.

La constante d'équilibre associée à cette réaction vaut $K = 4,00$.

- 3.1. Donner la formule semi-développée de l'ester obtenu E.
- 3.2. Ecrire l'équation de la réaction de synthèse de l'ester E et faire le tableau d'avancement correspondant.
- 3.3. Calculer l'avancement x_{max} .
- 3.4. Définir le rendement ρ de la synthèse de l'ester E et calculer sa valeur.
- 3.5. Donner l'expression de la constante d'équilibre de cette réaction en fonction des quantités de chacune des espèces et de l'avancement final x_f .
- 3.6. Montrer que x_f est solution d'une équation de second degré et en déduire la valeur de x_f .
- 3.7. Calculer le rendement théorique $\rho_{\text{thé}}$ de cette synthèse et le comparer au rendement ρ calculé à la question 3.4. Expliquer l'écart observé entre ces deux valeurs.

SUJET 18

Exercice 1 : PROPAGATION DU SON DANS L'AIR

Exercice 2 : DÉCOMPOSITION DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE

Exercice 3 : PERFORMANCE D'UNE ATHLÈTE

Exercice 1 : PROPAGATION DU SON DANS L'AIR

Le policier MUSSE GAAB a le pouvoir d'entendre les discussions de personnes situées à grande distance de lui.

PARTIE 1- Généralités sur le son et la lumière.

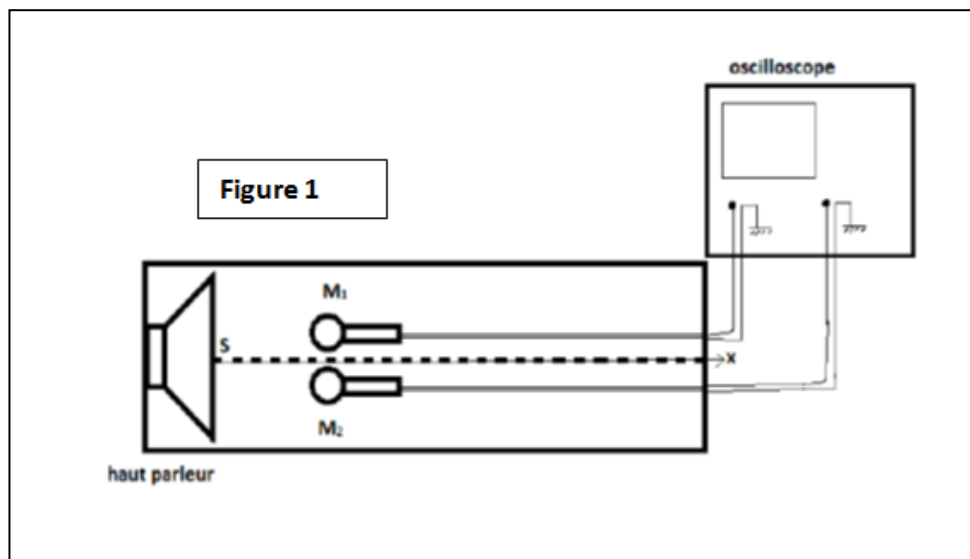
Dire pour chaque affirmation si elle est vraie ou fausse et justifier la réponse.

Fier de son super pouvoir, MUSSE GAAB déclare à qui veut l'entendre les affirmations suivantes :

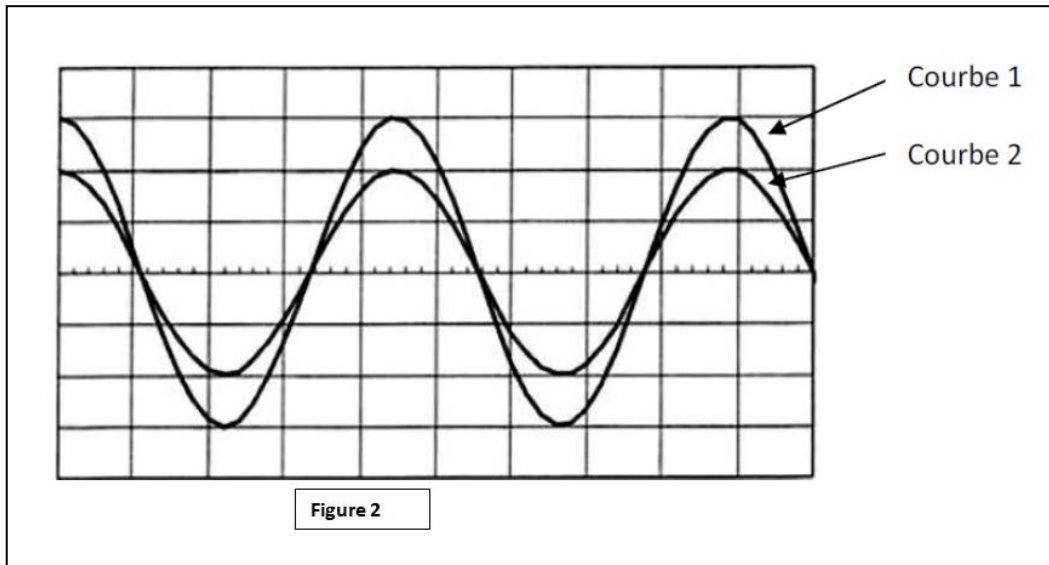
1. "J'ai la faculté de détecter le déplacement de l'air depuis la source sonore jusqu'à mon oreille avec une facilité déconcertante."
2. "Même dans le vide interstellaire, les conversations de nos amis les extraterrestres n'auraient pas de secret pour moi."
3. "L'onde sonore est une onde longitudinale."
4. Un laser émet une lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 600 \text{ nm}$ se propageant à la célérité $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ possède une période de l'onde électromagnétique est $T = 2.10^{-17} \text{ s}$

PARTIE 2- La célérité du son

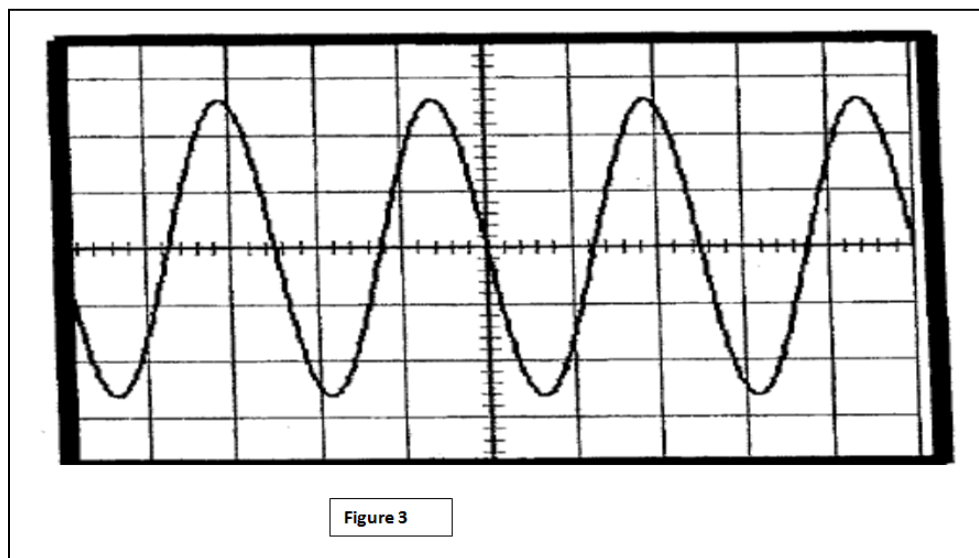
Afin d'en apprendre un peu plus sur son super pouvoir, MUSSE GAAB se lance dans des recherches sur la célérité du son. Il dispose de deux microphones M_1 et M_2 et d'un haut-parleur. Un haut-parleur émet des sons sinusoïdaux dans un tube contenant un gaz diatomique. Deux micros M_1 et M_2 sont placés à l'intérieur du tube et sont à la même distance de la source S émettrice. Les deux signaux sont alors superposés et confondus.



On déplace le micro M_2 en l'éloignant du M_1 , ce dernier étant fixé. Le déplacement s'effectue dans la direction haut-parleur - micros selon un axe parallèle à l'axe s_x du schéma simplifié du montage: les deux sinusoïdes se décalent puis se superposent à nouveau. On répète l'opération d'éloignement du micro M_2 jusqu'à la 10ème superposition des courbes. La distance d_1 entre M_1 et M_2 est alors de **15,2 cm**. Les courbes observées sur l'écran d'un oscilloscope sont les suivantes :



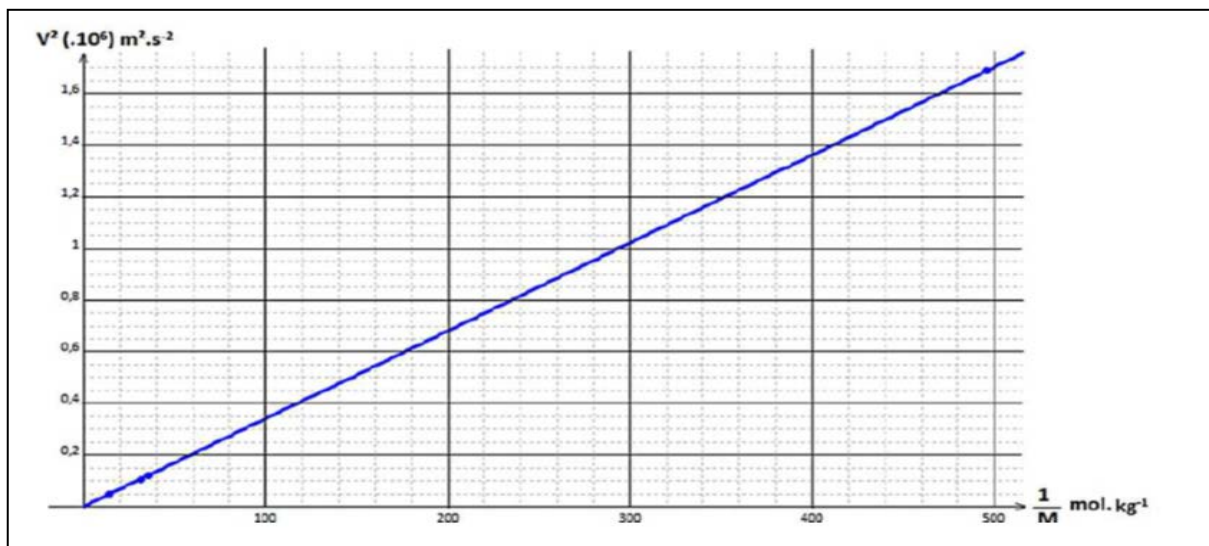
1. La sensibilité verticale est la même pour les deux courbes. Associer chaque courbe aux micros M_1 et M_2 .
2. Définir la longueur d'onde. Déduire sa valeur numérique de l'expérience ci-dessus.
3. La sensibilité horizontale est $10,0 \mu\text{s}\cdot\text{div}^{-1}$. Déterminer la période T et la fréquence f de l'onde.
4. En déduire la valeur de la célérité v de cette onde sonore.
5. On donne sur la **figure 3 ci-dessous**. Le signal capté par le micro M_2 lorsqu'il a été décalé d'une autre distance d_2 par rapport au micro M_1 . On néglige tout amortissement et on obtient la sinusoïde de la **figure 3** qui est en opposition de phase à celui de la **figure 2**. La distance d_2 étant comprise entre **5,3 cm** et **5,4 cm**, déduire à l'aide de la **figure 3 ci-contre** la valeur de d_2 .



6. On mesure la célérité V du son dans différents gaz diatomiques (dans les mêmes conditions de températures et de pression). Les valeurs obtenues sont placées dans le tableau ci-dessous.

En utilisant les données du tableau déduire le gaz présent dans le tube.

GAZ	dihydrogène	dichlore	dioxygène	diazote
V (m.s ⁻¹)	1300	217	324	346
M (g.mol ⁻¹)	2,016	70,91	32,00	28,01



7. Un graphe a été tracé ci-dessous représentant la célérité V^2 en fonction de $1/M$. Donner l'équation numérique de cette courbe et préciser l'unité du coefficient directeur et sa valeur.

8. Un modèle de la vitesse du son dans un gaz de masse molaire M température T est donné par la formule : relation (1)

$$V = \sqrt{\frac{1,4 \times R \times T}{M}} \quad \text{et à la}$$

Avec $R = 8,314 \text{ S.I}$

A l'aide de l'équation numérique de la courbe et de la relation (1) trouver la température θ à laquelle l'expérience a été réalisée en °C.

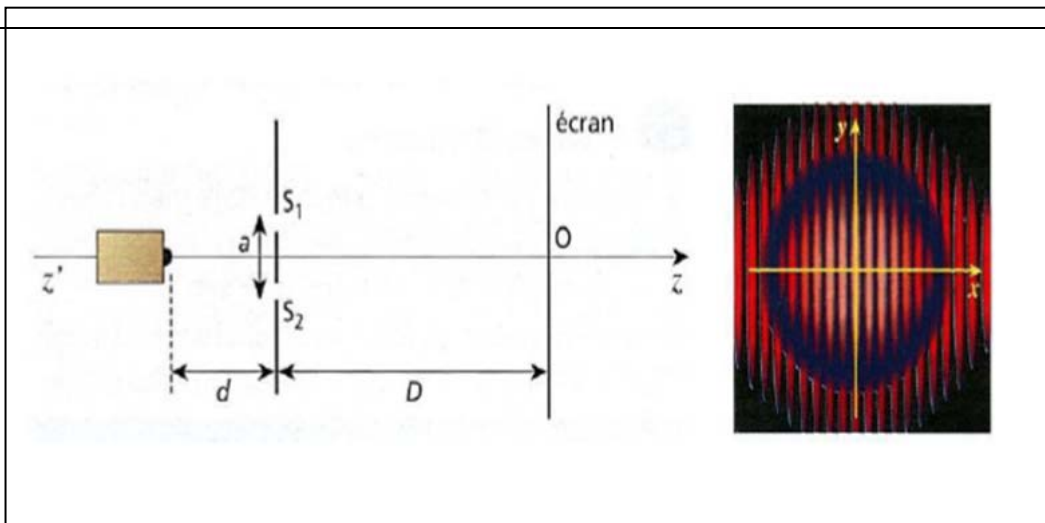
9. Recopier et compléter la phrase suivante : <<Pour doubler la vitesse du son dans un gaz donné, il faudrait multiplier sa température par ..., c'est-à-dire passer par exemple de 20°C à ... °C.>>

PARTIE 3- Interférences lumineuses

L'intarissable *MUSSE GAAB* se vante à présent de ces recherches sur la célérité du son. Il décide d'en apprendre plus sur les **interférences lumineuses**.

Voulant observer des interférences, *MUSSE GAAB* perce un petit trou avec la pointe de son compas dans un carton. En voulant l'agrandir, il se trompe et perce un deuxième trou juste à côté du premier. Après avoir éclairé le carton avec une source laser rouge, il observe des raies lumineuses et sombres sur un écran placé loin du carton : il vient de réaliser une expérience d'interférences (cf. figure ci-dessous). Le dispositif de *MUSSE GAAB* comprend donc une plaque percée de deux trous distants de $a = 500 \mu\text{m}$.

La source émettrice S est un laser hélium-néon, de longueur d'onde $\lambda = 633 \text{ nm}$. La plaque est placée à une distance $d = 20 \text{ cm}$ de la source, et l'écran à une distance $D = 4,0 \text{ m}$ de la plaque. Les deux trous S_1 et S_2 de même diamètre sont placés à égale distance de la source et se comportent comme deux sources synchrones.



1. Indiquer les conditions pour que deux sources émettrices d'ondes S_1 et S_2 puissent interférer et former une figure d'interférence stable.
2. Au point O, la frange est-elle brillante ou sombre ? Justifier votre réponse.
3. Les franges brillantes sont équidistantes. La distance qui les sépare est appelée interfrange et notée i . On cherche à connaître les paramètres dont peut dépendre i (nature de la source, distances a , d , D) et à en donner une expression parmi les propositions suivantes :

$$1) \frac{\lambda \cdot D}{a}; \quad 2) \lambda \cdot D^2; \quad 3) \frac{D \cdot a}{\lambda}; \quad 4) \frac{\lambda \cdot a}{D}; \quad 5) \frac{\lambda \cdot d}{a}$$

- a. Par une analyse dimensionnelle, éliminer l'une des propositions.
- b. En réalisant plusieurs expériences, où l'on fait varier un seul paramètre en laissant les autres identiques, on effectue les constatations suivantes :
 - L'utilisation d'un laser vert (à la place du laser hélium-néon rouge) montre que l'interfrange diminue.
 - Si on éloigne l'écran, l'interfrange augmente.
 - La position du laser S sur l'axe zz' ne modifie pas l'interfrange.
 - Les deux trous étant rapprochés de l'axe, les franges s'écartent les unes des autres.

A l'aide des 4 points précédents, indiquer les relations qui ne sont pas compatibles.

4. En déduire l'expression correcte de l'interfrange i .
5. Calculer la valeur de i obtenue avec le laser hélium-néon à partir de l'expression retenue.

Exercice 2 : DÉCOMPOSITION DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE

Les trois parties sont indépendantes et peuvent être traitées séparément

Partie I

Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 appartient aux deux couples redox $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ et $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$.

1. Sous quel autre nom connaît-on la solution de peroxyde d'hydrogène ? Citer une utilisation possible.
2. Ecrire les demi-équations associées à ces deux couples et préciser dans chaque cas qui est l'oxydant et qui est le réducteur. En déduire l'équation naturelle entre ces deux couples.
3. Que peut-on déduire de la question précédente en ce qui concerne la stabilité de la solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène ?
4. Comment expliquer que la solution se conserve tout de même.

Afin de déterminer les meilleures conditions de stockage de peroxyde d'hydrogène, on étudie la possibilité de catalyse de décomposition de H_2O_2

Partie II : Influence du pH.

On prépare 3 flacons de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène contenant chacun 500 mL d'une solution de titre massique $t_0=395 \text{ g/L}$. Le pH du premier est fixé à 3, celui du 2^{ième} à 6 et celui du 3^{ième} à 9. Puis on les stocke à l'abri de la lumière pendant 3 semaines.

On prélève alors dans le premier flacon **5 mL** de solution que l'on transvase dans une fiole jaugée de **500 mL**, on complète ensuite jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

On prélève **10 mL** de cette solution que l'on transvase dans un erlenmeyer.

On ajoute environ 10 mL d'acide sulfurique concentré et 60 mL d'eau distillée. Cette solution est appelée S_1 .

On procède de même avec les 2 autres solutions et on obtient S_2 et S_3 .

On dose chacune des solutions obtenues grâce à une solution de permanganate de potassium à **0,019 mol/L**.

Les résultats sont les suivants : la coloration rose persiste dans l'erlenmeyer après ajout de **24,3 mL** pour la solution initialement à **pH = 3** ; pour celle qui était à **pH = 6** la coloration rose persiste après ajout de **24,1 mL** ; pour celle qui était à **pH=9** la coloration rose persiste après ajout de **22,8 mL** de solution de permanganate.

1. Quel est le facteur de dilution entre les flacons à $t_0=395 \text{ g/L}$ et les solutions S_1 , S_2 et S_3 ?
2. Ecrire les demi-équations associées aux couples $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ et $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$.
3. En déduire l'équation bilan de la réaction de dosage.
4. À l'aide de cette équation-bilan expliquer pourquoi on ajoute de l'acide sulfurique.
5. Sachant que la coloration des ions permanganate est rose et en vous aidant de l'équation-bilan, expliquer à quoi correspond la persistance de la teinte rose lors de dosage.
6. Pour chacun des 10 mL prélevés -indiquer la quantité de matière de peroxyde d'hydrogène initialement présente.

7. Compte tenu des facteurs de dilution trouvée en 1, quelle est la quantité de matière de chacun des flacons. Calculer alors la quantité de matière de peroxyde d'hydrogène par litre de chacun des flacons.

En déduire le titre massique en peroxyde d'hydrogène pour chacun des flacons.

8. Calculer le pourcentage de perte en masse de H_2O_2 de chacune des solutions.
9. En déduire les conditions de pH permettant une bonne conservation de la solution de peroxyde d'hydrogène

Partie III : Influence de la présence d'ions Fe^{3+}

Dans un erlenmeyer de **500 mL**, on verse 10 mL de chlorure de fer(III), puis 170 mL d'eau

A l'instant d'origine, on ajoute 20,0 mL d'eau oxygénée à **8,5 g/L**. Toutes les 5 minutes, on prélève 10 mL du mélange auxquels on ajoute 5 mL d'acide sulfurique concentré et on dose par une solution de permanganate de potassium à **0,010 mol/L**.

Soit V le volume de permanganate nécessaire pour obtenir la coloration persistante.

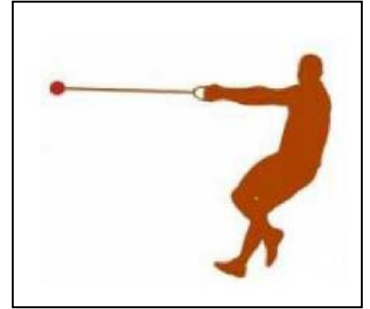
t(min)	0	5	10	15	20	25	35	40	50	60
V(mL)	9,75	8,30	7,05	6,05	5,15	4,35	3,50	3,05	2,50	2,00

1. Quel est le rôle des ions Fe^{3+} dans ce mélange ? De quel type de catalyse s'agit-il ?
2. Faire le tableau d'avancement de l'équation de dosage de la deuxième partie et trouver une relation entre les quantités des ions permanganates et le peroxyde d'hydrogène.
3. Calculer la concentration en peroxyde d'hydrogène aux différents instants.
4. Tracer la courbe $[\text{H}_2\text{O}_2] = f(t)$ sur un papier millimétré.
Echelle 1 cm \leftrightarrow 2 mmol/L et 3 cm \leftrightarrow 5 min
5. Comment évolue la vitesse de la réaction ?
6. Définir et déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

Exercice 3 : PERFORMANCE D'UNE ATHLÈTE

Originnaire d'anciennes pratiques celtes, le lancer du marteau est une discipline de l'athlétisme qui consiste à lancer le plus loin possible un boulet auquel est fixé un câble en acier muni d'une poignée.

À cette fin, l'athlète fait d'abord prendre de la vitesse à son marteau en tournant sur lui-même (voir schéma ci-contre) sans sortir d'un cercle de lancement. Le marteau est ensuite lâché avant d'atterrir sur le sol.



A. Étude du mouvement du boulet avant le lâcher du marteau par l'athlète

Pour simplifier l'étude, on suppose que l'athlète tourne sur elle-même autour d'un axe immobile vertical et que son bras est toujours tendu. Avant le lâcher du marteau par l'athlète, le mouvement du boulet est alors supposé plan, circulaire et uniforme dans le référentiel terrestre.

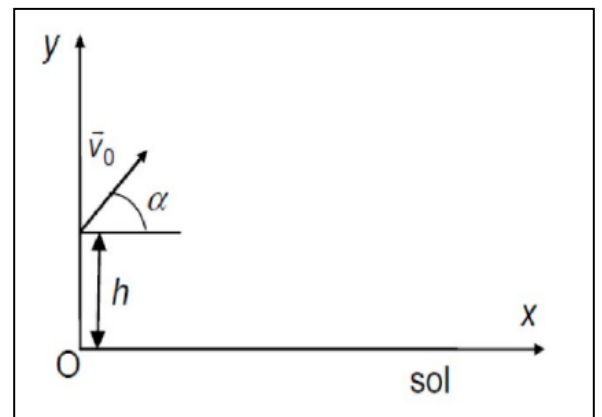
1. À partir de la définition du vecteur accélération $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, justifier qualitativement l'existence d'une accélération lors d'un mouvement circulaire.
2. Faire un schéma où sont représentés le vecteur vitesse \vec{v} et le vecteur accélération \vec{a} .
3. Donner l'expression de l'accélération \vec{a} dans le repère de Frenet.
4. Calculer la valeur de l'accélération du boulet lorsque la valeur de la vitesse v est égale à $27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Le rayon R de la trajectoire vaut $1,6 \text{ m}$.

B. Étude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau par l'athlète

Données :

- le boulet du marteau est assimilé à un point matériel G de masse $m = 4,0 \text{ kg}$.
- on négligera toute action de l'air.
- intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- vitesse initiale du boulet : $v_0 = 27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- angle d'envol : $\alpha = 45^\circ$
- hauteur du boulet au moment du lâcher : $h = 2,7 \text{ m}$

Pour cette étude, on associe au référentiel terrestre le repère (Ox, Oy) , Oy étant dirigé suivant la verticale ascendante. On négligera dans cette partie les actions du câble et de la poignée du marteau. (cf. schéma ci-contre).



5. Donner les coordonnées du vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 et du vecteur position initiale \overrightarrow{OG}_0 .
6. Déterminer les équations horaires de vitesse et de position du boulet.
7. En déduire l'équation de la trajectoire du boulet
8. De quels paramètres dépend la trajectoire décrite par le boulet ?

Les résultats de la finale féminine pour le lancer de marteau aux jeux Olympiques de Londres en 2012 sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Prénom Nom	Lancer en m	Classement
Tatyana Lysenko	78,18	1
Anita Wlodarczyk	77,60	2
Betty Heidler	77,12	3
Wenxiu Zhang	76,34	4
Kathrin Klaas	76,05	5
Yipsi Moreno	74,60	6
Aksana Miankova	74,40	7
Zalina Marghieva	74,06	8
Stephanie Falzon	73,06	9
Joanna Fiodorow	72,37	10
Mariya Besspalova	71,13	11
Sophie Hitchon	69,33	12

9. Montrer que l'équation de la trajectoire du boulet s'écrit :

$$y = -\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} + x \cdot \tan(\alpha) + h.$$

10. En utilisant les données numériques relatives au lancé, déterminer le classement que l'athlète aurait obtenu aux Jeux Olympiques de Londres de 2012.

SUJET 19

Exercice 1 : MOUVEMENT D'UNE BILLE

Exercice 2 : ACIDIFICATION DES OCÉANS

Exercice 3 : ETUDE D'UN TRANSDUCTEUR, LE HAUT-PARLEUR

Exercice 1 : MOUVEMENT D'UNE BILLE

Une bille en acier de masse m , considérée comme ponctuelle est lancée avec une vitesse de valeur v_0 , depuis le point A d'une planche en bois faisant un angle α avec la surface plane supérieure d'une table d'expérience du laboratoire du lycée.

Au bout de cette piste, la bille bondit en O, rebondit en C, (puis fait de petits rebonds jusqu'au bout de la table horizontale d'expérience (point D) où sa vitesse est nulle. De ce point D, la bille tombe dans un seau rempli d'eau placé en dessous. La hauteur du seau est notée h (voir figure 1).

La longueur de la planche est $L = AO$ et on ne considère que le mouvement du centre d'inertie de la bille.

Données :

$$m = 6,90 \text{ g} ; \quad v_0 = 2,0 \text{ m.s}^{-1} ; \quad g = 10 \text{ N.kg}^{-1} ; \quad h = 30 \text{ cm} ; \quad L = 50 \text{ cm} ; \quad \alpha = 30^\circ ;$$

$$\beta = 20^\circ ; \quad \rho_{\text{bille}} = \rho_b = 7,70 \text{ g.cm}^{-3} ; \quad \rho_{\text{eau}} = \rho_e = 1,00 \text{ g.cm}^{-3} ; \quad \rho_{\text{air}} = \rho_o = 1,22 \text{ kg.m}^{-3}$$

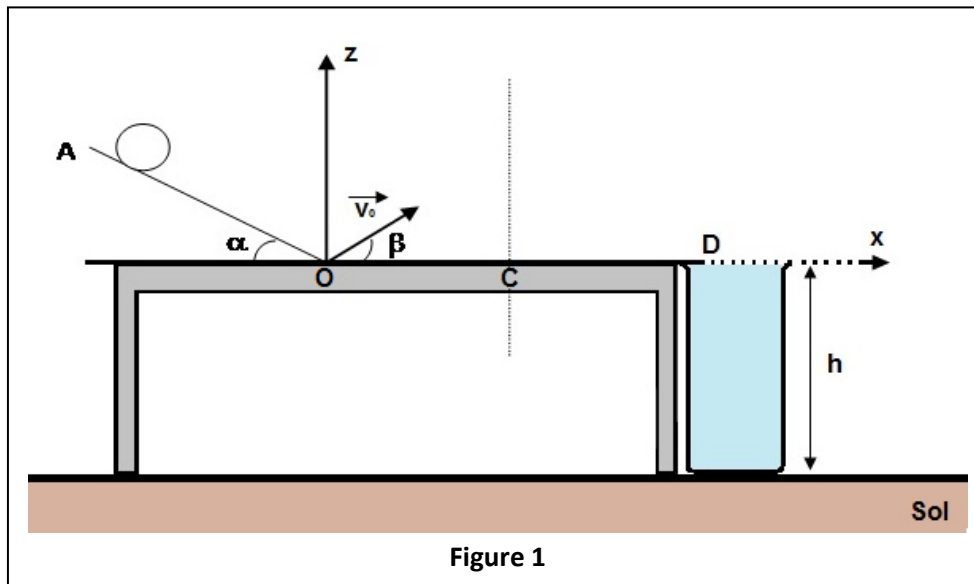


Figure 1

I. Mouvement de la bille sur la planche AO

On s'intéresse d'abord au mouvement de la bille sur la planche délimitée par le segment AO. La vitesse de la bille est supposée constante sur ce plan.

1. Faire l'inventaire des forces agissant sur le système représenté par la bille.
2. Représenter ces forces sans souci d'échelle sur **la figure 1**.
3. Le système est-il pseudo isolé ? Justifier.
4. Quelle relation existe-t-il entre ces forces ?
5. Donner l'expression de chacune de ces forces ; puis déterminer leur valeur.

II. Mouvement de la bille sur la phase OC.

La bille bondit sur la table d'expérience en O et rebondit en C. Dans cette partie, on étudie le mouvement du solide dans la phase OC.

- Calculer le volume V_b de la bille.
- On suppose qu'il n'y a pas de vent et on néglige la force de frottement de l'air.
 - Calculer la valeur de la poussée d'Archimède, F_A et la valeur du poids P de la bille.
 - Comparer les valeurs de ces deux forces. Conclure.
 - La bille est-elle en chute libre ? Justifier.
- L'axe (O, \vec{k}) est vertical ascendant, le plan (xOz) contient le vecteur \vec{v}_0 de valeur v_0 . On pose l'angle $\beta = (\vec{i}, \vec{v}_0)$ (voir figure 1). L'origine des date coïncide avec la position du centre d'inertie de la bille sur le point O origine du repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.
 - Donner les expressions littérales des composantes v_{Ox} , v_{Oy} et v_{Oz} du vecteur vitesse \vec{v}_0 de la bille à l'instant $t = 0$ s.
 - Donner les expressions littérales des composantes x_0 , y_0 et z_0 du vecteur position initiale \vec{OG}_0 de la bille au point O.
 - En utilisant la 2^{ème} loi de Newton, donner l'expression du vecteur accélération \vec{a} ainsi que ses caractéristiques.
 - Établir les expressions littérales des composantes v_{Gx} , v_{Gy} et v_{Gz} du vecteur vitesse \vec{v}_G de la bille à un instant t quelconque.
 - Etablir les équations horaires du mouvement.
 - Montrer que l'équation de la trajectoire peut s'écrire :

$$z(x) = -\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cos^2 \beta} + x \cdot \tan \beta.$$

- Exprimer la distance $d = OC$ en fonction de v_0 , g et β ; puis la calculer.

III. Mouvement de la bille dans l'eau.

On étudie enfin, le mouvement de la bille dans l'eau. La hauteur de l'eau est h .

L'expérimentateur mesure le temps que met la bille pour atteindre le fond du seau.

Il répète l'expérience cinq fois et les valeurs trouvées sont les suivantes :

0,66s – 0,64s – 1,10s – 0,65s – 0,64s.

- Quelle est la valeur de la durée t qu'il faut écarter ? Justifier.
- Calculer la durée moyenne de la chute, notée t_{exp} .
- Déterminer la durée du mouvement de la bille dans l'eau, lorsque l'on suppose qu'il s'agit d'une chute libre verticale sans vitesse initiale. Conclure.
- Faire le bilan des forces appliquées au système.

On suppose que la valeur de la force de frottement fluide f a pour expression $f = \lambda V^2$, λ étant une constante positive.

5. Établir l'équation différentielle du mouvement de la bille.
6. Donner l'unité de λ , par une analyse dimensionnelle.
7. Établir l'expression de la vitesse limite, v_{lim} de la bille.

Exercice 2 : ACIDIFICATION DES OCÉANS

« La dissolution du dioxyde de carbone CO_2 dans l'eau de mer entraîne la formation "d'acide carbonique" ($\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$) associée à une diminution du pH. Une des conséquences de cette injection massive de CO_2 dans l'océan est la diminution de la croissance des organismes à squelette calcaire (coraux, mollusques, algues...).»

D'après journal du CEA, 2 juin 2008

« Les conséquences liées à l'utilisation des combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) en termes de réchauffement climatique n'ont échappé à personne. L'acidification des océans est une autre conséquence, beaucoup moins connue, des quelques 79 millions de tonnes de dioxyde de carbone (CO_2) libérées dans l'atmosphère chaque jour par la combustion des carburants fossiles, la déforestation et la production de ciment. Depuis le début de la révolution industrielle, un tiers de ce CO_2 a été absorbé par les océans, qui contribuent donc à modérer le réchauffement global. Sans océans, la quantité de CO_2 dans l'atmosphère et ses conséquences sur le climat seraient beaucoup plus importantes que celles qui sont observées et prévues. La dissolution du CO_2 dans l'eau de mer entraîne une diminution de son pH (d'où le terme "acidification") et de la concentration d'ions carbonates, les briques utilisées par de nombreux organismes pour fabriquer leur squelette ou coquille calcaire (coraux, mollusques, algues...). »

Par l'océanographe Jean-Pierre Gattuso, Juin 2010

Document 1 : L'acidification des océans et ses conséquences

Afin de comprendre l'effet du dioxyde de carbone sur le développement du corail, on se propose, dans une première partie, d'étudier le texte.

Dans une deuxième partie, on étudie l'action du dioxyde de carbone, légèrement soluble dans l'eau, sur le carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(\text{s})$, solide ionique constituant le calcaire. Celui-ci se forme par précipitation entre les ions calcium (II) Ca^{2+} et les ions carbonate CO_3^{2-} .

Dans une troisième partie, on étudie le titrage des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- dans de l'eau de mer.

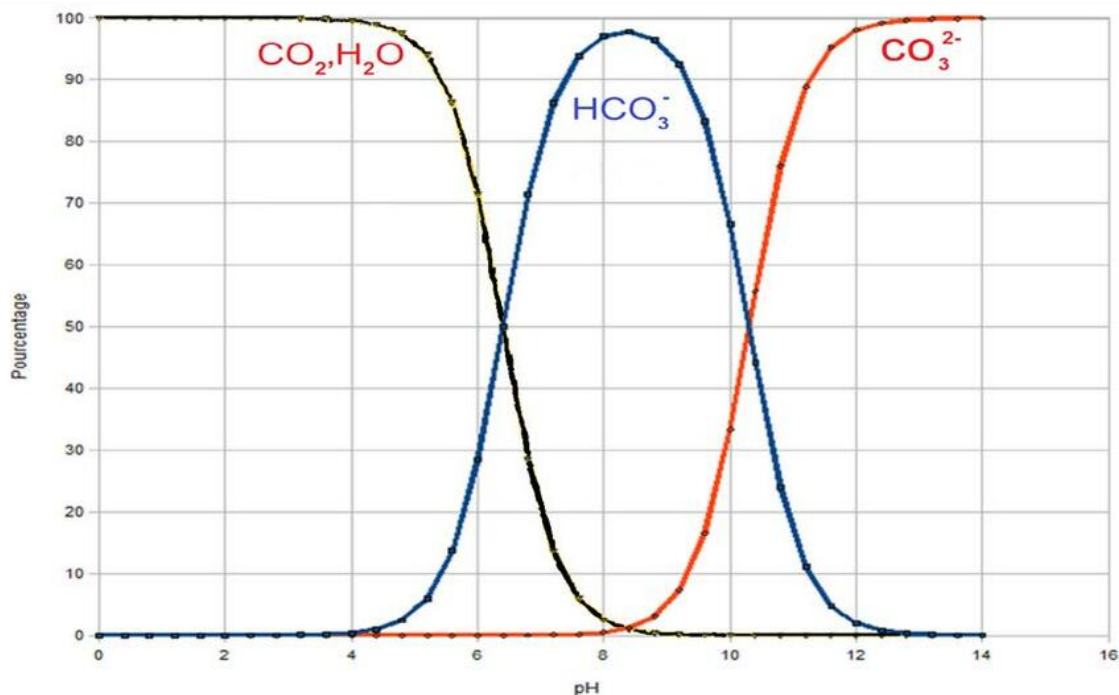
Données : produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$;

1. Étude du texte

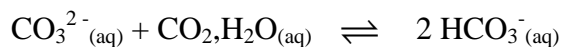
- 1.1. Donner deux conséquences citées dans le texte liées aux activités humaines.
- 1.2. Quelle conséquence est liée à l'effet de serre ? donner le gaz (cité dans le texte) responsable à cet effet.
- 1.3. Expliquer le terme « **acidification de l'eau de mer** ».
- 1.4. Quelles précautions doit-on prendre pour limiter ses conséquences.

2. Une conséquence de la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau

2.1. A partir du diagramme de distribution donné ci-dessous :



- a. Déterminer les couples acide / bases mis en jeu ;
 - b. Déterminer les $\text{p}K_{a1}$ ($\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ / HCO_3^-) et $\text{p}K_{a2}$ ($\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$) de chaque couple en justifiant la démarche.
- 2.2. Sur un seul axe, tracer le diagramme de prédominance de deux couples.
- 2.3. L'ion HCO_3^- (aq) est présent dans les deux couples acide / bases. Comment le nomme-t-on ?
- 2.4. Le dioxyde de carbone CO_2 dissout peut réagir avec les ions carbonate CO_3^{2-} présents en faible quantité dans l'eau de mer selon l'équation :



Expliquer en quoi le dioxyde de carbone CO_2 empêche la croissance des organismes à squelette calcaire.

2.5. On considère une eau de mer de pH égal à 8,2.

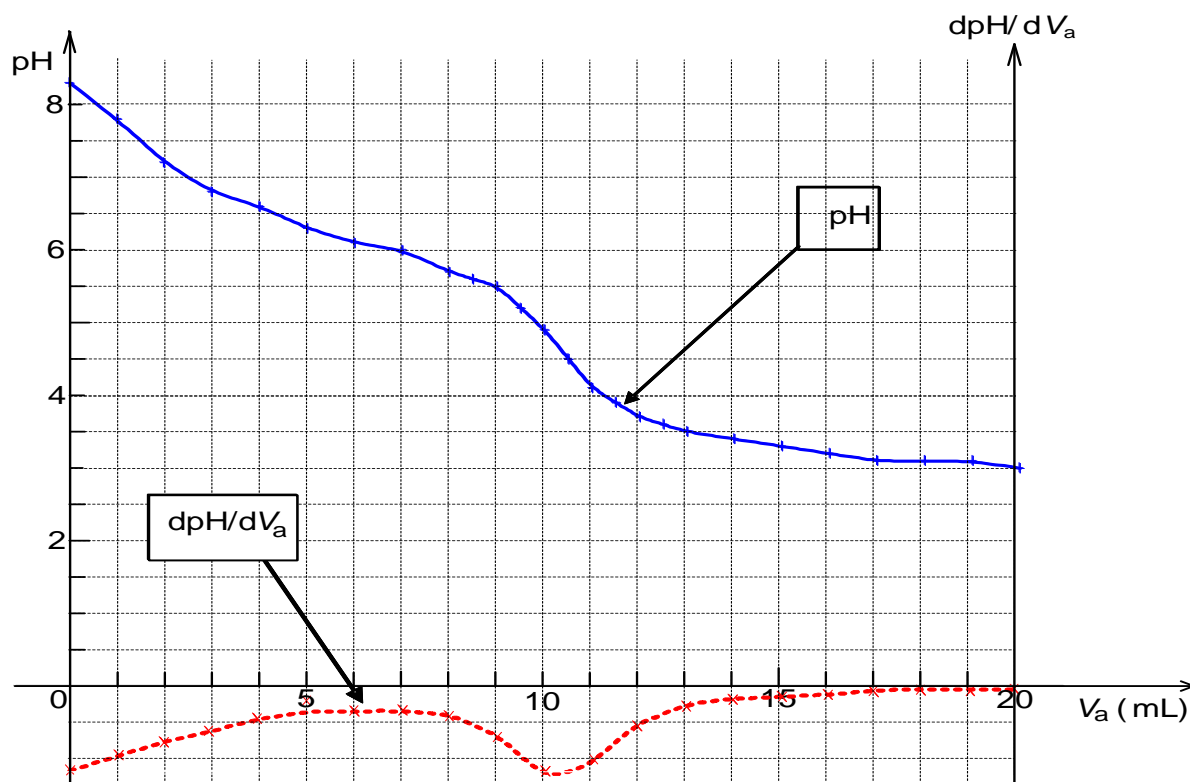
Dans cette eau de mer, en utilisant les données, déterminer l'espèce prédominante qui provient des couples acide-base considérés.

3. Titration des ions hydrogénocarbonate dans de l'eau de mer

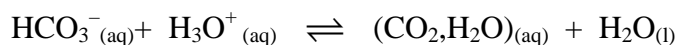
On suppose que le caractère basique de l'eau de mer, de pH égal à 8,2, est uniquement dû aux ions hydrogénocarbonate HCO_3^- .

Afin de déterminer la concentration de ces ions dans cette eau de mer, on effectue un titrage pH-métrique en prélevant un volume $V_{\text{eau}} = 40,0 \text{ mL}$ d'eau de mer auquel on ajoute une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration $c_a = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

La courbe de titrage $\text{pH} = f(V_a)$ et la courbe dérivée $\frac{d\text{pH}}{dV_a}$ où V_a est le volume de solution d'acide chlorhydrique versé, sont données ci-dessous.



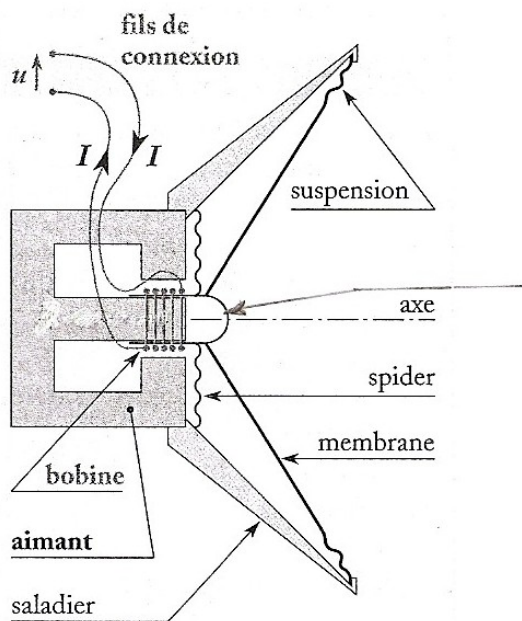
L'équation de la réaction de titrage s'écrit :



- 3.1. Définir l'équivalence d'un titrage.
- 3.2. Déterminer graphiquement la valeur V_E du volume d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence et la valeur pH_E du pH à l'équivalence en faisant apparaître les tracés nécessaires sur **LA FIGURE 2**
- 3.3. Donner la relation entre la quantité de matière initiale en ions hydrogénocarbonate $n_i(\text{HCO}_3^-)$ et la quantité de matière en ions oxonium $n_E(\text{H}_3\text{O}^+)$ versés à l'équivalence.
- 3.4. En déduire la concentration $[\text{HCO}_3^{2-}]$ en ions hydrogénocarbonate dans cette eau de mer.

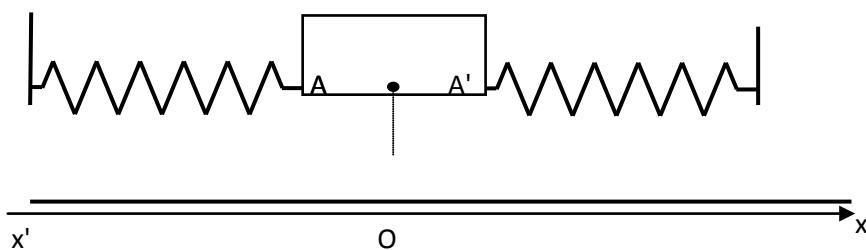
Exercice 3 : ETUDE D'UN TRANSDUCTEUR, LE HAUT-PARLEUR

Voici le schéma simplifié d'un haut-parleur :



dôme qui porte la membrane

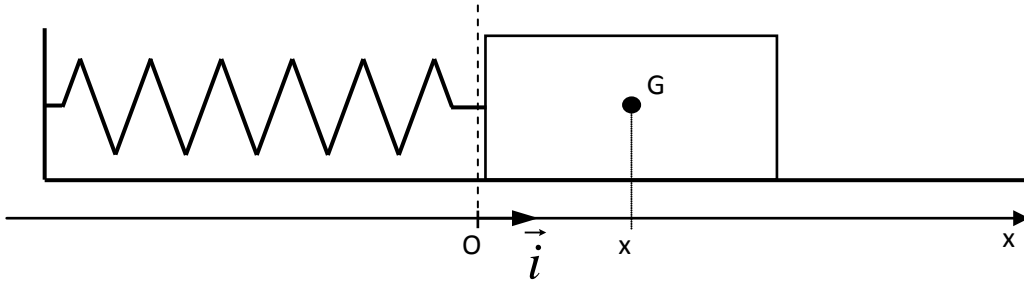
L'ensemble {dôme + spider} peut être modélisé par un mobile autoporteur relié aux extrémités A et A' par deux ressorts identiques de constante de raideur K. Les ressorts modélisent le « spider » qui permet de maintenir le dôme au centre.



1. Modélisation de l'ensemble "dôme + ressorts"

En laboratoire, pour réaliser cette étude, on utilise un mobile de masse m (modélisant le dôme) fixé à l'extrémité d'un seul ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur $k = 2K$. Le mobile glisse sans frottements sur un banc à coussin d'air. Le mouvement du mobile est étudié dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. La masse m du mobile vaut $62,4 \text{ g}$ et la constante de raideur k du ressort est égale à $4,4 \times 10^2 \text{ N.m}^{-1}$.

Schéma 1



La position du centre d'inertie noté G du mobile (S) est repérée sur un axe (Ox). L'origine O de cet axe correspond à la position du centre d'inertie G lorsque le système est au repos.

À $t = 0$ s, le mobile est écarté de sa position de repos puis lâché sans vitesse initiale.

1.1. Étude théorique

1.1.1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le mobile (S) et les représenter, sans souci d'échelle, sur.

1.1.2. En appliquant la seconde loi de Newton au mobile (S), montrer que l'équation différentielle du mouvement peut s'écrire :

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + kx(t) = 0$$

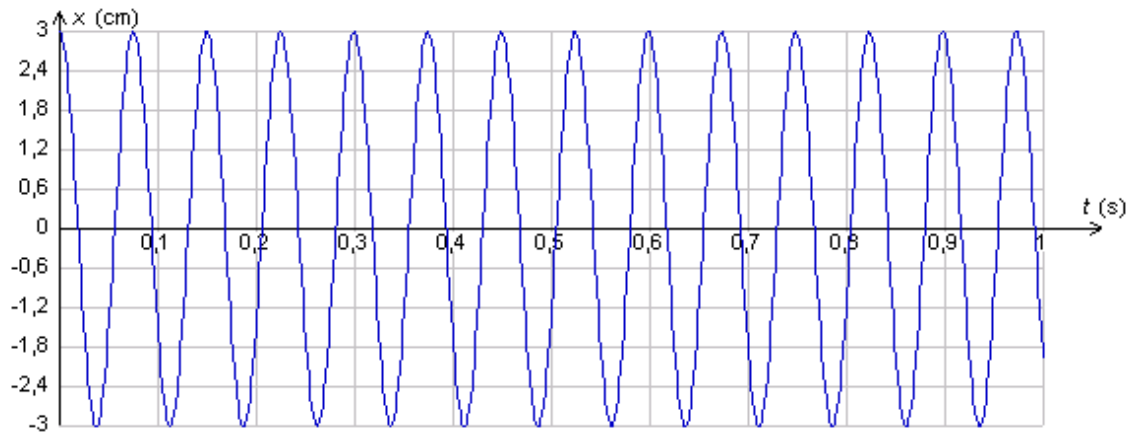
1.1.3. Vérifier que la fonction $x(t) = X_m \cos \left[\left(\frac{2\pi}{T_0} \right) t + \phi_0 \right]$ où X_m , T_0 et ϕ_0 sont des constantes, est solution de l'équation différentielle.

Déterminer l'expression de T_0 en fonction de k et de m .

1.1.4. T_0 correspond à la période propre de l'oscillateur. Vérifier que son expression est homogène à un temps.

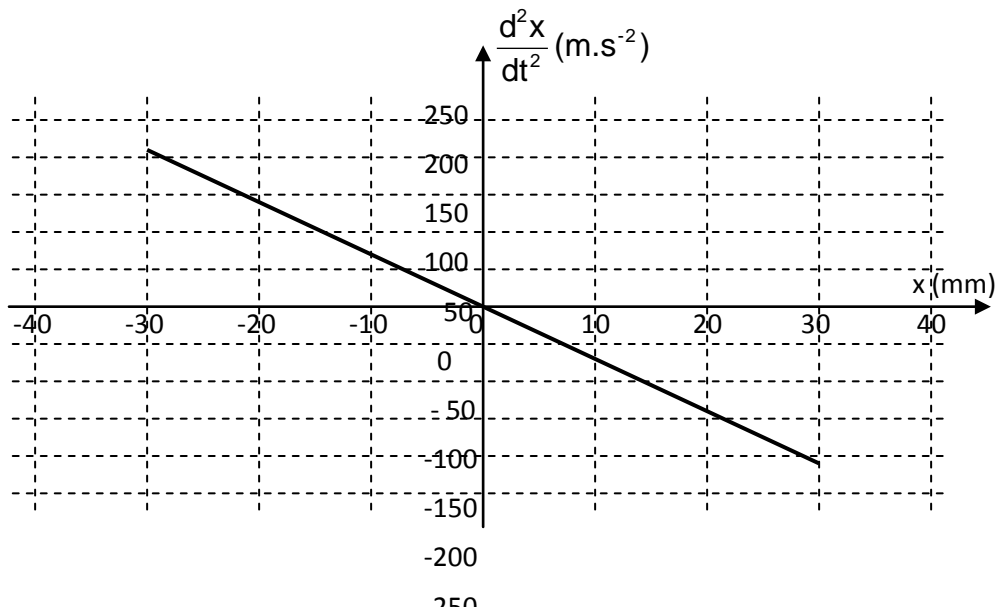
1.2. Étude des enregistrements

Un capteur de position, non représenté sur le schéma simplifié du haut-parleur, est relié à un dispositif d'acquisition de données. Il permet d'enregistrer la position du centre d'inertie du mobile à chaque instant. La représentation graphique de la position $x(t)$ est donnée ci-dessous :



1.2.1. Déterminer la période propre T_0 de l'oscillateur.

1.2.2. Sur le graphe ci-dessous, on a représenté les couples $(\frac{d^2x(t)}{dt^2}; x(t))$ obtenus à partir des valeurs expérimentales. Montrer que l'allure du graphe est en accord avec l'équation différentielle établie à la question 1.1.2 et donner l'expression littérale du coefficient directeur de la droite obtenue.



2. Modélisation du haut-parleur

Le passage d'un courant électrique sinusoïdal de fréquence f dans la bobine entraîne son déplacement par rapport à l'aimant. La bobine est alors animée d'un mouvement vibratoire périodique de fréquence f . Elle est liée mécaniquement au dôme qu'elle entraîne. Le système {dôme + spider} subit donc des oscillations forcées.

- 2.1. Quel nom donne-t-on au système {bobine + aimant} ? au système {dôme + spider} ?
- 2.2. Donner la condition sur la fréquence f du courant électrique permettant d'observer la résonance mécanique. Donner son expression en fonction de m et de k .
- 2.3. Dans le cas du haut-parleur, aucune fréquence ne doit être privilégiée : il faut donc réduire au maximum les effets de la résonance. Comment peut-on y parvenir ?

3. Application à un haut-parleur

Sur le site toutlehautparleur.com, on peut trouver des caractéristiques relatives à des haut-parleurs. Voici quelques paramètres dits de Thiele-Small que l'on peut relever pour un haut-parleur :

HP 16 cm Triangle T 16 PE 82 C

$f_s = 66,74$ Hz (fréquence de résonance à l'air libre pour un haut-parleur non monté) ;

compliance $C_m = 0,60$ mm/N ;

La compliance C_m est un paramètre mécanique analogue à la capacité C d'un condensateur.

3.1. Analogies électrique – mécanique

Soit un circuit électrique oscillant comprenant une bobine d'inductance L , de résistance négligeable et d'un condensateur de capacité C chargé à $t = 0$ s. On admettra que l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ est :

$$L \frac{d^2 q(t)}{dt^2} + \frac{q(t)}{C} = 0$$

On va comparer cette équation différentielle à celle obtenue à la question 1.1.2.

- 3.1.1. Si $x(t)$ est la grandeur mécanique correspondant à la grandeur électrique $q(t)$, alors quelle est la grandeur mécanique correspondant à la capacité C du condensateur et celle correspondant à l'inductance L de la bobine ?
- 3.1.2. En utilisant ces correspondances, retrouver l'expression de la période propre T_0 du circuit oscillant électrique LC.

3.1.3. En utilisant cette analogie, montrer que pour le haut-parleur de compliance $C_m = 0,60 \text{ mm/N}$, la valeur de k est voisine de $1,7 \times 10^3 \text{ N.m}^{-1}$.

3.2. Vérification de la valeur de f_s

En utilisant les données et les résultats précédents, déterminer la valeur de la période propre T_s de l'oscillateur mécanique élastique de masse M_m .

En déduire la valeur de la fréquence propre de cet oscillateur.

Comparer le résultat à la valeur de f_s donnée pour le haut-parleur HP 16 cm Triangle T 16 PE 82 C.

Corrigé

SUJET 1

Exercice 1 : Étude cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée.

Exercice 2 : THERMOMÈTRE DE GALILÉE

Exercice 3 : Suivi de cinétiques par différentes méthodes

EXERCICE 1 : Étude cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée

Partie 1 : Étude de la réaction de dismutation



2.

équation chimique		$2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$		
État du système	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)		
État initial	$x = 0$	$n_0(\text{H}_2\text{O}_2)$	$n_0(\text{O}_2) = 0$	
Etat en cours de transformation	$x(t)$	$n_t(\text{H}_2\text{O}_2) = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2x(t)$	$n(\text{O}_2) = x = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m}$	
État final	x_{max}	$n(\text{H}_2\text{O}_2) = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}} = \frac{V(\text{O}_2)_{\text{max}}}{V_m}$	

Partie 2 : Détermination de la concentration initiale de la solution de peroxyde d'hydrogène

1. Calcul de la valeur attendue de la concentration en peroxyde d'hydrogène.

1.1. Par définition, $V(\text{O}_2) = 10 \text{ L}$ puisque le flacon porte la mention « 10 volumes ».

1.2. Si la transformation est totale, $n(\text{O}_2) = x_{\text{max}} = \frac{V(\text{O}_2)_{\text{max}}}{V_m}$; $n(\text{O}_2) = \frac{10}{25} = \frac{2 \times 5}{5 \times 5} = \mathbf{0,40 \text{ mol}}$

1.3. D'après le tableau d'avancement, si la transformation est totale alors le peroxyde d'hydrogène est totalement consommé, soit $n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2x_{\text{max}} = 0$ ou $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}} \cdot V - 2x_{\text{max}} = 0$ avec $x_{\text{max}} = \frac{V(\text{O}_2)_{\text{max}}}{V_m}$.

Alors $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}} \cdot V - 2 \cdot \frac{V(\text{O}_2)_{\text{max}}}{V_m} = 0$; $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}} = 2 \cdot \frac{V(\text{O}_2)_{\text{max}}}{V_m} \cdot \frac{1}{V}$ AN: $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}} = 2 \times \frac{10}{25} \times 1,00 = \mathbf{0,80 \text{ mol.L}^{-1}}$

2. Détermination de la valeur réelle de la concentration en peroxyde d'hydrogène.

2.1. Avant l'équivalence, MnO_4^- est réactif limitant, la solution est incolore. À l'équivalence, il y a changement de réactif limitant. Juste au-delà de l'équivalence, les ions permanganate constituent le réactif en excès. Ils donnent une coloration violette au milieu réactionnel, ce qui permet de repérer l'équivalence.

2.2. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, soit d'après l'équation

chimique :
$$\frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{5} = \frac{n_{\text{eq}}(\text{MnO}_4^-)}{2}$$

2.3.
$$\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{exp}} \cdot V_0}{5} = \frac{C_1 \cdot V_{\text{eq}}}{2} \quad \boxed{[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{eq}} = \frac{5 \cdot C_1 \cdot V_{\text{eq}}}{2 \cdot V_0}}$$

$$2.4. [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{eq}} = \frac{5 \times 2,0 \times 10^{-1} \times 14,6}{2 \times 10,0} = \frac{10 \times 10^{-1} \times 14,6}{20,0} = \frac{1 \times 10^{-1} \times 14,6}{2} = 7,3 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$2.5. [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}} = 8,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} > [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{eq}}$$

On peut penser qu'une partie du peroxyde d'hydrogène a réagi sur lui-même avant que l'on procède au titrage. Cette réaction est lente à température ordinaire, mais elle peut expliquer que l'on obtienne une concentration expérimentale inférieure à la concentration théorique.

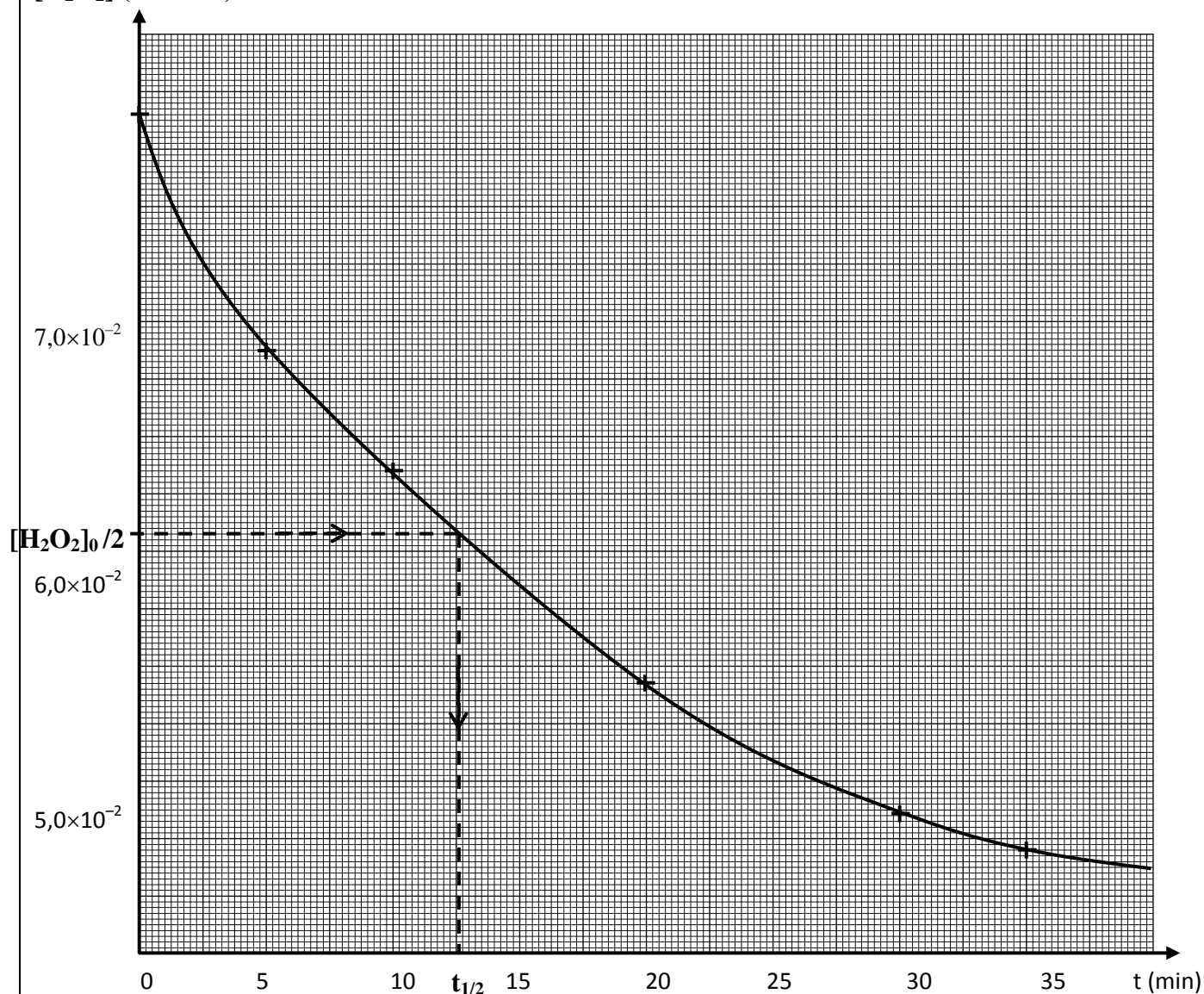
Partie 3 : Étude cinétique de la dismutation du peroxyde d'hydrogène

1. Un catalyseur est une espèce chimique qui, par sa présence dans le milieu réactionnel, augmente la vitesse d'une transformation chimique spontanée et se retrouve inaltérée, du point de vue chimique, à la fin de la transformation.

2. Le fil de platine est un solide, et le peroxyde d'hydrogène est en solution aqueuse, il s'agit d'une **catalyse hétérogène**.

3.

$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mol.L⁻¹)



$$4. n_t(\text{H}_2\text{O}_2) = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2 x(t) \text{ donc } x(t) = \frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - n_t(\text{H}_2\text{O}_2)}{2}.$$

5. La concentration en réactifs est un facteur cinétique. Au début, la concentration en peroxyde d'hydrogène est élevée, la vitesse volumique de la transformation est grande. Au fur et à mesure de la consommation du peroxyde d'hydrogène, sa concentration diminue et donc la vitesse diminue.

6. Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement a atteint la moitié de sa valeur finale.

7. En considérant la transformation totale, $x_f = x_{\max}$ et le peroxyde d'hydrogène est totalement consommé donc

$$n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2 x_{\max} = 0, \text{ alors } x_{\max} = \frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} \text{ D'après la question 4., on a } n_t(\text{H}_2\text{O}_2) = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2 x(t)$$

$$\text{soit } n_{t_{1/2}}(\text{H}_2\text{O}_2) = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2 x(t_{1/2}) = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - 2 \frac{x_{\max}}{2} = n_0(\text{H}_2\text{O}_2) - \frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{2}$$

finalement $\boxed{[\text{H}_2\text{O}_2]_{t_{1/2}} = \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{2}}$ Graphiquement, on détermine l'abscisse du point d'ordonnée

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{7,30 \times 10^{-2}}{2} = 3,65 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ (soit 7,30 cm). On trouve } t_{1/2} \text{ compris entre 12 et 13 minutes.}$$

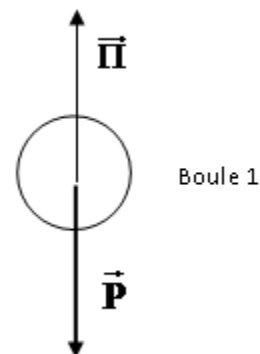
8. La température est un facteur cinétique, une température plus élevée aurait augmenté la vitesse volumique de la transformation. La concentration initiale étant restée la même, $[\text{H}_2\text{O}_2]$ aurait diminué plus rapidement et le **temps de demi-réaction serait plus court.**

Exercice 2 : THERMOMÈTRE DE GALILÉE

1. Principe de fonctionnement

1.1 . La boule 1 est immobile, en équilibre dans l'huile. Elle est soumise à deux forces :

- le poids \vec{P} , vertical vers le bas
- la poussée d'Archimède $\vec{\Pi}$, verticale vers le haut.



1.2. Les normes de deux forces s'écrivent:

$$\text{Poids : } \mathbf{P = m \cdot g = \rho \cdot V_b \cdot g}$$

La valeur de la poussée d'Archimède est égale au poids du fluide déplacé par la boule 1.

$$\text{Poussée d'Archimède : } \mathbf{\Pi = \rho_\ell(T) \cdot V_b \cdot g}$$

1.3. Dans le référentiel éprouvette, la boule 1 est immobile, d'après **le principe d'inertie (1^{ère} loi de Newton)** les deux forces se compensent : elles ont donc des valeurs identiques.

$$\mathbf{P = \Pi} \quad \rho \cdot V_b \cdot g = \rho_\ell(T) \cdot V_b \cdot g \quad \text{donc : } \boxed{\rho = \rho_\ell(T)}$$

1.4. "Les boules ont chacune le même volume V_b mais possèdent des masses volumiques ρ différentes"...

Pour les boules dont la masse volumique ρ est supérieure à la masse volumique $\rho_\ell(T)$ de l'huile, la force poids prédomine sur la poussée d'Archimède. Ces boules restent en bas de l'éprouvette.

Pour les boules dont $\rho < \rho_\ell$, la poussée d'Archimède prédomine sur la force poids. Ces boules restent dans le haut de l'éprouvette.

1.5. "Le liquide contenu dans la colonne a une masse volumique $\rho_\ell(T)$ qui décroît fortement lorsque la température augmente"... "On peut supposer que la masse volumique et le volume de cette boule sont quasiment indépendants de la température".

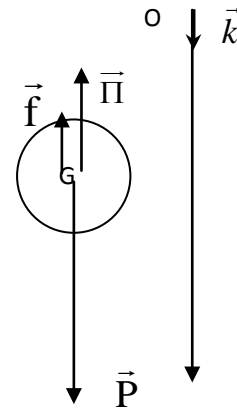
Ainsi, lorsque la température du liquide s'élève, la masse volumique $\rho_l(T)$ du liquide diminue et comme ρ est constant on a : $\rho > \rho_l(T)$. La boule 1 se déplace **vers le bas de l'éprouvette**.

2. Étude du mouvement d'une boule.

2.1 Au cours du mouvement la boule est soumise à trois forces :

- le poids \vec{P} , vertical vers le bas: $\vec{P} = m.g.\vec{k}$
- la poussée d'Archimède $\vec{\Pi}$, verticale vers le haut : $\vec{\Pi} = -\rho_l(T).V_b.g.\vec{k}$
- la force de frottement \vec{f} , opposée au vecteur vitesse donc verticale vers le haut : $\vec{f} = -k.v.\vec{k}$

boule en mouvement vers le bas



Comme la boule descend, la force poids prédomine. La flèche représentant le vecteur poids est plus longue que la somme des longueurs des deux flèches représentant les forces \vec{f} et $\vec{\Pi}$.

2.2. La deuxième loi de Newton appliquée au système "boule" dans le référentiel éprouvette, référentiel terrestre supposé galiléen donne :

$$\vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m.\vec{a}_G \quad (1) \text{ On pose: } \vec{v}_G = v_z.\vec{k} = v.\vec{k}$$

Alors : $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt} = \frac{dv}{dt}.\vec{k}$ En projetant la relation (1) selon l'axe (Oz) il vient :

$$m.g - \rho_l(T).V_b.g - k.v = m.\frac{dv}{dt}$$

$$g - \frac{\rho_l(T).V_b.g}{m} - \frac{k}{m}.v = \frac{dv}{dt}$$

soit:

$$\boxed{\frac{dv}{dt} = g.\left(1 - \frac{\rho_l(T).V_b}{m}\right) - \frac{k}{m}.v}$$

L'équation précédente est bien de la forme: $\frac{dv}{dt} = A - B.v$

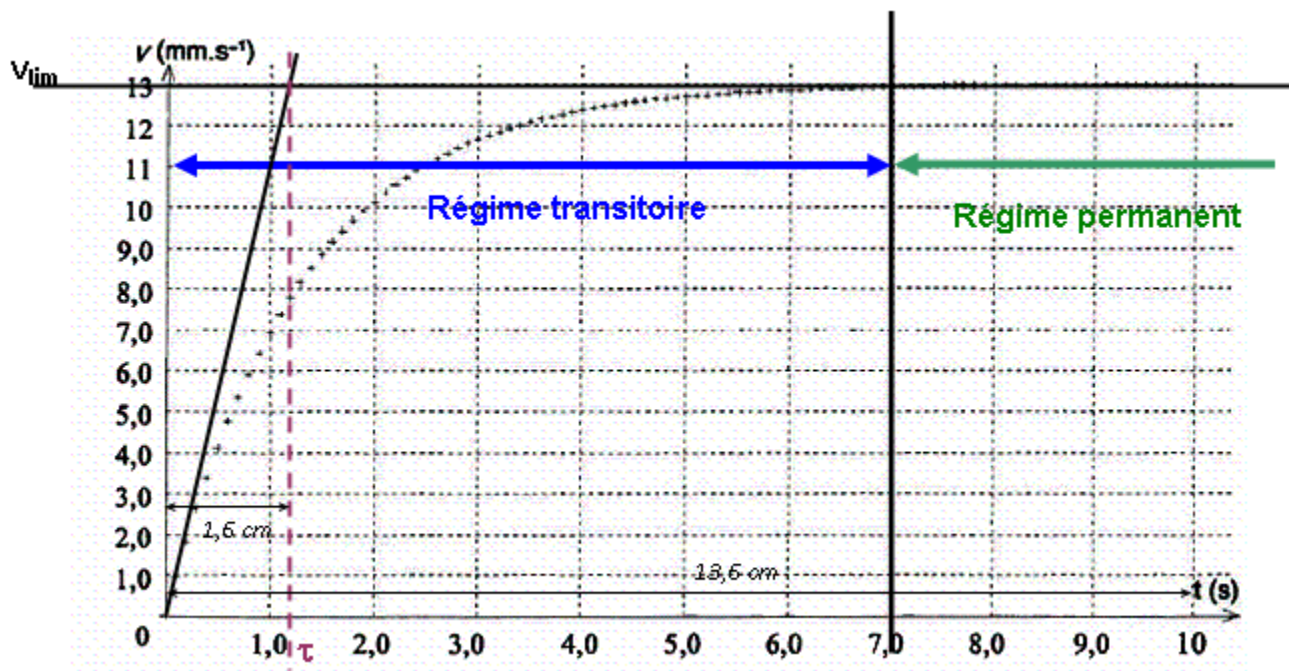
Par identification on a : $\boxed{A = g.\left(1 - \frac{\rho_l(T).V_b}{m}\right)}$ et $\boxed{B = \frac{k}{m}}$

2.3. Lorsque la vitesse limite est atteinte $v = v_{lim} = Cte$ donc $\frac{dv}{dt} = 0$, soit $0 = A - B.v_{lim}$

donc: $A = B.v_{lim}$ soit $\boxed{v_{lim} = \frac{A}{B}}$

Avec: $A = 9,5 \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$ et $B = 7,3 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$: $v_{lim} = \frac{9,5 \times 10^{-3}}{7,3 \times 10^{-1}} = 1,3 \times 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$.

2.4.1.



2.4.2. Temps caractéristique τ :

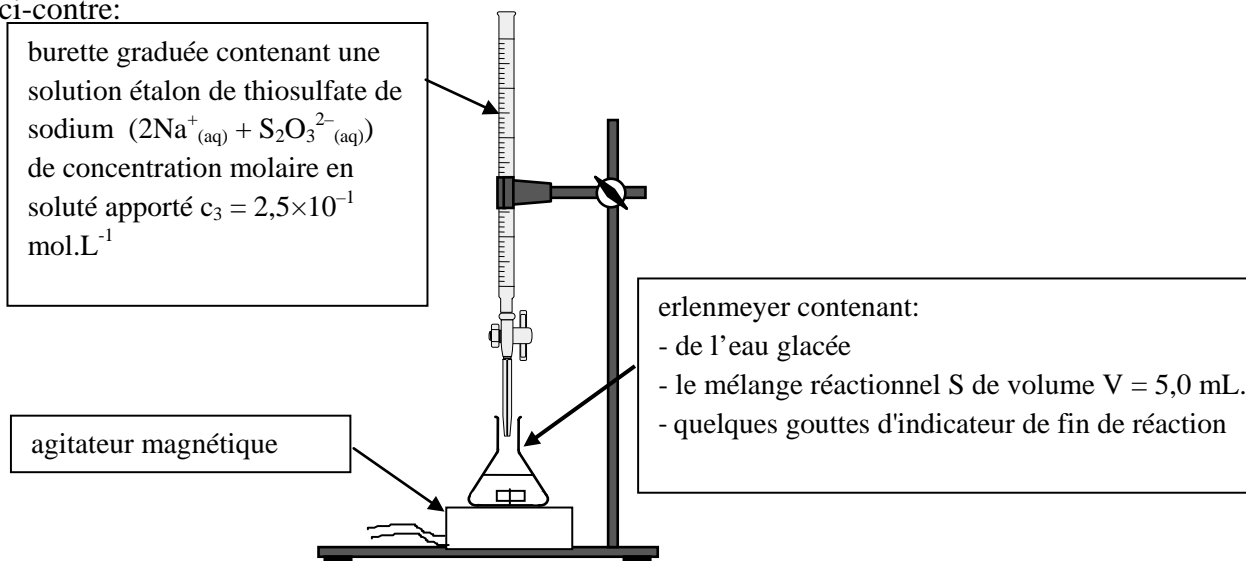
On trace la tangente, à l'origine, à la courbe $v = f(t)$. Elle coupe l'asymptote horizontale $v = v_{\text{lim}} = 13 \text{ mm.s}^{-1}$ en un point dont l'abscisse est égale au temps caractéristique τ :

13,6 cm \Leftrightarrow 10 s on mesure 1,6 cm pour τ donc: $\tau = (1,6 \times 10) / 13,6 = 1,2 \text{ s}$.

Exercice 3 : Suivi de cinétiques par différentes méthodes

I – Etude de la transformation 1

1. Schéma ci-contre:



2. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques

3.

Equation chimique		$2\text{I}^-_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(\text{aq})} = \text{I}_2_{(\text{aq})} + 2\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial	$x = 0$	$c_1 \cdot V_1$	$c_2 \cdot V_2$	0	0
Au cours de la transformation	x	$c_1 \cdot V_1 - 2x$	$c_2 \cdot V_2 - x$	x	$2x$
État final attendu	x_{max}	$c_1 \cdot V_1 - 2x_{\text{max}}$	$c_2 \cdot V_2 - x_{\text{max}}$	x_{max}	$2x_{\text{max}}$

D'après le tableau $n_{\text{I}_2}(t) = x$

4. A l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques donc

$$n_{\text{I}_2}(5\text{mL}) = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}}}{2} \quad \text{soit} \quad n_{\text{I}_2}(5\text{mL}) = \frac{c_3 \cdot V_E}{2}$$

5. On sait qu'on a : $V_P \leftrightarrow n_{\text{I}_2} = \frac{c_3 \cdot V_E}{2}$ } donc : $x(t) = \frac{C_3 \cdot V_E \cdot V_{\text{total}}}{2 \cdot V_P}$ AN :

$$x(t) = \frac{2,0 \cdot 10^{-1} \times 5,0 \cdot 10^{-3} \times 40,0 \cdot 10^{-3}}{2 \times 5,0 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

6. $[I_2]_t = \frac{n_{\text{I}_2}(t)}{V_{\text{total}}} = \frac{x(t)}{V_{\text{total}}}$ AN: $[I_2]_t = \frac{4,0 \cdot 10^{-3}}{40,0 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$

7. a. D'après la courbe on peut lire : $[I^-]_0 = 0,3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ et $[I^-]_f = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

b. La courbe ne tend vers 0 ce qui veut dire que les ions I^- sont en excès, tandis que les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ sont les réactifs limitant. On peut à partir de la courbe déterminer la valeur de l'avancement maximale x_{max} . D'après le tableau d'avancement à l'état finale on a : $n_{\text{I}^-}_f = n_{\text{I}^-}_0 - 2x_{\text{max}}$ en divisant par V_{total} on aura

$$\text{donc : } [I^-]_f = [I^-]_0 - \frac{2x_{\text{max}}}{V_{\text{total}}} \Leftrightarrow \frac{2x_{\text{max}}}{V_{\text{total}}} = [I^-]_0 - [I^-]_f \Leftrightarrow x_{\text{max}} = \frac{V([I^-]_0 - [I^-]_f)}{2}$$

$$\text{AN : } x_{\text{max}} = \frac{40,0 \cdot 10^{-3}(0,3 - 0,1)}{2} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

c. Comme $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est le réactif limitant on aura donc d'après le tableau d'avancements :

$$n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}})_f = n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}})_0 - x_{\text{max}} = 0 \Leftrightarrow x_{\text{max}} = n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}})_0 = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \text{ et donc } [S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}})_0}{V_{\text{total}}} = \frac{x_{\text{max}}}{V_{\text{total}}}$$

$$\text{AN : } [S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{4,0 \cdot 10^{-3}}{40,0 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

d. On sait que : $n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}})_0 = C_2 \cdot V_2 \Leftrightarrow C_2 = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}})_0}{V_2}$ AN :

$$C_2 = \frac{4,0 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad C_2 = \frac{4,0 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

II- Etude de la transformation 2

1. a. La quantité n_{02} n'est pas nul car on a déjà la **présence des ions Cl^- dans l'eau de Javel** avant la décomposition des ions ClO^- . La quantité n_{03} n'est pas nul car on a déjà la **présence de dioxygène dans l'air** avant la décomposition des ions ClO^- .
- b. La quantité de matière totale **initiale** de gaz notée $n_0 = n_{03}$ car le seul gaz qui se trouve à l'état initial.
- c.

équation chimique		$2 ClO^-_{(aq)} = 2 Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)}$			
Etat du système	Avancement	Quantités de matière des espèces chimiques			Quantité de matière totale de gaz n_T
Etat initial $t = 0$	0	n_{01}	n_{02}	n_{03}	n_0
Etat en cours t quelconque	x	$n_{01}-2x$	$n_{02}+2x$	$n_{03}+x$	$n_{03}+x$
Etat final t infini	x_f	$n_{01}-2x_f$	$n_{02}+2x_f$	$n_{03}+x_f$	$n_{03}+x_f$

2. On sait qu'on a :
$$\left. \begin{array}{l} P_0.V_0 = n_{03}.RT \\ P(t).V_0 = (n_{03} + x(t)).RT \end{array} \right\} \text{ donc : } \boxed{x(t) = \frac{(p(t) - p_0).V_0}{RT}}$$

3. a. C'est la durée au bout de laquelle l'avancement final est divisé par 2. Graphiquement on pourra lire la valeur de **$t_{1/2} = 5 \text{ min}$**

b. D'après la courbe la valeur de **$x_f = 1 \text{ mmol}$** et on sait que la transformation chimique lente et totale et d'après le tableau d'avancement on aura donc : $n_{ClO^-}_f = n_{01}_0 - 2x_f = 0 \Leftrightarrow n_{01}_0 = 2x_f = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

c. Calculons d'abord la concentration de ClO^- dans la solution diluée, $[ClO^-]_{\text{diluée}} = \frac{n_{ClO^-}}{V}$ **AN:**

$$[ClO^-]_{\text{diluée}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et la concentration molaire en ions hypochlorite } [ClO^-_{(aq)}]_{S_0} :$$

$$[ClO^-]_{S_0} = [ClO^-]_{\text{diluée}} \times F = 8 \cdot 10^{-3} \times 5 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

SUJET 2

Exercice 1 : Le tennis c'est... physique

Exercice 2 : Etude d'une réaction par spectrophotométrie

Exercice 3 : Mouvement d'une luge : sur une pente enneigée et dans l'eau !

Exercice 1 : Le tennis c'est... physique

1. Équations horaires paramétriques et trajectoire

1.1. La balle, dans le référentiel terrestre galiléen, est soumise uniquement à son poids. En effet d'après l'énoncé « l'action de l'air est négligeable » : on ne tient pas compte **de la poussée d'Archimède et de la force de frottement de l'air sur la balle**. Et la raquette n'agit plus pendant le mouvement de la balle.

1.2. La seconde loi de Newton, appliquée à la balle donne : $\vec{P} = m \vec{a}$ car la masse de la balle est constante soit $m \vec{g} = m \vec{a}$ d'où $\vec{a} = \vec{g}$

Les coordonnées du vecteur accélération dans le repère Oxyz sont : $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \\ a_z = 0 \end{cases}$

1.3. $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ par intégration de \vec{a} on obtient le vecteur vitesse $\vec{v} \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_y = -g \times t + C_2 \\ v_z = C_3 \end{cases}$ avec C_1, C_2 et C_3 des

constantes définies par les conditions initiales.

Initialement $\vec{v}(t=0) = \vec{v}_0$ avec $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \\ v_{0z} = 0 \end{cases}$ donc $\vec{v}(t=0) \begin{cases} v_x = C_1 = v_0 \\ v_y = -0 + C_2 = 0 \\ v_z = C_3 = 0 \end{cases}$ d'où $\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = -g \times t \\ v_z = 0 \end{cases}$

Et $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$; par intégration de \vec{v} on obtient le vecteur position $\vec{OM} \begin{cases} x = v_0 \times t + C_4 \\ y = -1/2g \times t^2 + C_5 \\ z = C_6 \end{cases}$

avec C_4, C_5 et C_6 des constantes d'intégration. Initialement $\vec{OM} = \vec{OD} = H \vec{j}$

donc $\vec{OM}(t=0) \begin{cases} x = v_0 \times 0 + C_4 = 0 \\ y = -1/2g \times 0^2 + C_5 = H \\ z = C_6 = 0 \end{cases}$ soit $\vec{OM} \begin{cases} x = v_0 \times t \\ y = -1/2g \times t^2 + H \\ z = 0 \end{cases}$;

On retrouve bien les expressions demandées.

1.4. Quel que soit t , $z(t) = \text{Constante} = 0$ donc le mouvement de la balle a lieu dans le plan (Oxy).

1.5. On isole la variable t de $x(t)$ que l'on reporte dans $y(t)$:

$t = \frac{x}{v_0}$ donc dans $y(x) = -\frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0}\right)^2 + H$. Finalement : $y(x) = -\frac{g}{2v_0^2} \times x^2 + H$ équation d'une parabole de concavité tournée vers le bas.

2. Qualité du service

2.1. La balle passe au-dessus du filet si pour $x = OF = 12,2$ m, $y(x) > 0,920$ m. $v_0 = 126 \text{ km.h}^{-1} = \frac{126}{3,6} = 35$

m.s^{-1} Calculons, avec l'expression du 1.5. : $y(x = 12,2) = -\frac{9,81}{2 \times 35^2} \times 12,2^2 + 2,20 = \mathbf{1,60 \text{ m} > 0,920 \text{ m}}$

Donc la balle passe au-dessus du filet.

2.2. La balle frappe le sol en un point B' ($x_{B'}$; $y_{B'} = 0$; $z_{B'} = 0$). Le service est « mauvais » si $x_{B'} > OB$ avec

$OB = L = 18,7$ m. Avec l'expression du 1.5., déterminons $x_{B'}$: $y(x_{B'}) = 0$ soit $-\frac{g}{2} \times \left(\frac{x_{B'}}{v_0}\right)^2 + H = 0$

Isolons $x_{B'}$: $x_{B'}^2 = \frac{2 v_0^2 \times H}{g}$ donc $x_{B'} = \sqrt{\frac{2 v_0^2 \times H}{g}}$ en ne gardant que la solution positive.

$x_{B'} = \sqrt{\frac{2 \times 35^2 \times 2,20}{9,81}} = \mathbf{23,4 \text{ m}}$. Donc $x_{B'} > 18,7$ m, le service est effectivement « mauvais ».

2.3. En réalité, la balle tombe en B. Le paramètre, non pris en compte dans ce problème, qui peut expliquer cette différence est la force de frottement de l'air sur la balle.

Remarque hors programme de terminale : Au tennis, l'effet donné à la balle est essentiel. La balle est mise en rotation, et l'effet Magnus modifie la trajectoire de façon sensible.

3. Étude énergétique du mouvement de la balle

3.1. $E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$; $E_{PP} = m \cdot g \cdot y$; $E_M = E_C + E_{PP} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot y$

3.2.

- La courbe croissante correspond à E_C puisque la vitesse v de la balle augmente au cours de sa chute.
- La courbe décroissante correspond à E_{PP} puisque y décroît et donc E_{PP} décroît au cours de la chute de la balle.
- La courbe constante correspond à E_M

3.3.

- On lit graphiquement sur la courbe de l'énergie cinétique $E_C(0) = \mathbf{0,25J}$ et on sait que :

$$E_C(0) = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C(0)}{m}} \quad \text{AN : } v_0 = \sqrt{\frac{2 \times 0,25}{80 \cdot 10^{-3}}} = 2,5 \text{ m.s}^{-1}$$

- On lit graphiquement sur la courbe de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{PP}(0) = \mathbf{1,3J}$ et on sait

$$\text{que : } E_{PP}(0) = m \cdot g \cdot y_0 \Rightarrow y_0 = \frac{E_{PP}(0)}{m \cdot g} \quad \text{AN : } y_0 = \frac{1,3}{80 \cdot 10^{-3} \times 9,81} = 1,7 \text{ m}$$

- On lit graphiquement sur la courbe de l'énergie cinétique $(E_C)_{\max} = \mathbf{1,3J}$ et on sait que :

$$(E_C)_{\max} = \frac{1}{2} m \cdot v_{\max}^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot (E_C)_{\max}}{m}} \quad \text{AN : } v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \times 1,3}{80 \cdot 10^{-3}}} = 5,7 \text{ m.s}^{-1}$$

3.4. Entre le départ de la balle et le rebond, la vitesse augmente par transfert d'énergie potentielle de pesanteur sous forme du **travail du poids de la balle**.

3.5. A l'instant du choc il y'a **perte d'énergie mécanique de la balle** car il se produit un travail mécanique **des forces de contact** qui dissipe une partie de l'énergie mécanique.

3.6. On lit graphiquement à $x=0m$ on a $E_M= 1,5J$ et à $x=2m$ on a $E_M= 0,9J$ donc l'énergie dissipée vaut donc dans ce cas : $\Delta E_M = 0,9 - 1,5 = -0,6J$

3.7. Après le rebond l'énergie cinétique de la balle se transfère en énergie potentielle de pesanteur.

3.8.

- Après le rebond, on lit graphiquement sur la courbe de l'énergie potentielle de pesanteur

$E_{PP})_{\max} = 0,8J$ et on sait que : $E_{PP})_{\max} = m \cdot g \cdot y_1 \Rightarrow y_1 = \frac{E_{PP})_{\max}}{m \cdot g}$ AN : $y_1 = \frac{0,8}{80 \cdot 10^{-3} \times 9,81} = 1,0m$

- On lit graphiquement sur la courbe de l'énergie cinétique $E_C)_{\min} = 0,05J$ lorsque l'énergie

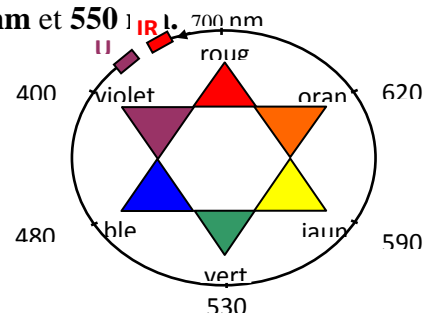
potentielle E_{PP} vaut $E_{PP})_{\max} = 0,8J$ et on sait que : $E_C)_{\min} = \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_C)_{\min}}{m}}$ AN :

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \times 0,05}{80 \cdot 10^{-3}}} = 1,1 m \cdot s^{-1}$$

Exercice 2 : Etude d'une réaction par spectrophotométrie

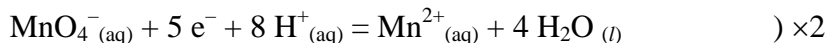
I- Réglage du spectrophotomètre

- L'absorbance est significative entre **530 nm** et **550 nm** d'après la courbe donnée donc le domaine de longueur d'onde qu'on doit régler le spectrophotomètre est entre **530 nm** et **550 nm**.
- La solution de permanganate de potassium est de **couleur violette**.
- L'absorbance étant maximale entre 530 nm et 550 nm (couleur jaune – vert dans le schéma ci-contre) la couleur de la solution est **la couleur complémentaire soit le violet**.

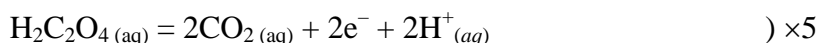


II. Suivi de la transformation

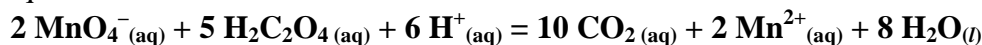
- demi-équation de réduction de l'ion permanganate :



demi-équation d'oxydation de l'acide oxalique:



équation de la réaction:



Les ions MnO_4^- colorent le mélange réactionnel en violet. Au fur et à mesure de leur consommation, la coloration violette va disparaître. Le mélange va progressivement **devenir incolore**.

- $n_1 = C_1 \cdot V_1$ quantité initiale en ions permanganate

$$n_1 = 1,0 \times 10^{-3} \times 10,0 \times 10^{-3} = \mathbf{1,0 \times 10^{-5} \text{ mol}}$$

$$n_2 = C_2 \cdot V_2 \quad \text{quantité initiale en acide oxalique} \quad n_2 = 1,0 \times 10^{-2} \times 10,0 \times 10^{-3} = \mathbf{1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}}$$

3. Équation chimique		$2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{aq}) + 6 \text{H}^+ (\text{aq}) = 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 10 \text{CO}_2 (\text{aq}) + 8 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$					
État du système chimique	Avancement	Quantités de matière (mol)					
État initial	$x = 0 \text{ mol}$	n_1	n_2	Excès	0	0	beaucoup
État intermédiaire	$x \text{ (mol)}$	$n_1 - 2x$	$n_2 - 5x$	Excès	$2x$	$10x$	beaucoup
État final (si totale)	x_{max}	$n_1 - 2x$	$n_2 - 5x$	Excès	$2x$	$10x$	beaucoup

- Si MnO_4^- est le réactif limitant, il est totalement consommé. Alors $n_1 - 2x_{\text{max}} = 0$. soit $x_{\text{max}} = \frac{n_1}{2}$

$$\frac{1,00 \times 10^{-5}}{2} = \mathbf{5,00 \times 10^{-6} \text{ mol}}$$

Si $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ est le réactif limitant alors $n_2 - 5x_{\text{max}} = 0$. soit $x_{\text{max}} = \frac{n_2}{5} = \frac{1,00 \times 10^{-4}}{5} = \mathbf{2,00 \times 10^{-5} \text{ mol}}$

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur la plus faible de x_{max} .

Il s'agit de l'ion permanganate et $x_{\text{max}} = 5,00 \times 10^{-6} \text{ mol}$.

III. Étude de la transformation

1. $[MnO_4^-]_0 = \frac{C_1 \cdot V_1}{V}$

2. a. $[MnO_4^-]_t = \frac{n_{MnO_4^-}(t)}{V}$; D'après le tableau d'avancement on a : $n_{MnO_4^-}(t) = n_{MnO_4^-}_0 - 2x$ en remplaçant cette expression dans la concentration de MnO_4^- on aura :

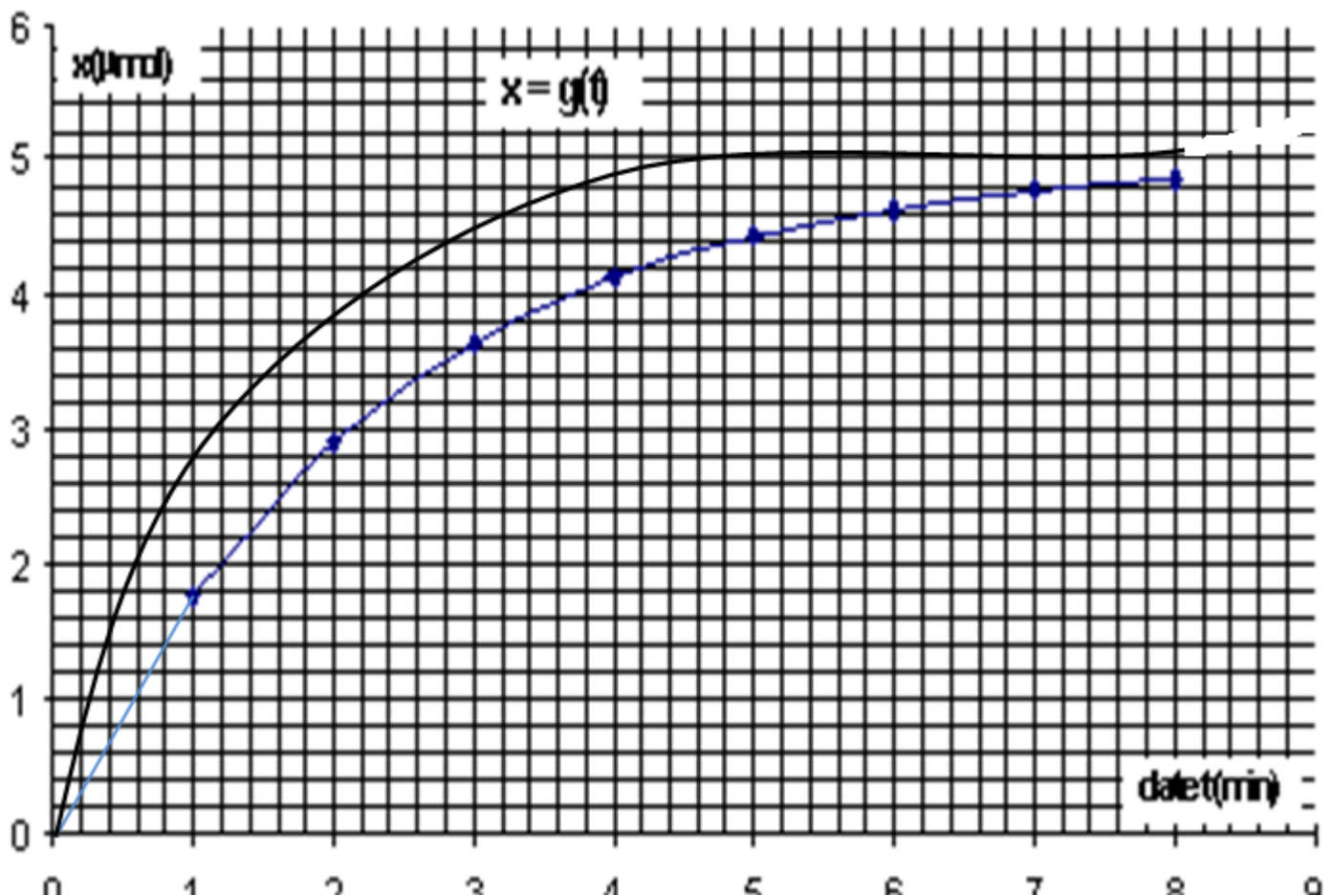
$$[MnO_4^-](t) = \frac{n_{MnO_4^-}_0 - 2x}{V} = \frac{n_{MnO_4^-}_0}{V} - \frac{2x}{V} = C_1 - \frac{2x}{V}$$

b. On sait que : $[MnO_4^-](t) = C_1 - \frac{2x}{V}$ et aussi $A(t) = k \cdot [MnO_4^-](t)$ donc,

$$A(t) = k \cdot (C_1 - \frac{2x}{V}) \Leftrightarrow x(t) = \frac{V(k \cdot C_1 - A(t))}{2k}$$

3. C'est la durée au bout de laquelle l'avancement final est divisé par 2. Graphiquement on pourra lire la valeur de $t_{1/2} = 1,6 \text{ min}$

4.



Exercice 3 : Mouvement d'une luge : sur une pente enneigée et dans l'eau !

Partie 1 : Phase d'accélération

1. La vitesse instantanée v_i peut être assimilée à sa vitesse moyenne entre les dates t_{i+1} et t_{i-1} :

$$v_i = \frac{G_{i-1}G_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{G_{i-1}G_{i+1}}{2\tau}$$

2. Avec la règle on mesure $G_0G_2 = 0,5\text{cm}$ en tenant compte de l'échelle donné on aura

$$G_0G_2 = 0,5 \times 100 = 50\text{cm} \text{ et donc } v_1 = \frac{G_0G_2}{2\tau} = \frac{0,5}{2 \times 500 \cdot 10^{-3}} = 0,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
t (s)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
v ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0	0,5	1,0	1,6	2,3	2,9	3,4	3,9

3. Par identification en prenant quelques points, on note qu'il s'agit de la **courbe B**.
4. La trajectoire de la luge est une droite, de plus la vitesse augmente proportionnellement au temps ($v = a \cdot t$).

Il s'agit donc d'un **mouvement rectiligne uniformément accéléré**. L'accélération $a = \frac{dv}{dt}$ correspond au

coefficient directeur de la courbe $v = f(t)$. Soit graphiquement les coordonnées du point A(2 ;4) en

utilisant les coordonnées de A on pourra calculer coefficient directeur $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{2} = 2,0\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$

5. Référentiel : Terrestre supposé galiléen

Système : {luge}

Forces qui s'appliquent à la luge :

- Poids : \vec{P} vertical vers le bas, $P = m \cdot g$
- Réaction normale du plan : \vec{R}_N perpendiculaire au plan du déplacement

6. Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un système est égale au produit de la masse par le vecteur accélération \vec{a}_G du centre d'inertie du système.

7. D'après la seconde loi de Newton appliquée à la luge. $\vec{P} + \vec{R}_N = m \cdot \vec{a}_G$

En projetant cette relation sur l'axe x'x, on obtient : $+ m \cdot g \cdot \sin \alpha + 0 = m \cdot a_{GX}$

Ici, la luge n'a aucun mouvement selon l'axe y'y, $\vec{a}_G = a_G \cdot \vec{i}$

On en déduit : $0 + m \cdot g \cdot \sin \alpha + 0 = m \cdot a_G$ Soit $\mathbf{a_G = g \cdot \sin \alpha}$ A.N : $\mathbf{a_G = 2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}}$

La valeur de l'accélération calculée à la question 4 est en accord avec celle calculée précédemment.

Partie 2 : Immersion de la luge sans vitesse initiale dans le lac.

1. Référentiel : Terrestre supposé galiléen

Système : {luge}

Forces qui s'appliquent à la luge pendant sa chute :

- Poids \vec{P} : vertical vers le bas, de valeur $P = m \cdot g$
- Force de frottement fluide \vec{f} : verticale vers le haut, de valeur $f = k \cdot v$
- Poussée d'Archimède du fluide : \vec{F}_A verticale vers le haut, de valeur égale au poids du volume d'eau déplacé par la luge, $F_A = \rho_0 \cdot V_1 \cdot g$

2. Seconde loi de Newton appliquée à la luge : $\vec{P} + \vec{f} + \vec{F}_A = m \cdot \vec{a}_G$

On projette les vecteurs sur l'axe Oz (vertical vers le bas) : $P - f - F_A = m \cdot a_z = m \cdot a$

$$\Leftrightarrow m \cdot g - k \cdot v - \rho_0 \cdot V_1 \cdot g = m \cdot \frac{dv}{dt} \quad \text{en divisant par } m \text{ on aura : } \frac{dv}{dt} = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_0 \cdot V_1}{m}\right) - \frac{k}{m} \cdot v \Rightarrow \boxed{\frac{dv}{dt} = A - Bv}$$

3. En identifiant : $A = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_0 \cdot V_1}{m}\right)$ et $B = \frac{k}{m}$

4. Le graphe permet de déterminer facilement la vitesse limite maximale : $v_{\text{lim}} = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Lorsque cette vitesse est atteinte, elle est constante, l'accélération $\frac{dv}{dt}$ est nulle. On aura donc :

$$\frac{dv}{dt} = 0 = A - Bv_{\text{lim}} \text{ soit } A = Bv_{\text{lim}} \text{ à } t=0 \text{ s on a } v_0=0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \left(\frac{dv}{dt}\right)_0 = A = a_0 = \text{pente de la tangente à la courbe } v(t) \text{ à } t = 0 \text{ s.}$$

$$\text{D'après le graphe } \left(\frac{dv}{dt}\right)_0 = A = a_0 = \frac{0,85}{0,1} = 8,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \text{ et } B = \frac{A}{v_{\text{lim}}} = \frac{8,5}{1,0} = 8,5 \text{ s}^{-1}$$

SUJET 3

Exercice 1 : DETERMINATION DU pK_A

Exercice 2 : LANCEMENT D'UN SATELLITE MÉTÉOROLOGIQUE

Exercice 3 : JEUX D'ENFANTS AVEC DES PALETS DE HOCKEY

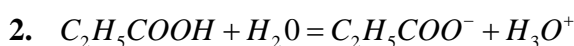
Exercice 1 : DETERMINATION DU pK_A

Partie I : Détermination du pK_A de l'acide propanoïque par 2 méthodes :

Méthode 1 :

1. Lors d'une dilution on a conservation de la quantité de matière : $n_0 = n_2 \Leftrightarrow C_2 \cdot V_2 = C_0 \cdot V_0 \Leftrightarrow C_2 = \frac{C_0 \cdot V_0}{V_2}$

AN : $C_2 = \frac{1,0 \cdot 10^{-1} \times 10}{30} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



3. $K_A = \frac{[C_2H_5COO^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_2H_5COOH]_{\text{éq}}}$ d'après le tableau d'avancement on a : $[C_2H_5COO^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}}$

donc $K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C}$

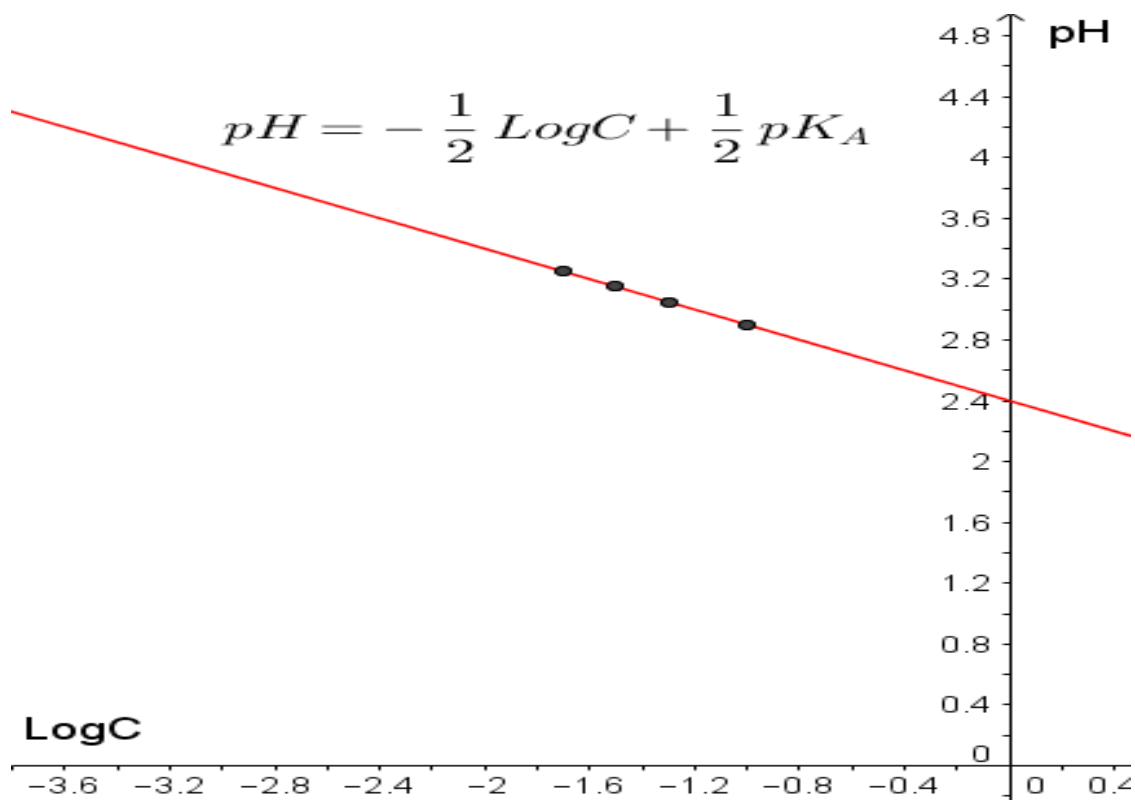
4. On a $K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{C} \Leftrightarrow [H_3O^+]_{\text{éq}}^2 = K_A \cdot C$

$\Leftrightarrow [H_3O^+]_{\text{éq}} = \sqrt{K_A \cdot C} \Leftrightarrow -\text{Log} [H_3O^+]_{\text{éq}} = -\text{Log} (\sqrt{K_A \cdot C}) \Leftrightarrow \text{pH} = -\frac{1}{2} (\text{Log} K_A + \text{Log} C)$

$\Leftrightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} (-\text{Log} K_A - \text{Log} C) \Leftrightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_A - \text{Log} C)$

5.

Solutions	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
C(mol.L ⁻¹)	1.10 ⁻¹	5.10 ⁻²	3,3.10 ⁻²	2.10 ⁻²
pH	2,9	3,05	3,15	3,25
LogC	-1	-1,3	-1,5	-1,7



6. La valeur de l'ordonnée à l'origine est **2,4** donc $2,4 = \frac{1}{2} pK_A \Leftrightarrow pK_A = 2 \times 2,4 = 4,8$

Méthode 2 :

1. $\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+]_f + \lambda_{C_2H_5COO^-} [C_2H_5COO^-]_f$ **d'après le tableau d'avancement on a :**

$$[C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \text{ d'où } \sigma = [H_3O^+]_{\acute{e}q} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_2H_5COO^-}) = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot \Lambda \text{ donc } [H_3O^+]_{\acute{e}q} = \frac{\sigma}{\Lambda}$$

2. $K_A = \frac{[C_2H_5COO^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[C_2H_5COOH]_{\acute{e}q}} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C - [H_3O^+]_{\acute{e}q}} = \frac{\left(\frac{\sigma}{\Lambda}\right)^2}{C - \frac{\sigma}{\Lambda}} \text{ d'où}$

$$\left(\frac{\sigma}{\Lambda}\right)^2 = K_{A2} \left(C - \frac{\sigma}{\Lambda}\right) \Leftrightarrow \frac{\left(\frac{\sigma}{\Lambda}\right)^2}{C} = -K_{A2} \cdot \frac{\left(\frac{\sigma}{\Lambda}\right)}{C} + K_{A2}$$

3. L'expression $\frac{\sigma}{\Lambda}$ s'exprime en **mol. m⁻³**

4. K_{A2} est à la fois le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine de la droite graphiquement on pourra lire **$K_{A2} = 1,4 \cdot 10^{-5}$** $pK_{A2} = -\text{Log}K_{A2} = -\text{Log}(1,45 \cdot 10^{-5}) = 4,8$

Partie II : Détermination du pK_A du couple NH₄⁺/NH₃ :

1. Le volume V_0 étant le choix de la pipette jaugée à prélever et V_1 nous permet le choix de la fiole jaugée à préparer. Au cours d'une dilution, la quantité de matière se conserve d'où

$$n_0 = n_1 \Leftrightarrow C_0 \cdot V_0 = C_1 \cdot V_1 \Leftrightarrow \boxed{V_0 = \frac{V_1}{F}} \text{ AN : } \boxed{V_0 = \frac{500}{100} = 5,0 \text{ mL}} \text{ On prélève } V_0 \text{ à l'aide d'une pipette jaugée de}$$

5,0mL et on effectue la dilution dans **une fiole jaugée de 500mL.**

2.

<u>Etat</u>	<u>Avancement</u>	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} =$		$\text{HO}^- + \text{NH}_4^+$	
initial	0	$\mathbf{n_1 = C_1 \cdot V_1}$	excès	0	0
intermédiaire	x	$\mathbf{C_1 \cdot V_1 - x}$		x	x
final	$x_f =$ $[\text{HO}^-]_{\text{éq}} \times V_1$	$\mathbf{C_1 \cdot V_1 - x_f}$		$\mathbf{x_f}$	$\mathbf{x_f}$
maximal	$x_{\text{max}} = C_1 \times V_1$	$\mathbf{C_1 \cdot V_1 - x_{\text{max}}}$		$\mathbf{x_{\text{max}}}$	$\mathbf{x_{\text{max}}}$

3. D'après le tableau d'avancement on a : $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{[\text{OH}^-]_{\text{éq}}}{C_1} \Leftrightarrow [\text{OH}^-]_{\text{éq}} = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$

$$\Leftrightarrow \tau = \frac{10^{-pK_e}}{10^{-pH}} = \frac{10^{pH - pK_e}}{C_1}$$

4. D'après le tableau d'avancement on a : $[\text{HO}^-]_{\text{éq}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}$ et $[\text{NH}_3]_{\text{éq}} = C - [\text{OH}^-]_{\text{éq}}$ et on sait que :

$$K = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}}{[\text{NH}_3]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}}{[\text{NH}_3]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} \quad \left[K = \frac{K_e}{K_A} \right]$$

5. $K = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{NH}_4^+]_{\text{éq}}}{[\text{NH}_3]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{HO}^-]_{\text{éq}}^2}{C - [\text{HO}^-]_{\text{éq}}}$ or $\tau = \frac{[\text{OH}^-]_{\text{éq}}}{C_1} \Leftrightarrow [\text{OH}^-]_{\text{éq}} = \tau \cdot C_1$ d'où $K = \frac{C^2 \cdot \tau^2}{C - \tau \cdot C} = \frac{C \cdot \tau^2}{1 - \tau}$

et on sait que $K = \frac{K_e}{K_A}$ d'où $K_A = \frac{K_e}{K} \Leftrightarrow K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{OH}^-]_{\text{éq}}}{K} = 10^{-pH} \times \frac{[\text{OH}^-]_{\text{éq}}}{K}$

$$\Leftrightarrow K_A = 10^{-pH} \times \frac{\tau \cdot C}{\tau^2 \cdot C} = \frac{10^{-pH} \times (1 - \tau)}{\tau}$$

6. calcule de $\tau = \frac{10^{10,9-14}}{4,0 \cdot 10^{-2}} = 0,020$ $K_A = 10^{-10,9} \times \left(\frac{1 - 0,020}{0,020} \right) = 6,2 \cdot 10^{-10}$ donc

$$pK_A = -\text{Log}K_A = -\text{Log}(6,2 \cdot 10^{-10}) = 9,2$$

Exercice 2 : LANCEMENT D'UN SATELLITE MÉTÉOROLOGIQUE

1. Décollage de la fusée Ariane 5.

1.1. Pour que la fusée décolle, la valeur de la force de poussée F doit être supérieure à celle du poids P .

1.2. Deuxième loi de Newton appliquée au système {fusée}, dans un référentiel terrestre

considéré galiléen : $\vec{F} + \vec{P} = M \cdot \vec{a}$

$$F \cdot \vec{j} - P \cdot \vec{j} = M \cdot a \cdot \vec{j}$$

En projection sur (Oy): $F - P = M \cdot a$

$$F - M \cdot g = M \cdot a$$

Finalement :

$$a = \frac{F}{M} - g$$

$$a = \frac{1,16 \times 10^7}{7,3 \times 10^5} - 10 = 1,6 \times 10^{-1} \times 10^2 - 10 = 16 - 10 = 6 \text{ m.s}^{-2}$$

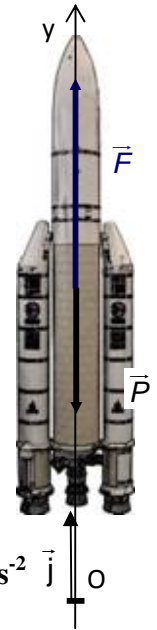
1.3. Équation horaire sur la vitesse : à chaque instant, $a_y(t) = \frac{dv_y}{dt}$ soit ici $a(t) = \frac{dv}{dt} = 6 \text{ m.s}^{-2} \vec{j}$

En primitivant : $v(t) = 6t + \text{Cte}$.

Initialement, la vitesse de la fusée est nulle donc $v(0) = 0$ soit $\text{Cte} = 0$ et finalement : $\boxed{v(t) = 6t}$

Équation horaire sur la position : à chaque instant, $v_y(t) = \frac{dy}{dt}$, soit ici $v(t) = \frac{dy}{dt} = 6t$

En primitivant : $y(t) = 3t^2 + \text{Cte}'$. Initialement, le centre d'inertie de la fusée est confondu avec l'origine du repère donc : $y(0) = 0$ soit $\text{Cte}' = 0$ et finalement : $\boxed{y(t) = 3t^2}$



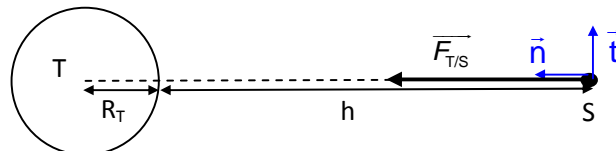
1.4. La distance d parcourue par la fusée jusqu'à la date $t_1 = 6,0$ s est :

$$d = y(t_1) = 3t_1^2$$

$$d = 3 \times 36 = 108 \text{ m} = 1,1 \times 10^2 \text{ m}$$

2. Mise en orbite basse du satellite.

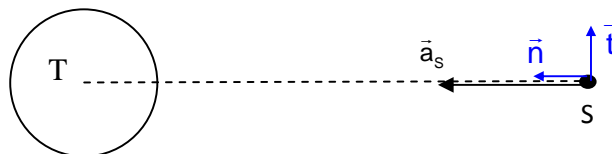
2.1. $\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n}$



2.2. Deuxième loi de Newton, appliquée au système {satellite} de masse m dans le référentiel géocentrique galiléen : $\vec{F}_{T/S} = m \cdot \vec{a}_S$

$$G \cdot \frac{m \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n} = m \cdot \vec{a}_S \quad \text{finalement :} \quad \boxed{\vec{a}_S = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n}}$$

2.3.



2.4. Le satellite ayant un mouvement circulaire et uniforme, alors $\vec{a}_s = \frac{v_s^2}{(R_T + h)} \cdot \vec{n}$ en égalant les deux

expressions de \vec{a}_s : $\frac{GM_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{n} = \frac{v_s^2}{(R_T + h)} \cdot \vec{n}$ soit $v_s^2 = \frac{GM_T}{(R_T + h)}$, en ne retenant que la solution

positive pour la vitesse : $v_s = \sqrt{\frac{GM_T}{(R_T + h)}}$ avec $h = 6,0 \times 10^2 \text{ km} = 6,0 \times 10^5 \text{ m} = 0,60 \times 10^6 \text{ m}$

$$v_s = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6,0 \times 10^{24}}{6,4 \times 10^6 + 0,60 \times 10^6}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 6,0 \times 10^{13}}{7,0 \times 10^6}} = \sqrt{\frac{4,0 \times 10^1 \times 10^{13}}{7,0 \times 10^6}} = \sqrt{\frac{4,0 \times 10^8}{7,0}}$$

$$v_s = 7,6 \times 10^{-1} \times \sqrt{10^8} = 7,6 \times 10^{-1} \times 10^4 \quad v_s = 7,6 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1},$$

2.5. T est la **période de révolution** du satellite autour de la Terre. La vitesse du satellite s'écrit :

$v_s = \frac{2\pi(R_T + h)}{T}$ soit $v_s^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{T^2}$ En reportant l'expression de v_s^2 obtenue à la question

précédente, il vient : $\frac{GM_T}{(R_T + h)} = \frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{T^2}$ soit finalement :

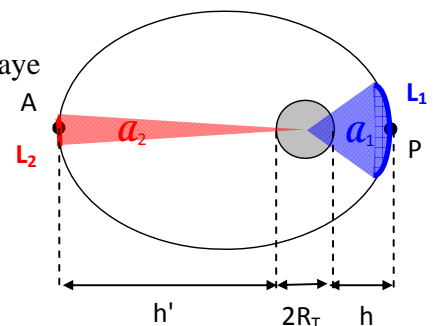
$$T^2 = \frac{4\pi^2(R_T + h)^3}{G.M_T}$$

3. Transfert du satellite en orbite géostationnaire.

3.1. Deuxième loi de Kepler, ou "loi des aires" : le rayon vecteur \overline{TS} balaye des aires égales pendant des durées égales.

3.2. Ainsi, pendant la même durée Δt , les aires A_1 et A_2 sont égales mais les distances parcourues par le satellite L_1 et L_2 sont différentes : $L_1 > L_2$. Les vitesses moyennes en A et P peuvent s'écrire :

$$v_A = \frac{L_2}{\Delta t} \text{ et } v_P = \frac{L_1}{\Delta t} \text{ on a alors : } \frac{v_P}{v_A} = \frac{L_1}{L_2} \text{ or comme } L_1 > L_2 \text{ il vient : } v_P > v_A.$$



La vitesse du satellite n'est pas constante sur l'orbite de transfert. Elle est **maximale au périgée P** et **minimale à l'apogée A**.

3.3. $AP = 2R_T + h + h'$ (voir schéma ci-dessus) $AP = 2 \times 6,4 \times 10^6 + 6,0 \times 10^5 + 3,6 \times 10^7 = 12,8 \times 10^6 + 6,0 \times 10^5 + 3,6 \times 10^7 = 1,28 \times 10^7 + 0,060 \times 10^7 + 3,6 \times 10^7$ **AP = $4,9 \times 10^7 \text{ m}$**

3.4. La durée de transfert entre A et P est égale à une demie période: **$\Delta t = T' / 2 = 5 \text{ h } 21 \text{ min.}$**

Exercice 3 : JEUX D'ENFANTS AVEC DES PALETS DE HOCKEY

I- Première partie

1.

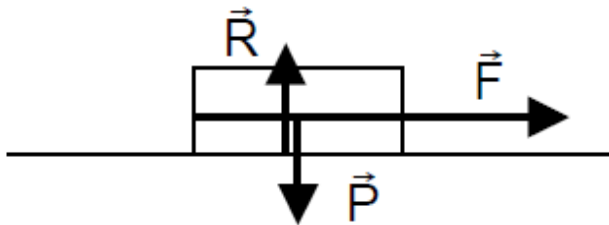
- D'après 2ème loi Newton : $m \vec{g} = m \vec{a}$ Divisons par m. On obtient : $\vec{g} = \vec{a}$
- Projettons selon l'axe (o xy) on obtient les coordonnées du vecteur \vec{a} : $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases}$
- Déterminons tout d'abords les coordonnées du vecteur vitesse \vec{v}_0 : $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{cases}$
- On sait que $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc les coordonnées du vecteur vitesse \vec{v} sont des primitives des coordonnées du vecteur accélération \vec{a} . $\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = gt \end{cases}$
- On sait $\vec{v} = \frac{d\vec{OG}}{dt}$ donc les coordonnées du vecteur position \vec{OG} sont des primitives des coordonnées du vecteur vitesse \vec{v} . $\vec{OG} \begin{cases} x_B = v_0 t \\ y_B = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$

2. On sait que $y_B(t) = \frac{1}{2} g \cdot t_B^2$ Pour $y = h$, d'où $h = \frac{1}{2} g \cdot t_B^2 \Leftrightarrow t_B^2 = \frac{2 \times h}{g}$ donc $t_B = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$

3. On constate que t_B est indépendant de v_0 , donc le palet de Bilale arrive en même temps que celui d'Amal.

II- Deuxième partie

1.



2. Théorème de l'énergie cinétique on a :

$$\Delta E = \sum W_{KO}(\vec{F}_{ext}) \Leftrightarrow E_C(O) - E_C(K) = W_{KO}(\vec{P}) + W_{KO}(\vec{R}) + W_{KO}(\vec{F}) \text{ Or}$$

$$E_C(O) = \frac{1}{2} M \cdot v_0^2 ; E_C(K) = \frac{1}{2} M \cdot v_K^2 = 0J \text{ car } \mathbf{v_K=0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}} ; W_{KO}(\vec{P}) = W_{KO}(\vec{R}) = 0J \text{ car } \vec{P} \text{ et } \vec{R} \text{ sont}$$

perpendiculaire au déplacement et $W_{KO}(\vec{F}) = F \cdot L$ on aura donc : $\frac{1}{2} M \cdot v_0^2 = F \cdot L \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot F \cdot L}{M}}$ (1)

3. Or d'après l'énoncé on a $D = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$ soit $v_0 = D \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h}}$ (2). Donc en égalant (1) et (2), on trouve

$$F = \frac{g \cdot M \cdot D^2}{4 \cdot h \cdot L}$$

4. On sait que $F_A = \frac{g \cdot M \cdot D_A^2}{4 \cdot h \cdot L}$ et $F_B = \frac{g \cdot M \cdot D_B^2}{4 \cdot h \cdot L}$ calculons le rapport $\frac{F_A}{F_B} = \frac{D_A^2}{D_B^2} = \frac{8^2}{4^2} = 4$ donc Amal est quatre fois plus forte que Bilale.

III - Troisième partie

1. Dans un mouvement circulaire uniforme l'accélération est radiale centripète, elle vaut: $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \vec{n}$
2. D'après la deuxième loi de Newton : $M \cdot \vec{a} = M \cdot \vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ d'où $a = g = \frac{v^2}{R} \Leftrightarrow v = \sqrt{g \cdot R}$
3. $v = \sqrt{10 \times 6,4 \cdot 10^6} = 8,0 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

SUJET 4

- Exercice 1 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE**
Exercice 2 : IDENTIFICATION D'UN ACIDE ET ABONDANCES RELATIVES
Exercice 3 : ORBITE HELIOSTATIONNAIRE ET SATELLITE ARIANE

Exercice 1 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE

Partie I : Oscillations mécaniques d'un pendule simple

- 1 a) Pour chacune des amplitudes, la période est identique : 2 périodes correspondent à 1,8 s soit $T = 0,90$ s.
 b) La période ne dépend pas de l'amplitude.

2. L'amplitude θ d'un pendule simple ($g = 10 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$)

- a. Un pendule simple est composé d'une masse m de taille négligeable suspendue à un fil de longueur L (la longueur **L du fil** $> 10 R$, R étant le rayon de l'objet) et de masse négligeable.
 b. Sur le graphe on peut voir 3 périodes complètes s'étalant sur une durée de 2,75 secondes. On en déduit la valeur de T_0 par le calcul suivant : $T_0 = \frac{2,75}{3} = 0,917 \text{ s}$ De là, on en déduit la

longueur L du pendule :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Leftrightarrow L = \frac{T_0^2 \cdot g}{4\pi^2} \Leftrightarrow L = \frac{0,917^2 \cdot 10}{4\pi^2} = 0,21 \text{ m}$$

2.a) Graphiquement (pointillés), on lit : $\theta_0 = 0,60 \text{ rad}$.

b) D'après le schéma ci-contre, on a :

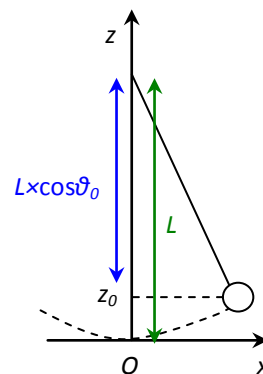
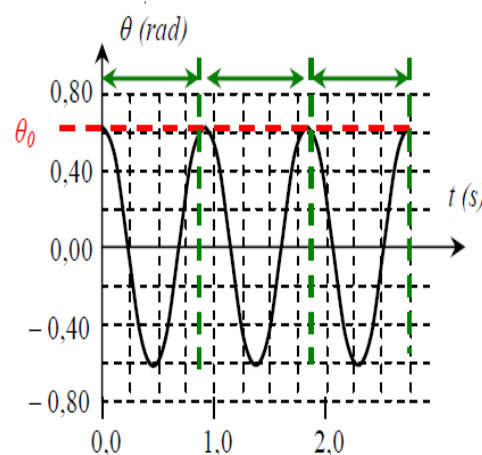
$$L = z_0 + L \cos \theta_0 \Leftrightarrow z_0 = L - L \cos \theta_0$$

D'où : $z_0 = L(1 - \cos \theta_0)$ Calcul de z_0 : $z_0 = 0,21 \times (1 - \cos 0,60) = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

c) L'énergie potentielle de pesanteur se calcule avec la formule : $E_p = mgh$

Ce qui donne ici, en prenant le point O comme origine du repère :

$$E_p = mg \cdot z_0 = 0,20 \times 10 \times 3,7 \cdot 10^{-2} = 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$



3. a) Dans cette expression, A représente l'amplitude. On peut donc **le remplacer par θ_0** qui est l'élongation angulaire maximale.

b) La grandeur φ représente le déphasage. Pour déterminer sa valeur, on se place à l'origine du temps :

$$\theta(t=0) = \theta_0 \times \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \times 0 + \varphi\right) \Leftrightarrow \theta_0 = \theta_0 \times \cos(\varphi)$$

$$\Leftrightarrow \cos(\varphi) = 1 \Leftrightarrow \varphi = 0$$

L'expression de l'élongation en fonction du temps est donc : $\theta(t) = \theta_0 \times \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \times t\right)$

Partie II : Oscillations mécaniques d'un pendule élastique

Partie A

1. l'expression littérale des vecteurs force est : $\vec{P} \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix}$; $\vec{R} \begin{pmatrix} 0 \\ mg \end{pmatrix}$; $\vec{T} \begin{pmatrix} -kx \\ 0 \end{pmatrix}$

Rmq : - Comme le mouvement de l'oscillateur ne se fait que sur l'axe des abscisses, les vecteurs « poids » et « réaction normale du support » se compensent.

- Il faut aussi faire attention à l'orientation des axes (voir énoncé) pour trouver le signe des composantes de ces vecteurs force.

2. La valeur de la tension d'un ressort est $T = k \times \Delta l$. Donc ici, pour l'amplitude maximale $X_m = 4,0 \text{ cm}$: $T = k \times X_m = 10 \times 0,040 = \mathbf{0,40 \text{ N}}$

3. D'après le principe de l'inertie : $\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{T} = m\vec{a}$
car \vec{P} et \vec{R} se compensent.

$$\text{Donc } -kx \times \vec{i} = m\vec{a} \Leftrightarrow -kx = ma \Leftrightarrow -kx = \ddot{m}x \Leftrightarrow x + \frac{k}{m}x = 0$$

Cette équation s'écrit bien $x + \omega^2 \cdot x = 0$ avec $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

4. Les conditions initiales sont déterminées à la date $t = 0 \text{ s}$. Ici, à $t = 0 \text{ s}$ le mobile m est en X_m et ne possède pas de vitesse. Donc, on peut écrire :

$$x(t = 0) = X_m \quad \text{et} \quad \dot{x}(t = 0) = X_m \times \cos(\omega \cdot 0 + \varphi)$$

Ce qui donne, par transitivité : $X_m = X_m \times \cos(0 + \varphi)$

$$\Leftrightarrow \cos(\varphi) = 1$$

$$\Leftrightarrow \varphi = 0$$

Donc l'expression de $x(t)$ peut s'écrire : $x(t) = X_m \times \cos(\omega \cdot t)$

5. En dérivant l'expression précédente, il vient : $\dot{x}(t) = -\omega \times X_m \times \sin(\omega \cdot t)$

En dérivant à nouveau cette expression, on obtient : $\ddot{x}(t) = -\omega^2 \times X_m \times \cos(\omega \cdot t)$

$x(t)$ sera solution de cette équation différentielle si cette fonction résout bien l'équation différentielle.

Vérifions en remplaçant $x(t)$ et sa dérivée seconde dans l'équation différentielle :

$x + \omega^2 \cdot x = -\omega^2 \times X_m \times \cos(\omega \cdot t) + \omega^2 \cdot X_m \times \cos(\omega \cdot t) = X_m \cos(\omega \cdot t)(\omega^2 - \omega^2) = 0$ On trouve bien « zéro ». $x(t)$ est donc solution de cette équation différentielle.

6. On sait que $T_0 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$ **AN :** $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-3}}{10}} = 0,63 \text{ s}$

7. $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{0,63} = 1,6 \text{ Hz}$

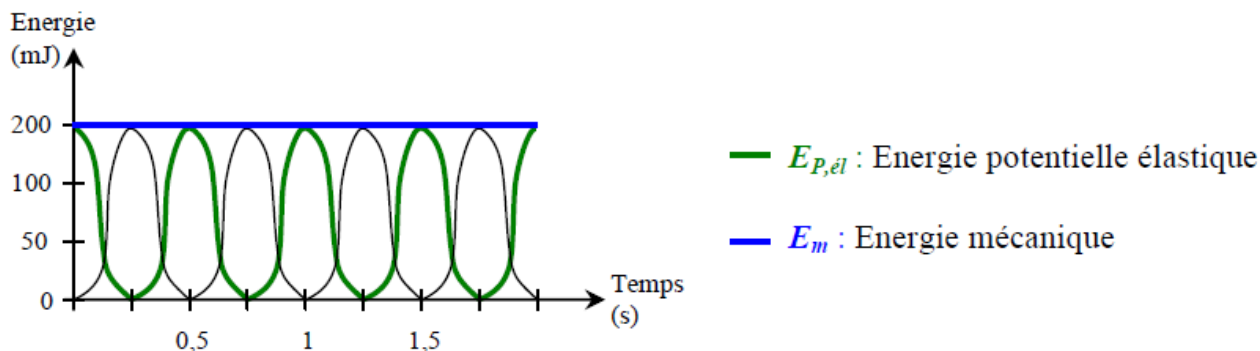
8. Le travail du poids est nul pendant ces oscillations car le poids est à chaque instant **perpendiculaire** au déplacement. Il en va de même pour le travail de la réaction normale du support.

Partie B

1. L'énoncé précise qu'à l'origine du temps la masse a une vitesse nulle alors que l'élongation est maximale. De ce fait l'énergie cinétique de la masse est nulle et l'énergie potentielle élastique du ressort est maximale. Or, l'énergie représentée est initialement nulle. Il s'agit donc **de l'énergie cinétique**.

2. A la date $t = 0,25$ s l'énergie cinétique est maximale d'après le graphique. La masse se trouve donc au point où sa vitesse est maximale, c'est à dire l'origine O.
3. A la date $t = 0,50$ s la masse arrive à l'abscisse $-x'_m$ car son énergie cinétique est à nouveau nulle, ce qui implique que la masse s'arrête pour changer de direction.

4. Représentation des énergies :



5. Il s'agit d'oscillations **libres** (pas de système excitateur) **non amorties** (pas de force de frottement)
6. Graphiquement, on mesure la valeur maximale de l'énergie potentielle élastique du ressort :

$$E_{P,el} = 0,200 \text{ J}$$

Or, d'après le cours, on sait que l'énergie potentielle élastique pour un allongement x est :

$$E_{P,el} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

Donc pour l'élongation maximale x'_m on aura :

$$E_{P,el} = \frac{1}{2} k \cdot x'^2_m \Leftrightarrow x'^2_m = \frac{2E_{P,el}}{k} \Leftrightarrow x'_m = \sqrt{\frac{2E_{P,el}}{k}}$$

L'application numérique donne : $x'_m = \sqrt{\frac{2 \times 0,200}{10,0}} = 2,00 \cdot 10^{-1} \text{ m}$, soit **20,0 cm**.

7. A $t = 0$ s, la masse est en x'_m et à $t = 0,5$ s elle est en $-x'_m$. Donc à $t = 1,0$ s elle se retrouve au point d'abscisse x'_m . La durée d'une période T est donc de **1,0 s**.
8. D'après la partie A on sait que :

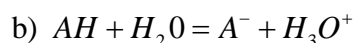
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m'}{k}} \Leftrightarrow m' = \frac{k \cdot T^2}{4\pi^2}$$

$$\text{D'où : } m' = \frac{10,0 \times 1,0^2}{4\pi^2} = 0,25 \text{ kg}$$

Exercice 2 : IDENTIFICATION D'UN ACIDE ET ABONDANCES RELATIVES

Partie I : Identification d'un acide

1. Comme consignes de sécurité il faut manipuler cette acide en utilisant une blouse, des lunettes de protections, des gants et une hotte aspirante.
2. On sait que : $F = \frac{V_{\text{Solution}}}{V_{\text{prélevé}}} \Rightarrow V_{\text{prélevé}} = \frac{V_{\text{Solution}}}{F}$ AN : $V_{\text{prélevé}} = \frac{100,0}{10} = 10,0\text{mL}$. Pour cela les matériels utilisés pour réaliser cette dilution sont :
 - Pipette jaugée de 10 mL ;
 - Fiole jaugée de 100mL ;
3. On verse une petite quantité de S_0 dans un bêcher, à l'aide d'une pipette jaugée de 10 mL muni d'un pipetteur, on prélève 10 mL de S_0 que l'on verse dans une fiole jaugée de 100 mL contenant un peu d'eau. On remplit la fiole au $\frac{3}{4}$ avec de l'eau distillé on bouche la fiole et on homogénéise le contenu de la fiole puis on complète avec de l'eau distillé jusqu'au trait de jauge.
4. a) Pour vérifier si l'acide est fort on doit calculer : $-\text{Log}C_A = -\text{Log}(7,9 \cdot 10^{-3}) = 2,1 = \text{pH}$ on remarque que : $-\text{Log}C_A = \text{pH}$ donc l'acide est fort



5. On sait que $-\text{Log}C_A = \text{pH}$ et que $C_A = \frac{n_A}{V} = \frac{m}{M_A \cdot V}$ donc : $\boxed{\text{pH} = -\text{Log} \frac{m}{M \cdot V}}$

6. La courbe est une droite ne passant par l'origine O, son équation est de la forme : $\boxed{\text{pH} = a \text{Log}m + b}$ avec **a** est la pente de la droite et **b** l'ordonnée à l'origine. Graphiquement on trouve : $\boxed{a = -1}$ et $\boxed{b = 1,8}$

7. Masse molaire M de l'acide : $\boxed{\text{pH} = -\text{Log} \frac{m}{M \cdot V}} \Rightarrow \text{pH} = -(\text{Log}m - \text{Log}(M \cdot V)) = -\text{Log}m + \text{Log}(M \cdot V)$

par identification on a : $b = \text{Log}(M \cdot V) \Leftrightarrow M \cdot V = 10^b \Leftrightarrow \boxed{M = \frac{10^b}{V}}$ AN : $\boxed{M = \frac{10^{1,8}}{1} = 63\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}$

$M(\text{HNO}_3) = M(\text{N}) + 3 \cdot M(\text{O}) + M(\text{H}) = 63\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ Le monoacide fort a pour formule : **HNO₃**

Partie II : Abondances relatives et pH du sang

- 1.a) Un couple acido-basique peut jouer le rôle d'un indicateur coloré si sa forme acide est d'une **couleur différente** de sa forme basique conjuguée en solution aqueuse.
- b) La courbe 2 représente l'abondance relative de la **forme basique** du couple.
- c) D'après la relation : $\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[\text{Ind}^-]_{\text{éq}}}{[\text{IndH}]_{\text{éq}}}$

Lorsque $[\text{Ind}^-] = [\text{IndH}]$ on aura alors : $\frac{[\text{Ind}^-]_{\text{éq}}}{[\text{IndH}]_{\text{éq}}} = 1 \Leftrightarrow \log \frac{[\text{Ind}^-]_{\text{éq}}}{[\text{IndH}]_{\text{éq}}} = 0$

$\Leftrightarrow \text{pH} = \text{p}K_A$

Le $\text{p}K_A$ de ce couple est donc égal à la valeur du pH lorsque l'espèce acide et l'espèce basique sont en quantité égale. Il faut donc repérer le point du graphe où les deux courbes se superposent.

Graphiquement, on obtient : **$\text{p}K_A = 5,0$**

d) Graphiquement on détermine pour $pH = 6,0$:

Abondance relative de $IndH$: 10 %

Abondance relative de Ind^- : 90 %

e) On sait que $pH = pK_A + \log \frac{[Ind^-]_{\acute{e}q}}{[IndH]_{\acute{e}q}} \Leftrightarrow pK_A = pH - \log \frac{[Ind^-]_{\acute{e}q}}{[IndH]_{\acute{e}q}}$

Comme les concentrations des deux espèces conjuguées sont proportionnelles à leur abondance relative respective, cette relation peut aussi s'écrire :

$$pK_A = pH - \log \frac{90\%}{10\%} \Leftrightarrow pK_A = 6,0 - \log \frac{90\%}{10\%} = 5,0$$

2.a) L'équation bilan de la réaction est : $IndH + H_2O = Ind^- + H_3O^+$

b) La constante d'acidité K_A de cette réaction s'écrit :

$$K_A = \frac{[Ind^-]_{\acute{e}q} \times [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[IndH]_{\acute{e}q}}$$

Or, d'après le tableau d'avancement, à chaque instant on a : $[Ind^-] = [H_3O^+]$

D'où : $[Ind^-]_{\acute{e}q} = [H_3O^+]_{\acute{e}q} = C_f$

De plus, la quantité finale d'acide est : $n_0 - x_f$ (d'après le tableau d'avancement)

D'où : $[IndH]_{\acute{e}q} = \frac{n_0 - x_f}{V} = C_0 - C_f$; On peut donc écrire : $K_A = \frac{C_f \times C_f}{C_0 - C_f} = \frac{C_f^2}{C_0 - C_f}$

c) On résout l'équation de second degré : $K_A(C_0 - C_f) = C_f^2 \Leftrightarrow C_f^2 + K_A C_f - K_A C_0 = 0$

$$\Delta = K_A^2 + 4K_A C_0 = 0$$

Les deux racines sont :

$$C_f = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_0}}{2} = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \rightarrow \text{Donc } pH = -\log C_f = 3,4$$

$$C_f' = \frac{-K_A - \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_0}}{2} = -4,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \rightarrow \text{Solution n'ayant pas de sens.}$$

3. a. La constante d'acidité peut s'écrire : $K_A = \frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q} \times [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}}$

b. D'après l'expression précédente on peut écrire :

$$K_A = [H_3O^+]_{\acute{e}q} \times \frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}} \Leftrightarrow \log K_A = \log \left([H_3O^+]_{\acute{e}q} \times \frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}} \right)$$

$$\Leftrightarrow \log K_A = \log [H_3O^+]_{\acute{e}q} + \log \left(\frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}} \right)$$

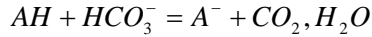
$$\Leftrightarrow -\log [H_3O^+]_{\acute{e}q} = -\log K_A + \log \left(\frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}} \right)$$

$$\Leftrightarrow pH = pK_A + \log \frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}}$$

c. Utilisons cette dernière formule pour calculer le pH du sang :

$$pH = pK_A + \log \frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}} = -\log(4,3 \cdot 10^{-7}) + \log \frac{1,7 \cdot 10^{-2}}{1,4 \cdot 10^{-3}} = 7,5$$

d. Equation bilan :



La constante de cette réaction peut s'écrire : $K = \frac{[CO_2]_{\acute{e}q} \times [A^-]_{\acute{e}q}}{[AH]_{\acute{e}q} \times [HCO_3^-]_{\acute{e}q}}$

$$\Leftrightarrow K = \frac{[CO_2]_{\acute{e}q} \times [A^-]_{\acute{e}q}}{[AH]_{\acute{e}q} \times [HCO_3^-]_{\acute{e}q}} \times \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[H_3O^+]_{\acute{e}q}} \Leftrightarrow K = \frac{[A^-]_{\acute{e}q} \times [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[AH]_{\acute{e}q}} \times \frac{[CO_2]_{\acute{e}q}}{[H_3O^+]_{\acute{e}q} \times [HCO_3^-]_{\acute{e}q}}$$

$$\Leftrightarrow K = K_A' \times \frac{1}{K_A} = \frac{K_A'}{K_A} = \frac{1,38 \cdot 10^{-4}}{4,3 \cdot 10^{-7}} = 3,2 \cdot 10^2$$

e. On peut faire ici un tableau d'avancement ou justes quelques lignes de calculs :

La quantité d'ions hydrogénocarbonate présent dans les 100 mL de sang prélevé est :

$$n_{HCO_3^-} = [HCO_3^-] \times V = 1,7 \cdot 10^{-2} \times 0,100 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

De même, la quantité de gaz carbonique dissout dans le volume V prélevé est :

$$n_{CO_2} = [CO_2] \times V = 1,4 \cdot 10^{-3} \times 0,100 = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Sachant que l'on a introduit n_0 mol d'acide lactique qui ont réagi avec l'ion hydrogénocarbonate, on aura à la fin de cette réaction totale :

$$n_{HCO_3^-}(\text{final}) = n_{HCO_3^-} - n_0 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{CO_2}(\text{final}) = n_{CO_2} + n_0 = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

f. Le pH final du sang sera donc de :

$$pH = pK_A + \log \frac{[HCO_3^-]_{\acute{e}q}}{[CO_2]_{\acute{e}q}} = -\log(4,3 \cdot 10^{-7}) + \log \left(\frac{\frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{V}}{\frac{2,9 \cdot 10^{-4}}{V}} \right) = 7,1$$

Exercice 3 : ORBITE HELIOSTATIONNAIRE ET SATELLITE ARIANE

Partie I : Orbite héliostationnaire

1. Dans la base de Frenet, le vecteur accélération s'écrit :

$$\vec{a} = \vec{a}_N + \vec{a}_T = a_N \cdot \vec{N} + a_T \cdot \vec{T} \quad \text{Or :} \quad a_N = \frac{v^2}{R} \quad \text{et} \quad a_T = \frac{dv}{dt}$$

$$\text{D'où :} \quad \vec{a} = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{N} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{T}$$

2. D'après la deuxième loi de Newton, on peut écrire : $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

Or, comme le mouvement du satellite est circulaire, la force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil sur le satellite est portée par le rayon de l'orbite. De ce fait, le vecteur associé à cette force s'écrit dans la base de Frenet :

$$\vec{F} = F \cdot \vec{N} \quad \text{D'où :} \quad \Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow F \cdot \vec{N} = m(a_N \vec{N} + a_T \vec{T})$$

$$\Leftrightarrow F \cdot \vec{N} = m \cdot a_N \cdot \vec{N} + m \cdot a_T \cdot \vec{T}$$

Par identification, on en déduit que :

$$a_N = \frac{F}{m} \quad \text{et surtout} \quad a_T = 0 \Leftrightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \quad \text{ce qui prouve que la valeur de la vitesse est constante.}$$

Le mouvement du satellite est donc uniforme et son accélération est purement normale : $\vec{a} = a_N \vec{N}$

3. D'après la question précédente, on sait que : $a = a_N = \frac{F}{m}$

$$\Leftrightarrow a = \frac{G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Soleil}}}{R^2}}{m} = \frac{G \cdot M_{\text{Soleil}}}{R^2}$$

4. Comme $a = a_N$ on peut écrire que : $a = \frac{G \cdot M_{\text{Soleil}}}{R^2} \Leftrightarrow \frac{v^2}{R} = \frac{G \cdot M_{\text{Soleil}}}{R^2}$

$$\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_{\text{Soleil}}}{R}}$$

5. Déterminons l'expression de $\frac{T^2}{R^3}$ pour vérifier : $\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{\omega^2 R^3} = \frac{4\pi^2}{\omega^2 \cdot R^3} = \frac{4\pi^2}{\frac{G \cdot M_{\text{Soleil}}}{R^3} \cdot R^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_{\text{Soleil}}}$

Or G et M_{Soleil} sont constants pour tout corps qui orbiterait autour du Soleil, ce qui confirme la 3^{ième} loi.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{R^3}{G \cdot M_{\text{Soleil}}}} = 2\pi \times \sqrt{\frac{(24,4 \cdot 10^9)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 1,98 \cdot 10^{30}}} = 2,08 \cdot 10^6 \text{ s} \quad \text{soit} \quad 24 \text{ jours environ.}$$

6. D'après la 3^{ième} loi de Kepler, comme la Terre et ce satellite tournent autour du même astre (le Soleil), on

$$\text{en déduit que :} \quad \frac{T^2}{R^3} = \frac{T'^2}{R'^3} \Leftrightarrow R' = \sqrt[3]{\frac{T'^2 \cdot R^3}{T^2}} = \sqrt[3]{\frac{365,25^2 \times (24,4 \cdot 10^9)^3}{24^2}} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Partie II : Satellite Ariane

1. Le satellite doit suivre la rotation d'un point à la surface de la Terre et doit donc avoir la même vitesse angulaire (constante) que la Terre : $\omega = \text{cste}$ (ω en rad.s⁻¹) Si $r = R_T + h$ est le rayon de la trajectoire circulaire du satellite : $v / r = \omega = \text{cste}$ Or la trajectoire est circulaire $\Rightarrow r = \text{cste} \Rightarrow v = \text{cste}$ donc le mouvement du satellite est circulaire uniforme.

2. Le satellite est soumis à la seule force de gravitation : $\vec{F} = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} \vec{n}$. Selon la deuxième loi de Newton, dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen pour le mouvement du satellite, l'accélération produite par cette force est telle que : $\vec{F} = m \cdot \vec{a} = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} \vec{n}$. L'accélération est donc

également orientée vers le centre de la Terre, et sa valeur est : $a = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$. Dans un repère de

Frenet, l'accélération centripète a pour valeur : $a = \frac{v^2}{(R_T + h)}$ d'où $\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} = \frac{v^2}{(R_T + h)}$ donc

$$\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)} = v^2 (1) \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h}}$$

3. On en déduit la période de révolution du satellite : $T = 2\pi \cdot \frac{R_T + h}{v} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G \cdot M_T}}$

4. Si la vitesse de rotation du satellite doit être égale à celle de la Terre, les durées pour faire un tour (période de révolution) doivent être égales. Cette condition **n'est pas suffisante** : par exemple, la rotation d'un satellite dans les conditions du schéma n'en fait pas un satellite géostationnaire.

5. Il faut que le satellite soit vu constamment dans la même position, à partir d'un point de la surface de la Terre. Il faut donc qu'il tourne autour du même axe que la Terre, donc dans un plan perpendiculaire à cet axe. Mais la force qui donne l'accélération centripète nécessaire à ce mouvement est la force de gravitation, orientée vers le centre de la Terre. Le seul plan de rotation qui satisfait ces deux conditions est le **plan équatorial**.

Tous les satellites géostationnaires ne doivent pas avoir la même masse, puisque la période de révolution **ne dépend pas de la masse du satellite**.

6. Tous les satellites géostationnaires doivent avoir la **même vitesse**, puisqu'ils doivent avoir la même **vitesse de rotation** (vitesse angulaire ω), et donc graviter sur la **même orbite de rayon r** tel que :

$$\frac{v^2}{r} = \frac{r^2 \cdot \omega^2}{r} = \frac{G \cdot M_T}{r^2} \Leftrightarrow r^3 = \frac{G \cdot M_T}{\omega^2}$$

SUJET 5

Exercice 1 : L'EAU JAVEL ET LES PRODUITS DE TRAITEMENT D'UNE EAU DE PISCINE

Exercice 2 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE

Exercice 3 : SATELLITES TERRESTRE ET TROISIEME LOI DE NEWTON

Exercice 1 : L'EAU JAVEL ET LES PRODUITS DE TRAITEMENT D'UNE EAU DE PISCINE

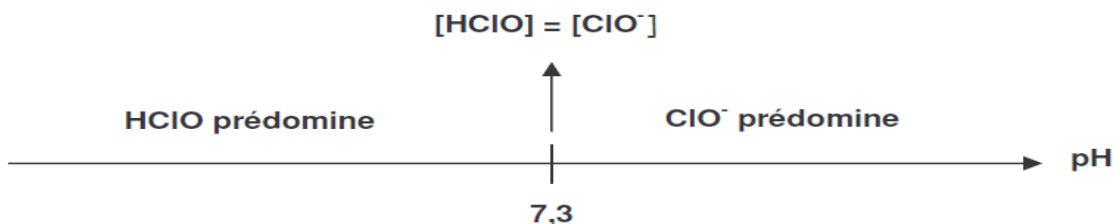
Partie I : Traitement d'une eau de piscine

A. Les propriétés acido-basiques de l'eau de Javel

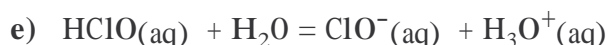
1. a) Au point d'intersection des 2 courbes, on a 50% de chaque forme.

b) Par lecture graphique, on trouve : $pK_{A1} = 7,3$

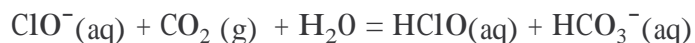
c)



d) Courbe (1) : **HClO** et courbe (2) : **ClO⁻**



2. a) Les réactifs sont le dioxyde de carbone et le dichlore.



b)

$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{HClO}]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{ClO}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{CO}_2]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$$

$$\Rightarrow K = \frac{K_{A2}}{K_{A1}} \Leftrightarrow \boxed{K = 10^{pK_{A1} - pK_{A2}}} \quad \text{AN: } K = 10^{(7,3-6,4)} = 10^{0,9} = 7,9$$

B. Eau de Javel : danger

1. A **pH = 2,0** l'espèce prédominant est l'acide hypochloreux HClO

2. Car en milieu très acide, la réaction de l'acide hypochloreux avec les ions oxonium produit un dégagement de dichlore gazeux très toxique.

C. Les produits de traitement d'une eau de piscine

1. a) De la relation $pH = pK_A + \text{Log} \frac{[ClO^-]_{\acute{e}q}}{[HClO]_{\acute{e}q}}$, on tire : $\text{Log} \frac{[ClO^-]_{\acute{e}q}}{[HClO]_{\acute{e}q}} = pH - pK_A \Rightarrow \frac{[ClO^-]_{\acute{e}q}}{[HClO]_{\acute{e}q}} = 10^{pH - pK_A}$

➤ A pH= 7,0 on a : $\frac{[ClO^-]_{\acute{e}q}}{[HClO]_{\acute{e}q}} = 10^{-0,3} = 0,5$

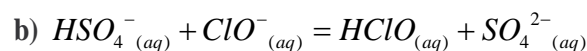
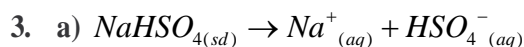
➤ A pH= 7,6 on a : $\frac{[ClO^-]_{\acute{e}q}}{[HClO]_{\acute{e}q}} = 10^{0,3} = 2,0$

b) Aucune espèce n'est prédomine car le pH de l'eau est sensiblement égal au pK_A du couple.

2. - Test avec le **rouge de crésol** : si celui-ci prend une coloration orangé, on peut affirmer que le pH de l'eau est supérieur à 7,2.

- Test avec le **BBT** : si celui-ci prend une coloration verte, on peut affirmer que le pH de l'eau est inférieur à 7,6.

- On déduit que le pH de l'eau est compris entre 7,2 et 7,6.



c) $K = \frac{[SO_4^{2-}]_{\acute{e}q} \cdot [HClO]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[ClO^-]_{\acute{e}q} \cdot [HSO_4^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}} \Rightarrow K = \frac{K_{A3}}{K_{A1}} \Leftrightarrow \boxed{K = 10^{pK_{A1} - pK_{A3}}}$

AN : $K = 10^{(7,3-1,9)} = 10^{5,4} = 2,5 \cdot 10^5$ donc $K > 10^4$ la réaction est totale.

4. La conservation de la matière permet d'écrire : $[ClO^-] + [HClO] = C$ or $pH = pK_A$
 $\Rightarrow [ClO^-] = [HClO] \Leftrightarrow 2 \cdot [ClO^-] = C$

$\Leftrightarrow [ClO^-] = C/2$ AN : $[ClO^-] = 1,4 \cdot 10^{-3} / 2 \times 35,5 = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

Partie II : Vieillessement d'une eau de javel

1. a)

équation chimique		$2 ClO^-_{(aq)} = 2 Cl_{(aq)} + O_{2(g)}$		
Etat du système	Avancement	Quantités de matière des espèces chimiques		
Etat initial t = 0	0	n_I	0	0
Etat en cours t quelconque	x	$n_I - 2x$	2x	x
Etat final t infini	x_{max}	$n_I - 2x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}

Comme la transformation chimique lente et totale et d'après le tableau d'avancement on aura donc :

$$n_{ClO^-})_f = n_1 - 2x_{\max} = 0 \Leftrightarrow n_1 = 2x_{\max} \quad \text{et} \quad n_{O_2})_f = x_{\max} \Leftrightarrow n_1 = 2n_{O_2})_f = 2 \cdot \frac{V_{O_2}(\infty)}{V_m} \quad \text{Donc :}$$

$$\boxed{[ClO^-]_0 = 2 \cdot \frac{V_{O_2}(\infty)}{V_m \times V_1}} \quad \text{AN :} \quad \boxed{[ClO^-]_0 = 2 \cdot \frac{295 \cdot 10^{-3}}{22,4 \times 100 \cdot 10^{-3}} = 0,26 \text{ mol.L}^{-1}}$$

b. D'après le tableau d'avancement on a : $n_{ClO^-})_t = n_1 - 2x \Leftrightarrow \boxed{[ClO^-] = [ClO^-]_0 - \frac{2 \cdot V_{O_2}(t)}{V_m \cdot V_1}}$

c. $\boxed{[ClO^-] = 0,26 - \frac{2 \times 278 \cdot 10^{-3}}{22,4 \times 100 \cdot 10^{-3}} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$

2. a. Comme la transformation chimique est totale et d'après le tableau d'avancement on aura donc :

$$n_{Cl_2})_f = n_{Cl_2})_0 - x_{\max} = 0 \Leftrightarrow n_{Cl_2})_0 = x_{\max} \quad \text{et} \quad n_{ClO^-})_f = x_{\max} \Leftrightarrow n_{ClO^-})_f = n_{Cl_2})_0 = \frac{V_{Cl_2}}{V_m} \quad \text{Donc :}$$

$$\boxed{[ClO^-] = \frac{V_{Cl_2}}{V_m \times V}} \quad \text{AN : à la date de fabrication ;} \quad \boxed{[ClO^-] = \frac{48}{22,4 \times 1} = 2,1 \text{ mol.L}^{-1}}$$

à la date de l'expérience $\boxed{[ClO^-]_{S0} = [ClO^-]_{S1} \times 5 = 0,26 \times 5 = 1,3 \text{ mol.L}^{-1}}$

b. L'eau testée s'est déjà décomposée à 60%

Exercice 2 : PENDULE SIMPLE ET PENDULE ELASTIQUE

1. Théorème de l'énergie cinétique on a :

$$\Delta E = \sum W_{G,G}(\vec{F}_{ext}) \Leftrightarrow E_C(G) - E_C(G_i) = W_{G,G}(\vec{P}) + W_{G,G}(\vec{T}) \Leftrightarrow E_C(G_i) = 0J \Leftrightarrow W_{G,G}(\vec{T}) = 0J \text{ car } \vec{T}$$

sont perpendiculaire au déplacement $W_{G,G}(\vec{P}) = m.g(z_{G_i} - z_G)$

- Au point G_i on a : $L = z_{G_i} + L \cos \beta_m \Leftrightarrow z_{G_i} = L(1 - \cos \beta_m)$
- Au point G on a : $L = z_G + L \cos \beta \Leftrightarrow z_G = L(1 - \cos \beta)$
- $z_{G_i} - z_G = L(1 - \cos \beta_m - 1 + \cos \beta) = L(\cos \beta - \cos \beta_m)$
- $E_C(G) = m.g.L(\cos \beta - \cos \beta_m)$

2. On sait que l'énergie potentielle $E_{PP}(G) = m.g.z$ et au point G on a :

$$L = z_G + L \cos \beta \Leftrightarrow z_G = L(1 - \cos \beta) \text{ donc } E_{PP}(G) = m.g.L(1 - \cos \beta)$$

3. on a : $E_M(G) = E_C(G) + E_{PP}(G) = m.g.L(\cos \beta - \cos \beta_m) + m.g.L(1 - \cos \beta)$ donc:

$$\boxed{E_M(G) = m.g.L(1 - \cos \beta_m)}$$

$$4. E_M(G_0) = E_C(G_0) + E_{PP}(G_0) = m.g.L(1 - \cos \beta_m) = \frac{1}{2}m.v_0^2$$

$$\Leftrightarrow v_0^2 = 2.g.L(1 - \cos \beta_m) \Leftrightarrow \boxed{v_0 = \sqrt{2.g.L(1 - \cos \beta_m)}}$$

$$AN: \boxed{v_0 = \sqrt{2 \times 9,8 \times 41.10^{-2}(1 - \cos(0,32))}} = 0,41m.s^{-1}$$

5. À $t = 0$, le pendule est lâché sans vitesse initiale à l'origine. À cette date, l'énergie cinétique E_C est **nulle**. Seule la courbe 3 passe par l'origine du repère du graphe des énergies. Ainsi **la courbe 3 est associée à l'énergie cinétique de pesanteur**.

Les frottements étant négligés, l'énergie mécanique est constante au cours du mouvement. On associe donc **la courbe 1 à l'énergie mécanique**.

La **courbe 2** est donc associée à **l'énergie potentielle**.

$$6. \text{ On sait que } \boxed{E_M(G) = m.g.L(1 - \cos \beta_m)} \Leftrightarrow \cos \beta_m = 1 - \frac{E_M}{m.g.L}$$

$$\Leftrightarrow AN : \cos \beta_m = 1 - \frac{0,042}{236.10^{-3} \times 9,8 \times 41.10^{-2}} = 0,96 \quad \beta_m = 0,30rad \text{ ou } \beta_m = 17^\circ$$

Graphiquement en utilisant la courbe 1 on lit $E_M = 0,042J$

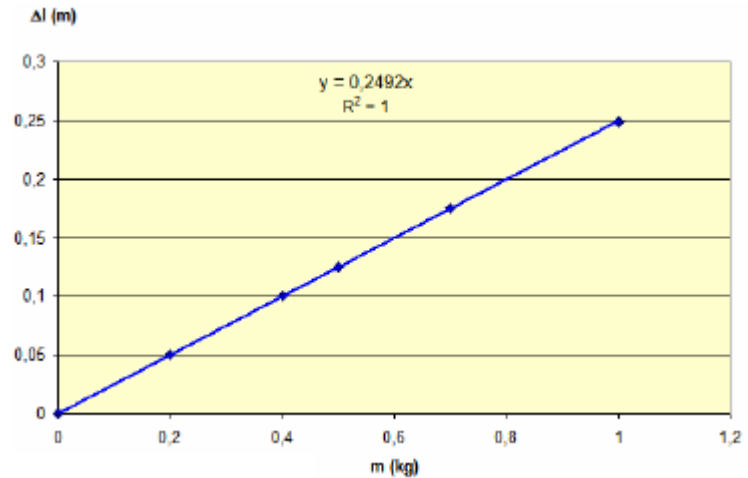
Partie II : Oscillateurs mécaniques

A – Etude statique

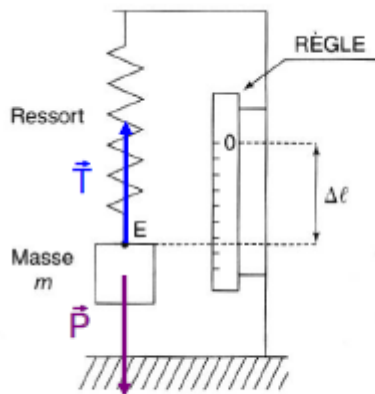
1.

Le graphe a pour équation :

$$\Delta l = 0,25 \times m \quad (\Delta l \text{ en m et } m \text{ en kg})$$



2.



Le système est soumis à :

- son poids (P)
- la tension du ressort (T)

A l'équilibre, le principe d'inertie permet d'écrire $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$

3. Pour que les forces P et T se compensent, leurs intensités doivent être égales. Donc $P = T$;

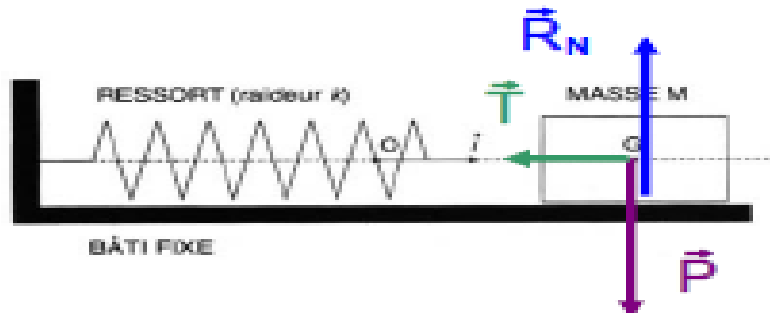
$$mg = kx = k \times \Delta l \quad \text{Soit} \quad k = \frac{m \cdot g}{\Delta l} ;$$

4. k s'exprime en $N \cdot m^{-1}$. Analyse dimensionnelle : force de rappel : $T = kx$ $[F] = [k] \times [L] \Rightarrow [k] = \frac{[F]}{[L]}$

$$k = \frac{m \cdot g}{\Delta l} \quad \text{on sait que d'après la droite} \quad 4 = \frac{m}{\Delta l} \quad \text{donc} \quad \boxed{k = 4 \times 9,81 = 39,2 N \cdot m^{-1}}$$

B – Etude dynamique

1.



2. On étudie le système constitué du mobile de masse M dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. La 2ème loi de Newton s'écrit : $\sum \vec{F}_{ext} = M \cdot \vec{a}$ Soit : $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{T} = M \cdot \vec{a}$

Par projection sur l'axe (Ox) horizontal on obtient : $-k x = M a$. Or $a = \frac{dv}{dt}$ et $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$ donc $a = \ddot{x}$

$$\text{d'où } M \cdot \ddot{x} + k \cdot x = 0 \Leftrightarrow \boxed{\ddot{x} + \frac{k}{M} x = 0} \text{ avec } \boxed{\frac{k}{M} = B}$$

3. X_m est l'amplitude du mouvement (en m)
 T_0 est sa période propre (en s)
 ϕ est la phase à l'origine des dates (rad)

4. On sait que : $x(t) = X_{max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi\right)$ est solution de l'équation différentielle d'où

$$\dot{x}(t) = -\frac{2\pi}{T_0} X_{max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi\right) \text{ et } \ddot{x}(t) = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} X_{max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi\right) = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} x(t) \text{ On reporte}$$

l'expression de $\ddot{x}(t)$ dans l'équation différentielle on obtient donc :

$$-\frac{4\pi^2}{T_0^2} x(t) + \frac{k}{M} x(t) = 0 \Leftrightarrow x(t) \left(-\frac{4\pi^2}{T_0^2} + \frac{k}{M} \right) = 0 \text{ pour } x \neq 0, \text{ on a :}$$

$$-\frac{4\pi^2}{T_0^2} + \frac{k}{M} = 0 \Leftrightarrow \frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{k}{M} \Leftrightarrow T_0^2 = 4\pi^2 \frac{M}{k} \Leftrightarrow \boxed{T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}}$$

5. L'unité de k est $N \cdot m^{-1}$ or le Newton équivaut à $kg \cdot m \cdot s^{-2}$ donc k est en $kg \cdot s^{-2}$. Le rapport $\frac{[M]}{[k]}$ est donc

en $kg / (kg \cdot s^{-2})$ soit s^2 . D'où $\sqrt{\frac{M}{k}}$ est en s, ce qui est compatible avec une période.

6. On lit graphiquement $T_0 = 0,31$ s. D'après l'expression de T_0 ,

$$\boxed{M = k \cdot \frac{T_0^2}{4\pi^2}} \text{ AN : } \boxed{M = 39,2 \times \frac{(0,31)^2}{4\pi^2} = 0,095 kg = 95 g}$$

C – Etude des oscillations forcées

1. Le moteur joue le rôle d'excitateur
2. La masse et le ressort jouent le rôle de résonateur.
3. Pour $f = 3,2$ Hz, il y a résonance ; l'amplitude passe par un maximum.
4. La période des oscillations vaut alors $Tr = 1/fr = 1/3,2 = 0,31$ s.
5. Il y a résonance lorsque la période des oscillations forcées est égale à la période propre du résonateur (ici on avait bien $T_0 = 0,31$ s)
6. Si la solution était plus visqueuse on aurait toujours une résonance pour $T = 0,31$ s mais l'amplitude de cette résonance serait plus faible

D – Suspension d'une automobile

1. La piste déformée joue le rôle d'excitateur pour la suspension de l'automobile qui est alors le résonateur.
2. Si l'automobile parcourt la distance L séparant 2 bosses en une durée T à la vitesse V , alors $v = \frac{L}{T}$ Or

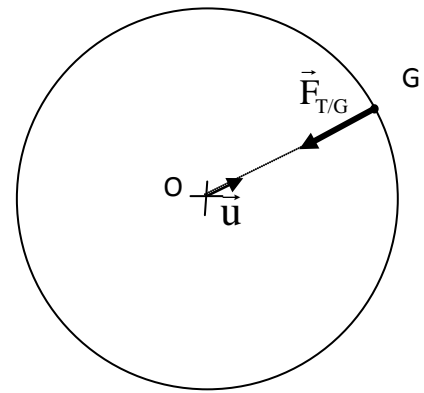
$$f = \frac{1}{T} \text{ donc } V_R = L \cdot f_R \text{ A.N : } V_R = 0,8 \times 5 = 4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 14 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Exercice 3 : SATELLITES TERRESTRE ET TROISIEME LOI DE NEWTON

I- Mouvement du satellite Giove-A autour de la Terre

1. Schéma ci-contre.

Le mouvement du satellite est décrit par rapport au centre O de la Terre, soit par rapport dans un référentiel géocentrique.



2. Force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur

le satellite Giove-A :
$$\vec{F}_{O/G} = -G \frac{M_T \cdot m_{\text{sat}}}{(h + R_T)^2} \vec{u}$$

3. La seconde loi de Newton appliquée au système satellite, dans le référentiel géocentrique s'écrit :

$$\vec{F}_{O/G} = m_{\text{sat}} \cdot \vec{a} \quad \text{Soit} \quad m_{\text{sat}} \vec{a} = -G \frac{M_T \cdot m_{\text{sat}}}{(h + R_T)^2} \vec{u} \quad \boxed{\vec{a} = -G \frac{M_T}{(h + R_T)^2} \vec{u}}$$

4. L'accélération a pour valeur $a = \frac{v^2}{R}$ et d'après 3. $\|\vec{a}\| = a = G \frac{M_T}{(h + R_T)^2}$

Soit

$$\frac{v^2}{h + R_T} = G \frac{M_T}{(h + R_T)^2}$$

$$\boxed{v^2 = G \frac{M_T}{R}} \quad \text{avec } R = R_T + h$$

5. Le satellite parcourt la distance $d = 2\pi R$ pendant une durée T, donc $T = \frac{2\pi R}{v}$.

En remplaçant v par l'expression obtenue en I.3.b et en élevant au carré, il vient : $T^2 = \frac{4\pi^2 R^2}{G \cdot \frac{M_T}{R}}$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{G \cdot M_T} \quad \text{donc} \quad \boxed{T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{G \cdot M_T}}} \quad \text{avec } R = R_T + h$$

Attention, il faut convertir les distances en mètres.

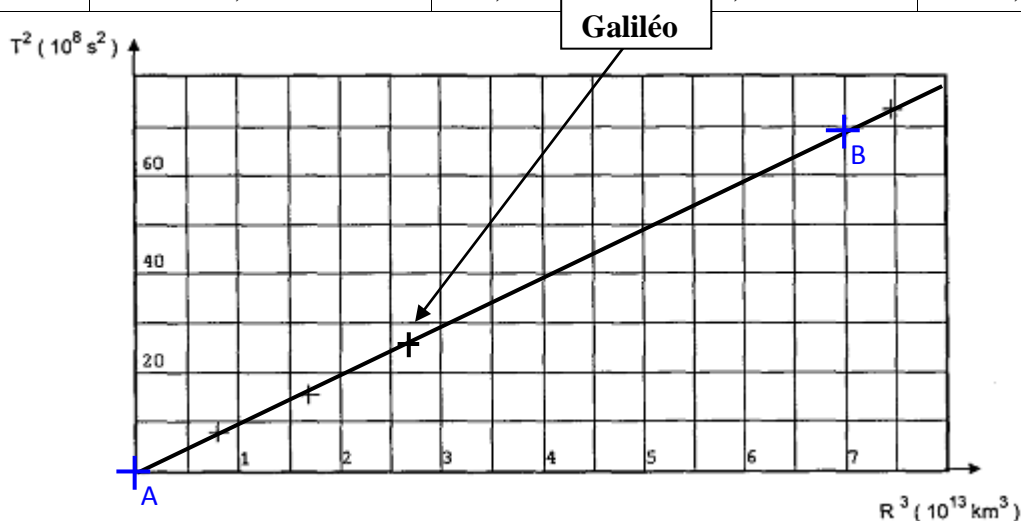
$$T = \sqrt{\frac{4 \times \pi^2 \times \left((6,38 \times 10^3 + 23,6 \times 10^3) \times 10^3 \right)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}} = 5,16 \times 10^4 \text{ s}$$

II- Comparaison avec d'autres satellites terrestres

1.

Satellite	Rayon de la trajectoire R (km)	Période de révolution T (s)	R ³ (km ³)	T ² (s ²)
GPS	20,2×10 ³	2,88×10 ⁴	8,24×10 ¹²	8,29×10 ⁸
GLONASS	25,5×10 ³	4,02×10 ⁴	1,66×10 ¹³	1,62×10 ⁹
GALILEO	R _T + h = 6,38×10 ³ + 23,6×10 ³ = 30,0×10 ³	5,16×10 ⁴ voir 5	2,69×10 ¹³	2,67×10 ⁹
METESAT	42,1×10 ³	8,58×10 ⁴	7,46×10 ¹³	7,36×10 ⁹

2.



3. La courbe représentative de $T^2 = f(R^3)$ est une droite passant par l'origine, on en déduit que T^2 est **proportionnelle** à R^3 .

4. À la question 5., on a obtenu $T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot R^3}{G \cdot M_T}$, soit $T^2 = K \cdot R^3$, avec K constante de proportionnalité égale à

$$\frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} = \frac{4\pi^2}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}} = 9,90 \times 10^{-14} \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3}.$$

Déterminons le coefficient directeur k de la droite tracée et comparons sa valeur à celle de K :

on choisit deux points situés sur la droite : A de coordonnées ($R_A^3 = 0 \text{ km}^3 = 0 \text{ m}^3$; $T_A^2 = 0 \text{ s}^2$)
et B de coordonnées ($R_B^3 = 7 \cdot 10^{13} \text{ km}^3 = 7 \cdot 10^{22} \text{ m}^3$; $T_B^2 = 70 \times 10^8 \text{ s}^2$)

Attention, il faut exprimer R^3 en m^3 .

$$k = \frac{T_B^2 - T_A^2}{R_B^3 - R_A^3} = \frac{70 \times 10^8 - 0}{7 \times 10^{22} - 0} = 1 \times 10^{-13} \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3}$$

En exprimant K avec autant de chiffres significatifs que k, on a $K = 0,990 \times 10^{-13} = 1 \times 10^{-13}$.
On obtient $k \approx K$ donc la relation obtenue au 5. est en accord avec la droite tracée.

5. La loi mise en évidence est la **troisième loi de Képler**.

6. Il faut **24 satellites** au minimum pour qu'en tout point du globe on puisse en voir au minimum quatre simultanément
7. Il faut les positionner sur 6 plans orbitaux ayant une inclinaison d'environ 55° par rapport au plan de l'équateur.
8. Un quatrième satellite est nécessaire pour corriger le décalage de l'horloge du récepteur avec l'heure des satellites GPS.
9. Quatre satellites au moins sont nécessaires pour localiser avec précision un point sur Terre.
10. $\Delta t = 10 / (3,00 \times 10^8) = 3,33 \times 10^{-8} \text{ s} = \mathbf{33,3 \text{ ns}}$.
11. Ce dispositif est une horloge atomique.

SUJET 6

Exercice 1 : LA VITAMINE C.

Exercice 2 : LES ONDES EN QUESTION

Exercice 3 : ÉTUDE D'UNE ESTERIFICATION

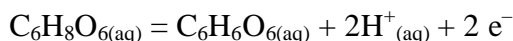
Exercice 1 : LA VITAMINE C.

Partie I : Dosage par oxydoréduction de la solution d'acide ascorbique

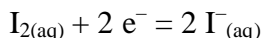
1. Les volumes doivent être mesurés avec précision, on utilisera des pipettes jaugées de 10,0 mL et de 20,0 mL.

2.a) $n_{I_2(\text{initial})} = C_2 \cdot V_2$

2.b) couple $C_6H_6O_6(\text{aq}) / C_6H_8O_6(\text{aq})$: oxydation



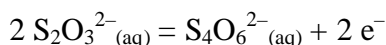
couple $I_2(\text{aq}) / I^-(\text{aq})$: réduction



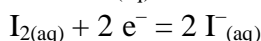
équation de la première étape :



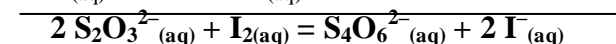
3.a) couple $S_4O_6^{2-}(\text{aq}) / S_2O_3^{2-}(\text{aq})$: oxydation



couple $I_2(\text{aq}) / I^-(\text{aq})$: réduction



équation de la deuxième étape :



3.b) $n_{I_2(\text{excès})} = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2}$

$$n_{I_2(\text{excès})} = \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$$

$$n_{I_2(\text{excès})} = \frac{2,4 \times 10^{-3} \times 12,9 \times 10^{-3}}{2} = 1,5 \times 10^{-5} \text{ mol de diiode a réagi au cours de cette deuxième étape.}$$

4.a) Le diiode introduit initialement a réagi avec l'acide ascorbique (quantité $n_{(1)}$), après cette réaction il restait du diiode en excès (quantité $n_{I_2(\text{excès})}$) qui a réagi lors du titrage par le thiosulfate.

$$\text{Soit } n_{I_2(\text{initial})} = n_{I_2(1)} + n_{I_2(\text{excès})}$$

D'après l'équation chimique de la première étape $n_{I_2(1)} = n_{C_6H_8O_6}$.

$$\text{donc } n_{I_2(\text{initial})} = n_{C_6H_8O_6} + n_{I_2(\text{excès})}$$

$$n_{C_6H_8O_6} = n_{I_2(\text{initial})} - n_{I_2(\text{excès})}$$

$$n_{C_6H_8O_6} = C_2 \cdot V_2 - \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$$

4.b) $n_{C_6H_8O_6} = C_a \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 - \frac{C_3 \cdot V_E}{2}$

$$C_a = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1} - \frac{C_3 \cdot V_E}{2V_1}$$

$$C_a = \frac{1,0 \times 10^{-3} \times 20,0}{10,0} - \frac{2,4 \times 10^{-3} \times 12,9}{2 \times 10,0}$$

$$C_a = 4,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Partie II : Comprimé de vitamine C effervescent

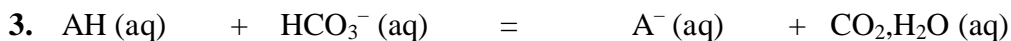
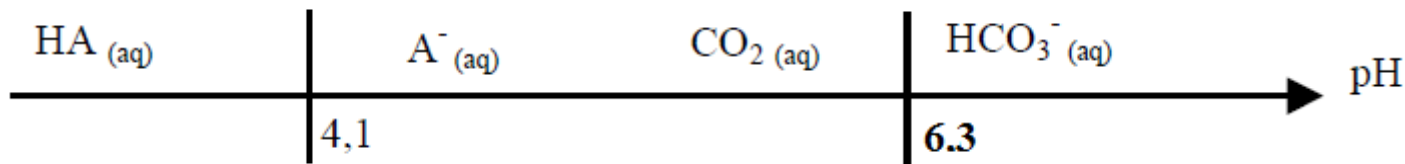
1.

- En réalisant le test colorimétrique avec le rouge de méthyle on a obtenu une solution jaune cela montre qu'on a un **pH ≥ 6,2**.
- En utilisant le BBT on obtient une solution verte cela montre qu'on a : **6,0 ≤ pH ≤ 7,6**
- Avec le rouge de crésol on obtient une solution jaune cela montre qu'on a **pH ≤ 7,2**

En conclusion le domaine du pH de la solution étudiée est : **6,2 ≤ pH ≤ 7,2**

2. Calculant d'abord le pK_A de chaque couple : $pK_{A1} = -\text{Log}K_{A1} = -\text{Log}(8,9 \cdot 10^{-5}) = 4,1$

$$pK_{A2} = -\text{Log}K_{A2} = -\text{Log}(5,0 \cdot 10^{-7}) = 6,3$$



4. La constante d'équilibre K est : $K = \frac{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}} \times [\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}} \times [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}} \Leftrightarrow K = \frac{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}} \times [\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}} \times [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}} \times \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$

$$\Leftrightarrow K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}} \times \frac{[\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \times [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq}}} \Leftrightarrow \boxed{K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}}} \quad \text{AN : } \boxed{K = \frac{8,9 \cdot 10^{-5}}{5,0 \cdot 10^{-7}} = 1,8 \cdot 10^2}$$

5.

a. La quantité d'ions hydrogénocarbonate initiale présent dans les 50 mL est :

$$n_{\text{HCO}_3^-})_0 = \frac{m'}{M} = \frac{540 \cdot 10^{-3}}{84} = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

La quantité de vitamine C initiale présent dans les 50 mL est : $n_{\text{AH}})_0 = \frac{m}{M} = \frac{500 \cdot 10^{-3}}{180} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

b. La quantité de dioxyde de carbone dissout dans les 50 mL est :

$$n_{\text{CO}_2} = [\text{CO}_2] \times V = 34 \cdot 10^{-3} \times 0,05 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

c. Si la transformation était totale *en faisant un tableau d'avancement* AH sera le réactif limitant et la valeur de $x_{\text{max}} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et d'après ce tableau on a $n(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})_{\text{f}} = x_{\text{max}} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

d. $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{1,7 \cdot 10^{-3}}{2,8 \cdot 10^{-3}} = 0,61 < 1$ donc la réaction est limitée.

Exercice 2 : LES ONDES EN QUESTION

1. Onde le long d'une corde C₁

1.1. **FAUX**, La direction de propagation de l'onde est perpendiculaire à la direction de la perturbation : l'onde est transversale.

1.2. **FAUX**, La perturbation aura parcouru une distance $d = 1,2 - 0,5 = 0,70 \text{ m}$ en une durée

$$\tau = 70 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad v = \frac{d}{\tau} = \frac{0,7}{70 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ m.s}^{-1}$$

1.3. **FAUX**. Le début du signal arrive à la date $t_1 = \frac{x_1}{v} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ s}$

1.4. **VRAI**. La perturbation se fait sur une distance $d = 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ m}$, soit une durée

$$\theta = \frac{d}{v} = \frac{0,3}{10} = 0,03 \text{ s}$$

2. Onde le long d'une corde C₂

2.1. **VRAI**. Le début de la perturbation arrive au point M à la date $t_1 = \frac{x_1}{v} = \frac{5}{25} = 0,2 \text{ s}$

2.2. **FAUX**. La fin de la perturbation au point M est à la date $t_2 = t_1 + \theta = 0,2 + 0,02 = 0,22 \text{ s}$

3. Onde à la surface de l'eau

3.1. **FAUX**. $9\lambda = 3,2 \times 10 = 32 \text{ cm}$ donc $\lambda = \frac{32}{9} = 3,6 \text{ cm}$

3.2. **VRAI**. Deux points vibrant en phase sont séparés d'une distance $k \cdot \lambda$ (avec k entier naturel)
Ici $7,2 \text{ cm} = 2 \cdot \lambda$ donc les deux points vibrent en phase

3.3. **VRAI**. $v = \lambda \cdot f = 3,6 \cdot 10^{-2} \times 30 = 1,1 \text{ m.s}^{-1}$

4. Onde à la surface de l'eau

4.1. **VRAI**. $8\lambda = \frac{3,6 \times 10}{2,6} = 14 \text{ cm}$ donc $\lambda = \frac{14}{8} = 1,7 \text{ cm}$

4.2. **FAUX**. On sait qu'une seconde correspond à 25 images pour 10 images on aura un temps τ qui est $\tau = \frac{10}{25} = 0,4 \text{ s}$ pour cela la célérité des ondes sur la cuve est $v = \frac{10 \cdot 10^{-2}}{0,4} = 0,25 \text{ m.s}^{-1} = 25 \text{ cm.s}^{-1}$

4.3. **VRAI**. $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0,25}{1,7 \cdot 10^{-2}} = 15 \text{ Hz}$

5. Onde sonore

5.1. **FAUX**. L'onde sonore à 20°C dans l'air est égale à 340 m.s^{-1} .

5.2. **FAUX**. L'oscillogramme met en évidence la périodicité temporelle de l'onde

5.3. **VRAI**. $T = 6 \times 0,5 = 3 \text{ ms}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3 \cdot 10^{-3}} = 333 \text{ Hz}$

5.4. **VRAI**. $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{333} = 1,0 \text{ m}$

6. Onde sonore

- 6.1. **FAUX** .La longueur séparant les deux maximums des deux courbes est de 23,7 cm. Donc $\lambda = 23,7 \text{ cm}$
- 6.2. **FAUX** . 71,1 cm = 3.l donc les deux points sont en phase.
- 6.3. **VRAI** . $T = 3,5 \times 0,2 \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ s}$

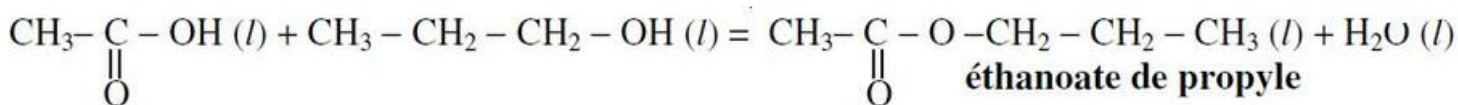
7. Ultrasons

- 7.1. **VRAI** $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{40 \cdot 10^3} = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 8,5 \text{ mm}$
- 7.2. **VRAI**. Car la distance parcourue pendant une période est la définition de la longueur d'onde.

Exercice 3 : ÉTUDE D'UNE ESTERIFICATION

1) La réaction d'estérification

a)



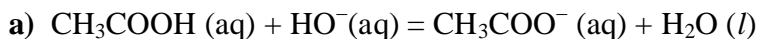
$$\text{b) } n = \frac{m}{M} \quad \text{or } m = \mu \cdot V \quad \text{donc } n = \frac{\mu \cdot V}{M} \quad \text{soit } V = \frac{n \cdot M}{\mu} = \frac{0,500 \times 60}{0,80} = 37,5 \text{ mL}$$

c) soit $n_E(t)$ la quantité d'ester formé à une date t, et $n_R(t)$ la quantité de matière d'acide restant,

équation chimique		acide éthanoïque	+	propan-1-ol	=	éthanoate de propyle	+	eau
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)						
État initial	$x = 0$	0,500		0,500		0		0
En cours de transformation (à un instant t)	x	$n_R(t) = 0,500 - x$		$0,500 - x$		$n_E(t) = x$		x

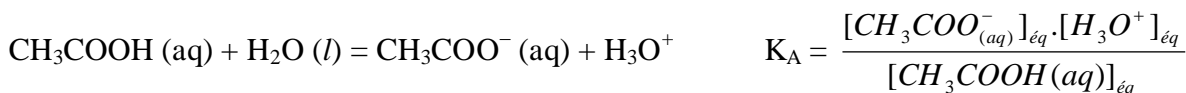
on a $n_E(t) = x$ et $n_R(t) = 0,500 - x$ donc $n_R(t) = 0,500 - n_E(t)$ finalement $\mathbf{n_E(t) = 0,500 - n_R(t)}$.

2) Titrage de l'acide restant :



$$\text{b) } K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{éq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}(aq)]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^- (aq)]_{\text{éq}}}$$

La constante d'acidité est égale au quotient de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau



On multiplie l'expression de K par $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{éq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}(aq)]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^- (aq)]_{\text{éq}}} \times \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$$

$$K = \frac{K_A}{K_e} \quad \text{on a } K_A = 10^{-pK_a} \quad \text{donc } K = \frac{10^{-4,8}}{10^{-14}} = \mathbf{1,6 \times 10^9}$$

La constante de réaction a une valeur très grande, on peut considérer que la réaction de titrage est totale. *Pas de calcul de τ possible avec les données...*

c) À l'équivalence, on a versé de la soude de manière à atteindre les proportions stœchiométriques entre l'acide éthanoïque et la soude.

Soit n_A la quantité de matière d'acide présente dans la prise d'essai de 5 mL

$$n_A = n_{\text{HO}^-} \text{ versée}$$

$$n_A = \text{cb. } V_{\text{éq}}$$

$n_A = 1,0 \times 14,2 \cdot 10^{-3} = \mathbf{14,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$ d'acide éthanoïque restant après une heure **dans la prise d'essai de 5 mL.**

Donc dans la fiole jaugée de 100 mL : il restait 20 fois plus d'acide $n_R(1) = 20 \times 14,2 \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,284 \text{ mol}}$ d'acide éthanoïque.

D'après le 1)c) $n_E(t) = 0,500 - n_R(t)$ donc **$n_E(1) = 0,216 \text{ mol}$ d'ester formé.**

3) Cinétique de la réaction d'estérification:

a) tableau descriptif de l'évolution du système:

équation chimique		acide éthanoïque + propan-1-ol = éthanoate de propyle + eau			
État du système	Avancement t (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	0,500	0,500	0	0
En cours de transformation	x	$0,500 - x$	$0,500 - x$	x	x
État final (équilibre)	$x_{\text{éq}} = 0,335$	$0,500 - x_{\text{éq}} = 0,165$	$0,500 - x_{\text{éq}} = 0,165$	$x_{\text{éq}} = 0,335$	$x_{\text{éq}} = 0,335$
Etat final (si transfo. totale)	$x_{\text{max}} = 0,500$	0	0	0,500	0,500

D'après le graphe, l'avancement final vaut $x_{\text{éq}} = 0,335 \text{ mol}$.

Si la transformation est totale, le réactif limitant est totalement consommé. Ici les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques, ils seront tous totalement consommés donc **$x_{\text{max}} = 0,500 \text{ mol}$** . $x_{\text{éq}} < x_{\text{max}}$, donc la transformation est limitée.

Le rendement est égal au taux d'avancement final $\times 100$

$$\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{0,335}{0,500} = 0,67 \quad \text{donc rendement } \rho = 67\%$$

$$\text{b) } K' = \frac{[\text{ester}]_{\text{éq}} \cdot [\text{eau}]_{\text{éq}}}{[\text{propan-1-ol}]_{\text{éq}} \cdot [\text{acide}]_{\text{éq}}} = \frac{(n_{\text{ester}})_{\text{éq}} \cdot (n_{\text{eau}})_{\text{éq}}}{(n_{\text{alcool}})_{\text{éq}} \cdot (n_{\text{acide}})_{\text{éq}}} \quad K' = \frac{x_{\text{éq}}^2}{(0,500 - x_{\text{éq}})^2} = \frac{0,335^2}{0,165^2} = 4,12$$

c) À l'équilibre le mélange réactionnel contient:

0,335 mol d'ester ;

0,335 mol d'eau,

$(0,500 - 0,335) = 0,165$ mol de propan-1-ol

0,165 mol d'acide éthanóique

On déplace l'équilibre en rajoutant 1 mol d'acide éthanóique, on a alors 1,165 mol d'acide.

$$Q_r = \frac{(n_{ester}) \cdot (n_{eau})}{(n_{alcool}) \cdot (n_{acide})} = \frac{0,335^2}{0,165 \times 1,165} = 0,58 < K'$$

La transformation évolue dans le sens direct, il se forme à nouveau de l'ester et de l'eau.

$$\text{d) } K' = \frac{(n_{ester})_{\acute{e}q} \cdot (n_{eau})_{\acute{e}q}}{(n_{alcool})_{\acute{e}q} \cdot (n_{acide})_{\acute{e}q}} = \frac{x_{\acute{e}q}^2}{(0,500 - x_{\acute{e}q}) \cdot (1,500 - x_{\acute{e}q})} = 4,12$$

$$x_{\acute{e}q}^2 = K' \cdot (1,500 - x_{\acute{e}q}) \cdot (0,500 - x_{\acute{e}q})$$

$$x_{\acute{e}q}^2 = K' [1,500 \times 0,500 + x_{\acute{e}q}^2 - 2,00 x_{\acute{e}q}]$$

$$4,12 \times (0,750 + x_{\acute{e}q}^2 - 2,00 x_{\acute{e}q}) - x_{\acute{e}q}^2 = 0$$

$$3,12 x_{\acute{e}q}^2 - 8,24 x_{\acute{e}q} + 3,09 = 0$$

$$\Delta = (-8,24)^2 - 4 \times 3,12 \times 3,09 = 29,3$$

$$x_{\acute{e}q1} = \frac{8,24 + 5,42}{6,24} = 2,19 \text{ mol impossible } x_{\acute{e}q} \text{ inférieure ou égale à } x_{max} \quad x_{\acute{e}q2} = \frac{8,24 - 5,42}{6,24} = \mathbf{0,45 \text{ mol}}$$

$$\text{rendement } \rho = \frac{x_{\acute{e}q}}{x_{max}} \times 100 = \mathbf{90\%}$$

SUJET 7

Exercice 1 : PROPAGATION DES ULTRASONS DANS UN METAL, HISTOIRES DES PAPILLONS

Exercice 2 : DES ESTERS DANS LES COSMETIQUES

Exercice 3 : LE DIDJÉRIDOO, INSTRUMENT DE MUSIQUE TRADITIONNEL

Exercice 1 : PROPAGATION DES ULTRASONS DANS UN METAL. HISTOIRES DES PAPILLONS

Partie I : Propagation des ultrasons dans un métal

1. Étude de la tension délivrée par le GBF

- a. L'amplitude U_m correspond à une déviation $y = 2,4$ div. $U_m = kv.y$ soit : $U_m = 0,50 \times 2,4 = 1,2$ V
- b. $T = k_h.d$ soit : $T = 10 \times 2,2 = 22 \mu\text{s}$ ou $2,2 \times 10^{-5}$ s
- c. $f = \frac{1}{T}$ soit $f = \frac{1}{2,2 \cdot 10^{-5}} = 4,5 \cdot 10^4$ Hz

2. Exploitation de l'enregistrement

- a. La célérité des ondes ultrasonores est plus grande dans le métal que dans l'air. Donc le signal détecté en premier correspond à l'onde qui s'est propagée dans le métal. **La trace n°1** correspond à l'onde qui s'est propagée dans le métal et **la trace n°2** à celle qui s'est propagée dans l'air.
- b. La durée du parcours de l'onde dans l'air est : $t_{air} = \frac{L}{v_{air}}$ soit $t_{air} = \frac{0,80}{345} = 2,3 \cdot 10^{-3}$ s Or la trace n°2 est détectée à la date $t_2 = 2,23$ ms. Il s'est donc écoulé une durée : $t_{air} - t_2 = 2,3 - 2,23 = 7,0 \times 10^{-2}$ ms ou **70 μs** entre l'émission de la salve et le déclenchement du système d'acquisition.
- c. Par lecture graphique on trouve : $\Delta t = t_2 - t_1$ soit $\Delta t = 2,23 - 0,10 = 2,13$ ms
- d. Pour une même distance parcourue, l'amplitude du signal enregistré est plus faible dans le cas de la propagation dans l'air. On peut faire l'hypothèse que l'air est un milieu plus dissipatif que le métal : l'amortissement y est plus grand.

3. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans le métal

- a. Δt est la durée qui sépare la détection d'une même salve dans l'air et le métal. Les deux salves étant émises au même instant, Δt correspond à la différence des durées de propagation des perturbations dans l'air et le métal. Donc $\Delta t = t_{air} - t_m$ La distance parcourue étant L, les célérités du son dans l'air et dans le métal sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} v_{air} = \frac{L}{t_{air}} \\ v_m = \frac{L}{t_m} \end{array} \right\} \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} t_{air} = \frac{L}{v_{air}} \\ t_m = \frac{L}{v_m} \end{array} \right\} \Leftrightarrow \Delta t = L \left(\frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_m} \right)$$

b. De la relation précédente, on tire : $\frac{1}{v_m} = \frac{1}{v_{air}} - \frac{\Delta t}{L} \Leftrightarrow v_m = \frac{L \cdot v_{air}}{L - v_{air} \cdot \Delta t}$

c. $v_m = \frac{0,80 \times 345}{0,80 - (345 \times 2,13 \cdot 10^{-3})} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$

d. La célérité des ondes ultrasonores dans le métal est plus de 10 fois supérieure à celle qui est mesurée dans l'air. On peut faire l'hypothèse que le métal est un milieu plus rigide que l'air.

Partie II : Histoire de papillon

1. Dans le document n°1, on nous donne la fréquence : « 8 à 12 fois par seconde » d'où $f = 8 \text{ Hz}$ à $f = 12 \text{ Hz}$. Dans le document n°2 la fréquence est citée : $f = 10 \text{ Hz}$. Elle est bien comprise entre 8 et 12 Hz.

2. Les battements sont périodiques : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10} = 0,10 \text{ s}$

3. La distance d est la plus petite distance entre deux points se trouvant dans le même état de perturbation. Cette distance est appelée longueur d'onde ou périodicité spatiale λ . Pour déterminer λ , on mesure la longueur de n longueurs d'onde et on en déduit λ avec une meilleure précision : ici D_{lue} correspondant à

$3\lambda = 1,6 \text{ cm}$ or échelle : $1,7 \text{ cm} \Leftrightarrow 15 \text{ cm}$ en réalité donc : $3\lambda = \frac{1,6 \times 15}{1,7} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1,6 \times 15}{1,7 \times 3} = 4,7 \text{ cm}$

4. $v_1 = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f = 4,7 \cdot 10^{-2} \times 10 = 4,7 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$

5. D'après le graphe $4T = 0,4 \text{ s}$ donc $T = 0,4 / 4 = 0,10 \text{ s}$. On retrouve bien T donc la fréquence

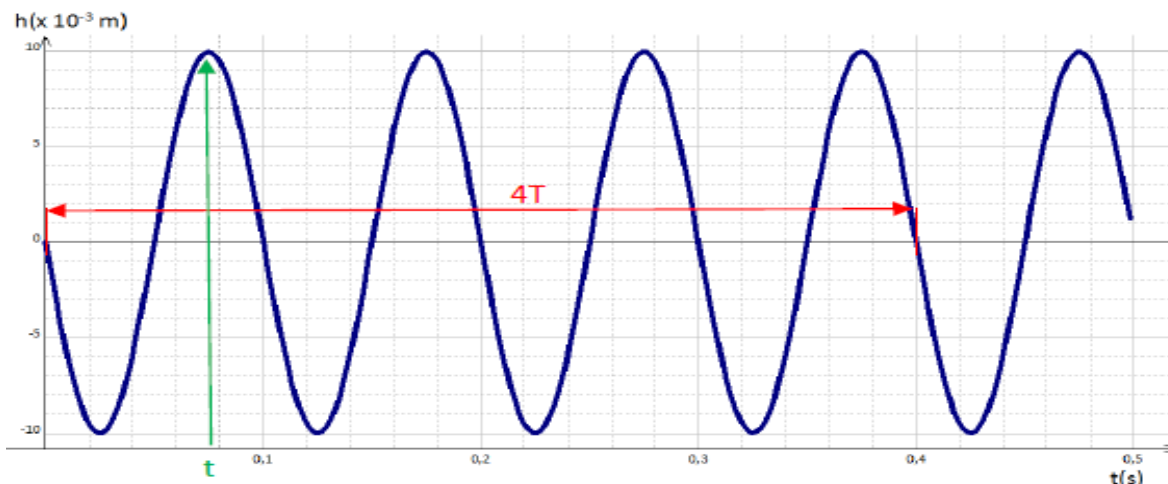
$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,10} = 10 \text{ Hz}$

6.

Le papillon se retrouve au sommet d'une crête lorsque h est maximal. La première fois est au **bout de t** .

Echelle des temps : $9,7 \text{ cm} \Leftrightarrow 0,5 \text{ s}$

Ici t correspond à $1,5 \text{ cm} \Leftrightarrow t = \frac{1,5 \times 0,5}{9,7} = 0,077 \text{ s}$



7. Les points A et B sont séparés de 2λ soit d'une distance : $d = 2 \times 0,047 \quad d = 9,4 \times 10^{-2} \text{ m}$

8. Arrivé de l'onde pour la première fois au point A au bout de $t_A : t_A = \frac{OA}{v_1} = \frac{11,10^{-2}}{0,47} = 0,23 \text{ s}$ (le point B n'est pas encore perturbé) Il faut que l'onde parcourt encore la distance $d' = AB$ pour que B soit perturbé.

Temps pour que l'onde arrive au point B : $t_{AB} = \frac{AB}{v_1} = \frac{9,4 \cdot 10^{-2}}{0,47} = 0,20 \text{ s}$

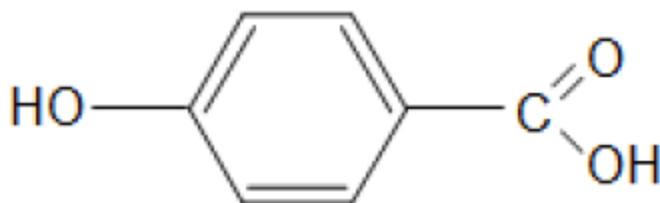
Date pour que B soit perturbé pour la première fois : $t_B = t_A + t_{AB} = 0,23 + 0,20 \quad t_B = 0,43 \text{ s}$

Exercice 2 : DES ESTERS DANS LES COSMETIQUES

A. Première partie : les parabènes

1. (a) : groupe hydroxyle (en fait, fonction phénol avec ce groupe hydroxyle attaché au noyau benzénique).
(b) : groupe ester.

2.

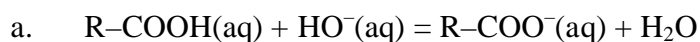


3. Le réactif n°2 est le **propan-1-ol** de formule **$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$** .

4. La molécule (c) est le méthylparaben en raison de la présence du radical méthyle dans le groupe ester.

B. Deuxième partie : préparation d'un ester utilisé en parfumerie

1. Recherche de l'acide carboxylique utilisé



b. A l'équivalence, la quantité d'ions hydroxyde apportée par la soude est égale à la quantité de molécule d'acide carboxylique A initialement placée dans le bécher : $n(\text{OH}^-)_E = n(\text{R-COOH})_0$

$$\Rightarrow C_B \cdot V_{BE} = C_A \cdot V_A \Leftrightarrow C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} \quad \text{AN : } C_A = \frac{1,0 \cdot 10^{-2} \times 15,0 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

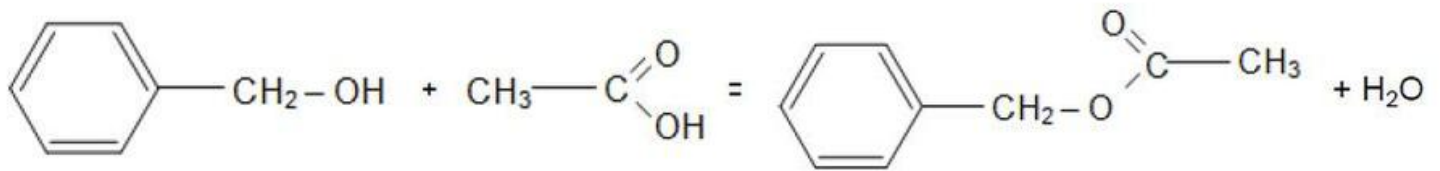
c. La quantité de matière n_A d'acide carboxylique utilisée pour préparer la solution S est : $n_A = C_A \cdot V$

$$\text{Or : } n_A = \frac{m}{M_A} = C_A \cdot V \Leftrightarrow M_A = \frac{m}{C_A \cdot V} \quad \text{AN : } M_A = \frac{0,90}{1,5 \cdot 10^{-2} \times 1,0} = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

Il s'agit de l'**acide éthanoïque**.

2. Synthèse de l'ester

a.



b. Cette réaction est lente, limitée et athermique.

c. L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur : il augmente la vitesse de réaction.

d. Il s'agit d'un chauffage à reflux dont le rôle est double :

- chauffer pour accélérer la réaction,
- condenser les vapeurs dans le réfrigérant à boules pour ne pas perdre de matière.

3. Extraction de l'ester préparé

a. On observe une phase **organique** et une phase **aqueuse**.

b. La phase organique est **au-dessus** de la phase aqueuse.

c. L'ester formé est dans la phase organique car sa solubilité dans l'eau salée est **très faible**. La masse volumique de l'ester ($1,06 \text{ g.cm}^{-3}$) étant **inférieure** à celle de la phase aqueuse (eau salée : $1,20 \text{ g.cm}^{-3}$)

d. Par définition : $r = \frac{n_{\text{ester}}^{\text{formé}}}{n_{\text{ester}}^{\text{max}}}$. Le mélange est stoechiométrique donc : $n_{\text{ester}}^{\text{max}} = n_1$ Soit :

$$r = \frac{1,3 \cdot 10^{-1}}{2,0 \cdot 10^{-1}} = 0,65 \text{ soit } r = 65\%$$

e. Il faut introduire l'un des réactifs en excès.

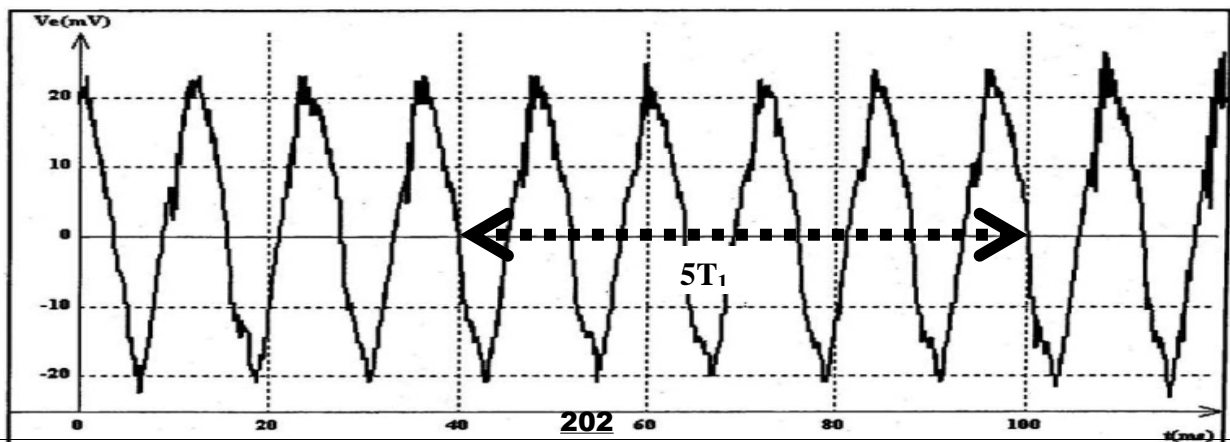
Exercice 3 : LE DIDJÉRIDOO, INSTRUMENT DE MUSIQUE TRADITIONNEL

1. Les ondes sonores sont des ondes **longitudinales**, la direction de la perturbation et la direction de propagation de l'onde sont identiques.

2. La distance entre deux nœuds consécutifs correspond à $\lambda / 2$, ici L correspond à la distance entre un nœud et un ventre soit $\lambda / 4$ donc $L = \lambda / 4$. Alors $\lambda_1 = 4L$

3. $v = \lambda_1 \cdot f_1 = 4L \cdot f_1$ soit $f_1 = \frac{v}{4L}$

4.



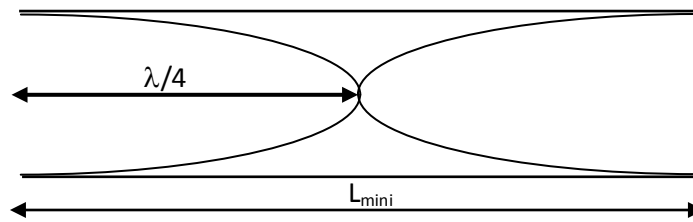
$$1. 5T_1 = (100 - 40) = 60 \text{ ms} \quad T_1 = \frac{60}{5} = 12 \text{ ms} \quad f_1 = \frac{1}{T_1}$$

$$f_1 = \frac{1}{12 \times 10^{-3}} = 83 \text{ Hz}$$

Les sons audibles correspondent au domaine de fréquence $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$. Le son obtenu possède une fréquence faible, c'est un **son grave**.

$$2. \text{ D'après 3. } f_1 = \frac{v}{4L} \quad \text{donc } L = \frac{v}{4f_1} \quad L = \frac{340}{4 \times 83} = 1,0 \text{ m}$$

5. D'après l'énoncé, pour un tuyau ouvert aux deux extrémités, une onde stationnaire peut s'établir s'il y a un ventre de vibration à chacune de ses extrémités.



D'autre part, le son possède une même hauteur, ce qui signifie que le son conserve la fréquence $f_1 = 83 \text{ Hz}$.

$$\text{Il vient } L_{\text{mini}} = 2\lambda/4 = \frac{\lambda}{2} \quad \text{soit } L_{\text{mini}} = \lambda/2$$

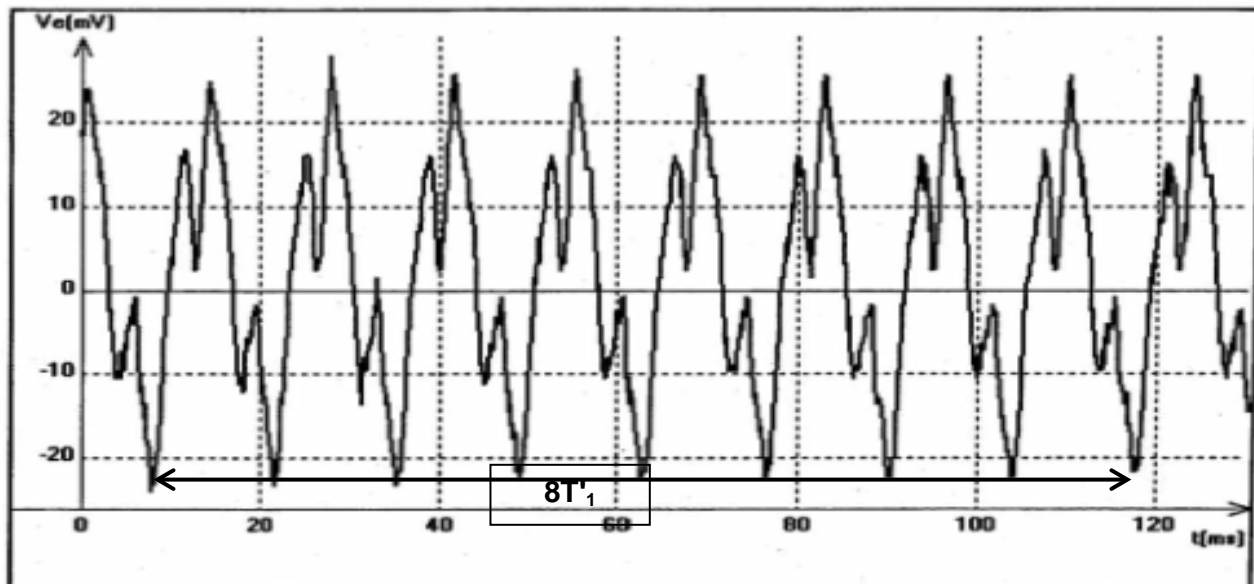
$$\text{or } v = \lambda \cdot f_1 \quad \text{donc } \lambda = \frac{v}{f_1} \quad \text{finalement } L_{\text{mini}} = \frac{v}{2f_1} \quad L_{\text{mini}} = \frac{340}{2 \times 83} = 2,0 \text{ m}$$

Deuxième partie

1. On détermine la période T'_1 du son produit par ce second didjéridoo.

On détermine l'échelle de la figure : $100 \text{ ms} = 0,100 \text{ s} \rightarrow 8,1 \text{ cm}$

$$? \text{ s} \rightarrow 1 \text{ cm} \quad \text{soit } 1 \text{ cm} \rightarrow \frac{0,100}{8,1} \text{ s}$$



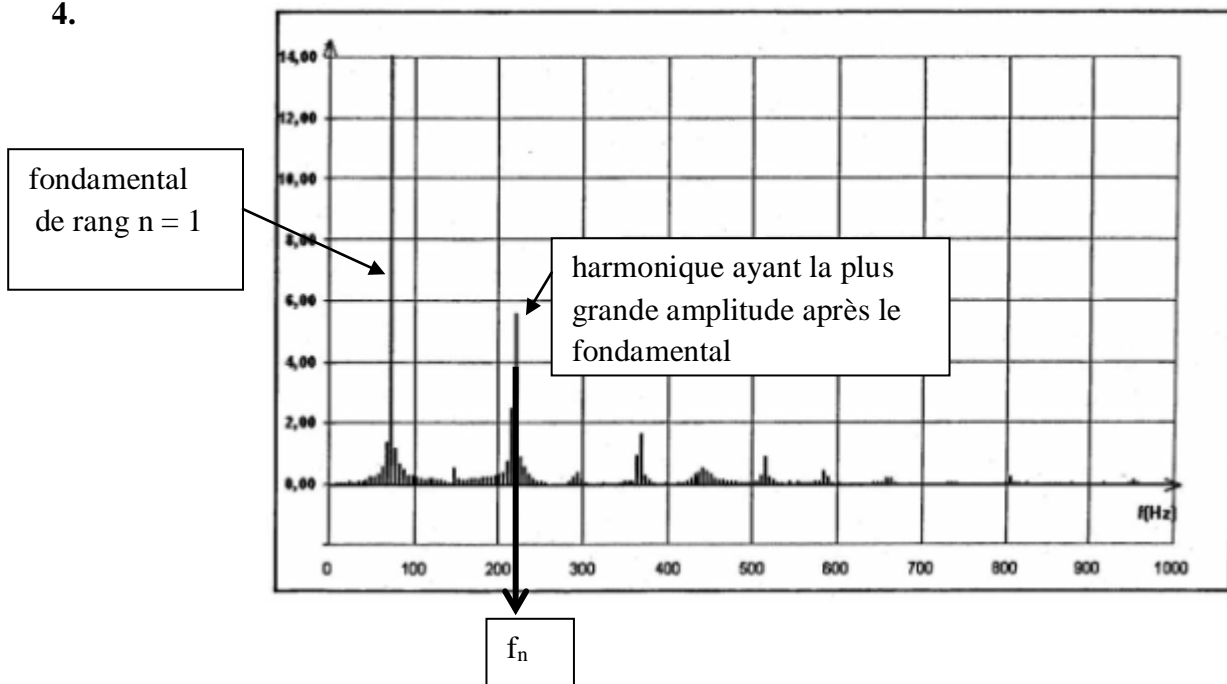
On mesure $8T_1 \rightarrow 9,0 \text{ cm}$ soit $T_1 = \frac{9,0}{8} \times \frac{0,100}{8,1}$ donc $f_1 = \frac{8}{9,0} \times \frac{8,1}{0,100} = 72 \text{ Hz}$.

2. D'après la question 3. pour le fondamental $f_1 = \frac{v}{4L}$, ici on aura $f_1 = \frac{v}{4L'}$ ou $L' = \frac{v}{4f_1}$

$$L' = \frac{340}{4 \times 72} = 1,2 \text{ m} \quad L' > L$$

3. Le spectre de la **figure 2b** ne présente qu'un seul pic d'amplitude importante, le son produit est quasiment pur. Il ne contient que la fréquence f_1 du mode fondamental. D'après l'énoncé, l'instrumentiste joue **les lèvres desserrées** et produit le son de base. Le spectre de la **figure 3b** montre plusieurs pics qui correspondent au mode fondamental et aux modes harmoniques. L'instrumentiste joue avec **les joues comprimées et la langue à l'avant de la bouche**.

4.

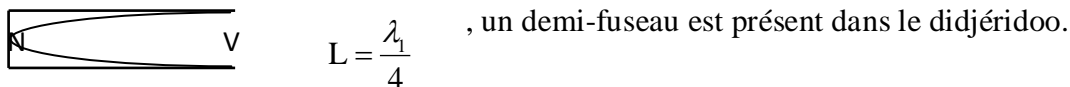


Par lecture graphique $f_n = 2,2 \times 10^2 \text{ Hz}$

Or $f_n = n.f_1$ avec n entier non nul (rang de l'harmonique), soit $n = \frac{f_n}{f_1}$

$$n = \frac{2,2 \times 10^2}{72} = 3 \quad \text{Il s'agit de l'harmonique de rang } n = 3.$$

5. a) $n = 1$, fondamental ou harmonique de rang 1:



$n = 2$ harmonique de rang 2 :

$$f_2 = 2.f_1$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} \quad \text{donc } \lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{v}{2f_1} \quad \text{or} \quad \lambda_1 = \frac{v}{f_1} \quad \text{soit } \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} \quad \text{or } \lambda_1 = 4L, \quad \text{soit } \lambda_2 = \frac{4L}{2} = 2L$$

$$L = \frac{\lambda_2}{2} = \frac{\lambda_2}{4} + \frac{\lambda_2}{4}$$



$$L = \frac{2\lambda_2}{4}$$

L'énoncé indique " *Lorsqu'une onde stationnaire s'établit dans un tuyau sonore, on observe un nœud (N) de vibration à une extrémité si cette extrémité est fermée, et un ventre (V) de vibration si cette extrémité est ouverte.* ".

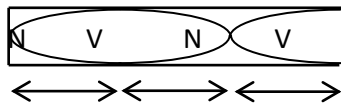
À l'extrémité ouverte, il y a un nœud, ainsi l'harmonique de rang 2, **ne peut pas s'établir**.

Le spectre de la figure 3.b. montre que cet harmonique n'est pas présent à $f_2 = 2.f_1 = 2 \times 72 \text{ Hz}$

n = 3 harmonique de rang 3 :

$$f_3 = 3.f_1$$

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} \text{ donc } \lambda_3 = \frac{v}{f_3} = \frac{v}{3f_1} \text{ or } \lambda_1 = \frac{v}{f_1} \text{ soit } \lambda_3 = \frac{\lambda_1}{3} \text{ or } \lambda_1 = 3\lambda_3, \text{ soit } \lambda_3 = \frac{4L}{3} \text{ ou } L = \frac{3\lambda_3}{4}$$



$$L = \frac{3\lambda_3}{4}$$

Un nœud est présent à l'extrémité fermée, et un ventre à l'extrémité ouverte : une onde stationnaire peut s'établir dans le didjéridoo.

b) D'après le 2. de la première partie pour $n = 1$ on a $L = \frac{\lambda_1}{4}$

Relation 1 : $L = \frac{2n-1}{2} \lambda_n$; Pour $n = 1$, on aurait $L = \frac{\lambda_1}{2}$. Cette relation est **fausse**.

Relation 2 : $L = \frac{2n-1}{4} \lambda_n$; Pour $n = 1$, on aurait $L = \frac{\lambda_1}{4}$ ce qui serait cohérent.

Mais pour $n = 2$, on aurait $L = \frac{3\lambda_2}{4}$ ce qui n'est pas cohérent. **La relation 2 ne convient pas.**

Relation 3 : $L = \frac{n}{4} \lambda_n$

Pour $n = 1$, on aurait $L = \frac{\lambda_1}{4}$.

Pour $n = 2$, $L = 2 \cdot \frac{\lambda_2}{4}$. Remarque : ce mode propre de vibration n'existe pas de façon significative dans le cas d'un tuyau ouvert à une seule extrémité conformément à l'énoncé.

Pour $n = 3$, $L = 3 \cdot \frac{\lambda_3}{4}$. **Cette relation n°3 convient.**

Remarque : finalement le rang n des harmoniques, ayant une amplitude significative, doit être impair.

Troisième partie

$$1. L_S = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$\log \frac{I}{I_0} = \frac{L_S}{10}$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L_S}{10}}$$

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L_S}{10}}$$

$$I_1 = 10^{-12} \times 10^{\frac{72}{10}} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$$

$$I_2 = 10^{-12} \times 10^{\frac{75}{10}} = 3,2 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$$

$$2. L_S = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{I_1 + I_2}{I_0}$$

$$L_S = 10 \log \left(\frac{1,6 \times 10^{-5} + 3,2 \times 10^{-5}}{10^{-12}} \right) = 77 \text{ dB}$$

SUJET 8

Exercice 1 : IDENTIFICATION DES COMPOSES ORGANIQUES

Exercice 2 : SONS MUSICAUX

Exercice 3 : COMMUNICATION ENTRE INSECTES : LES PHEROMONES

Exercice 1 : IDENTIFICATION DES COMPOSES ORGANIQUES

1. Calculons d'abord la masse molaire du composé A : $P(O) = \frac{3 \times M(O)}{M_A} \times 100 \Leftrightarrow M_A = \frac{3 \times M(O)}{P(O)} \times 100$

AN : $M_A = \frac{3 \times 16,0}{54,55} \times 100 = 88 \text{ g.mol}^{-1}$ Ensuite $P(C) = \frac{x \times M(C)}{M_A} \times 100 \Leftrightarrow x = \frac{P(C) \times M_A}{M(C) \times 100}$ AN :

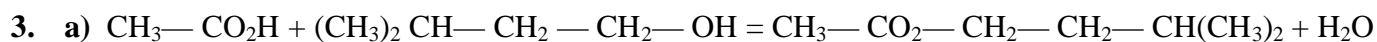
$x = \frac{40,91 \times 88}{12 \times 100} = 3$; $P(H) = \frac{y \times M(H)}{M_A} \times 100 \Leftrightarrow y = \frac{P(H) \times M_A}{M(H) \times 100}$ AN : $y = \frac{4,54 \times 88}{1,0 \times 100} = 4$

2. a. $M_{A1} = nM(C) + 2n + 1M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H)$ AN : $46 = 12n + 2n + 1 + 12 + 2 \times 16 + 1$

$\Leftrightarrow 46 = 14n + 46 \Leftrightarrow \boxed{n=0}$ A₁ a pour formule $H - COOH$: Acide méthanoïque

$M_{A2} = nM(C) + 2n + 1M(H) + M(C) + 2M(O) + M(H)$ AN : $60 = 14n + 46 \Leftrightarrow \boxed{n=1}$ A₂ a pour formule $CH_3 - COOH$: Acide éthanoïque

b. $CH_3 - COO - COH$: Anhydride éthanoïque- méthanoïque



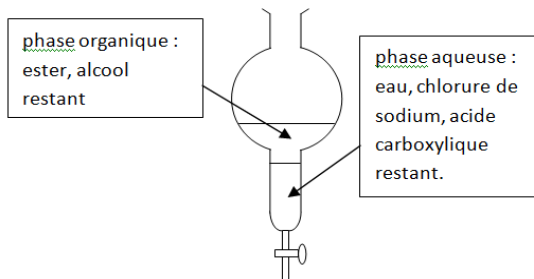
b) le composé B est éthanoate de 3-méthylbutyle

c) Cette réaction est lente et limitée.

4. a) $n_{acide} = n_{alcool} \Leftrightarrow \frac{\rho_2 \cdot V_2}{M_2} = \frac{\rho_1 \cdot V_1}{M_1} \Leftrightarrow V_2 = \frac{\rho_1 \cdot V_1 \cdot M_2}{M_1 \cdot \rho_2}$ AN : $V_2 = \frac{0,809 \times 44,0 \times 60}{87 \times 1,049} = 23,4 \text{ mL}$

b) Il permet de condenser la vapeur du mélange réactionnel. Un réfrigérant à boules assure une plus grande surface de contact entre les vapeurs et l'eau de réfrigération qu'un réfrigérant droit.

c)



d)

- C : chauffe-ballon
- D : ballon
- E : colonne de vigreux
- F : refrigerant
- G : Erlenmeyer
- H : thermomètre

Exercice 2 : SONS MUSICAUX

1. Echelle des temps : $1,9 \text{ cm} \Leftrightarrow 6 \text{ ms}$

$$0,8\text{cm} \Leftrightarrow T \quad T = \frac{0,8 \times 6}{1,9} = 2,5\text{ms}$$

$$\text{D'où la Hauteur est : } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 400\text{Hz}$$

2. Ce son est qualifié d'un **son pur**.

3. **Le rang de l'harmonique n°3** est absent dans ce spectre.

4. On sait que $f_n = n \cdot f_1$ avec n entier non nul d'où $f_3 = 3 \cdot f_1 = 3 \times 435 = \mathbf{1305 \text{ Hz}}$

5. On sait que : $L = 10 \text{Log} \left(\frac{I}{I_0} \right)$ donc $\frac{L}{10} = \text{Log} \left(\frac{I}{I_0} \right)$ il vient : $10^{\frac{L}{10}} = \frac{I}{I_0} \Leftrightarrow \boxed{I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}}$ **AN :**

$$\boxed{I = 1,0 \cdot 10^{-12} \times 10^{\frac{65}{10}} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{W} \cdot \text{m}^{-2}}$$

6. On sait que : $L = 10 \text{Log} \left(\frac{I}{I_0} \right)$ **AN :** $L = 10 \text{Log} \left(\frac{1,0 \cdot 10^{-4}}{1,0 \cdot 10^{-12}} \right) = 80 \text{dB}_A$

7.

7.1. Monsieur Ali entend moins bien qu'autrefois. En effet pour entendre la même fréquence le niveau sonore doit être plus important qu'autrefois (10 dB et non 7 dB).

7.2. Autrefois : $L_1 = 10 \text{Log} \left(\frac{I_1}{I_0} \right)$ Aujourd'hui : $L_2 = L_1 + 10 = 10 \text{Log} \left(\frac{I_2}{I_0} \right)$ d'où

$$10 \times \text{Log} \left(\frac{I_1}{I_0} \right) + 10 = 10 \text{Log} \left(\frac{I_2}{I_0} \right) \Leftrightarrow 10 \text{Log} (I_2) - 10 \text{Log} (I_0) = 10 \text{Log} (I_1) - 10 \text{Log} (I_0) + 10$$

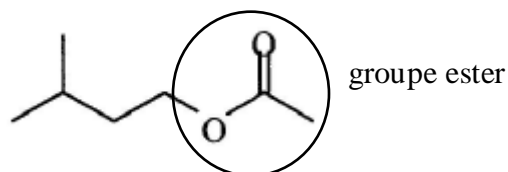
$$\Leftrightarrow 10 \text{Log} (I_2) - 10 \text{Log} (I_1) = 10 \Leftrightarrow 10 \times \text{Log} \left(\frac{I_2}{I_1} \right) = 10 \Leftrightarrow \boxed{\frac{I_2}{I_1} = 10}$$

8. Quand on double l'intensité sonore, on ne double pas le niveau sonore. En effet $I_2=2.I_1$ il vient

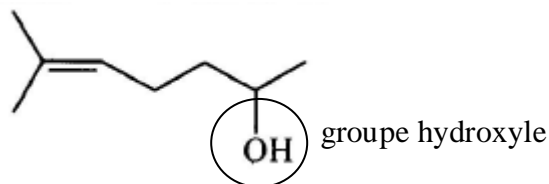
$$L_2 = 10 \text{Log} \left(\frac{I_2}{I_0} \right) \Leftrightarrow L_2 = 10 \text{Log} \left(\frac{2.I_1}{I_0} \right) \Leftrightarrow L_2 = 10 \text{Log} 2 + L_1 \Leftrightarrow \boxed{L_2 = L_1 + 3}$$

Exercice 3 : COMMUNICATION ENTRE INSECTES : LES PHEROMONES

1. Molécule A:

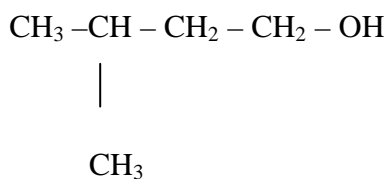


Molécule C:



2.

2.1. phéromone d'alarme éthanoate de 3-méthylbutyle est synthétisée à partir d'acide éthanoïque et du 3-méthylbutan-1-ol



2.2. acide éthanoïque + 3-méthylbutan-1-ol = éthanoate de 3-méthylbutyle + eau
 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 (l) + \text{C}_5\text{H}_{12}\text{O} (l) = \text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2 (l) + \text{H}_2\text{O} (l)$

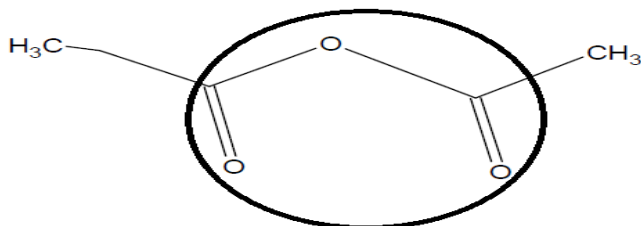
Il s'agit d'une réaction d'estérification. Cette transformation est lente et limitée

2.3. Affirmation 1: Fausse, un catalyseur ne modifie pas l'état d'équilibre d'un système.
 Affirmation 2: Fausse, le taux d'avancement final est le même que sans catalyseur.
 Affirmation 3: Vraie.

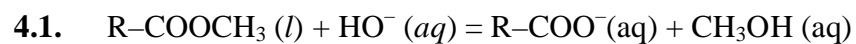
3.

3.1. En remplaçant l'acide éthanoïque par l'anhydride éthanoïque, la transformation serait alors totale.

3.2.



4.



4.2. La réaction d'hydrolyse basique appelée saponification est une transformation totale.

5. $t = 10^{-15} \text{ g.L}^{-1}$

$$C \frac{t}{M_{\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}}} = \frac{10^{-15}}{(8 \times 12 + 16 \times 1 + 1 \times 16)} = \frac{10^{-15}}{128}$$

$$C = 8.10^{-18} \text{ mol.L}^{-1}$$

L'espèce active **n'est pas pulvérisée directement sur les cultures**, de plus les quantités utilisées sont extrêmement faibles. **Les insectes ne sont pas détruits**, ils sont simplement attirés loin des cultures.

SUJET 9

Exercice 1 : LES ONDES SONORES

Exercice 2 : ONDES LUMINEUSES

Exercice 3 : UN BIOCARBURANT : LE DIESTER

Exercice 1 : LES ONDES SONORES

1^{ère} partie : Etude du son dans différents milieux

1. Une onde sonore est une **onde longitudinale** car la direction de la perturbation (compressions et dilatations du milieu) est **parallèle** à la direction de propagation de l'onde.

2. On sait que : $v = \frac{d}{\Delta t}$ Δt correspond au retard entre le son reçu par M_1 et M_2 , soit

$$\Delta t = 8 \times 50 \cdot 10^{-6} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ s et donc : } v = \frac{13,6 \cdot 10^{-2}}{4,0 \cdot 10^{-4}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

3. La célérité des ondes sonores est plus grande dans l'eau que dans l'air. Plus le milieu de propagation est **rigide** et plus la célérité des ondes sonores est **grande**.

4. Les ondes sonores ont besoin d'un milieu matériel pour se propager.

5.

5.1. Il leur manque le temps mis par le son pour parcourir les 13 km.

5.2. On sait que : $t = \frac{d}{v} = \frac{13 \cdot 10^3}{1500} = 8,7 \text{ s}$

5.3. L'éclair émis en même temps que le son **se voit mieux** la nuit que le jour et indique à l'expérimentateur le moment où il doit **déclencher** le chronomètre.

2^{ème} partie : Onde sonore périodique

1. $T = 5 \times 20 \cdot 10^{-6} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ s} \Leftrightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} = 10000 \text{ Hz} = 10 \text{ kHz}$

2. Lorsque l'on éloigne le microphone M_2 , le retard par rapport au microphone M_1 augmente, d'où le déplacement sur la courbe.

3. Lorsqu'on éloigne le microphone M_2 du microphone M_1 , il y a aussi une diminution de l'amplitude due à l'amortissement de la vibration.

4. En mesurant la distance pour 10 coïncidences, on **améliore** la précision sur la valeur de la longueur d'onde.

5. $\lambda = \frac{d}{10} = \frac{34}{10} = 3,4 \text{ cm}$

6. $v = \lambda \times f = 3,4 \cdot 10^{-2} \times 10^4 = 340 \text{ m.s}^{-1}$

7. Si on éloigne les deux microphones de 1,7 cm soit $\frac{\lambda}{2}$ les deux courbes seront **en opposition de phase** sur l'écran de l'oscilloscope.

8. Un milieu non dispersif est un milieu où la célérité des ondes ne varie pas en fonction de leur fréquence.

9. $\lambda = \frac{v}{f}$; v est constant, si f diminue alors la longueur d'onde λ **augmente**.

3^{ème} partie : physique du son

1.

a. La corde vibre en un seul fuseau dans le mode fondamental d'où : $L_0 = \frac{\lambda_0}{2}$ soit : $\lambda_0 = 2 \cdot L_0 = 1,00$ m

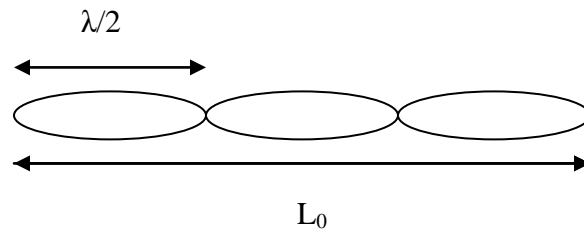
b. La longueur d'onde est définie par : $\lambda_0 = \frac{v}{f_0}$ soit $v = \lambda_0 \cdot f_0 = 220 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

c. La vitesse est : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ soit $T = \mu \cdot v^2 = 48,4 \text{ N}$

2.

a. Le fondamental a une fréquence de 220 Hz. Il s'agit donc de l'analyse spectrale B.

b.



Nous avons donc $3 \frac{\lambda}{2} = L_0$. Dans ce cas $2 \frac{L_0}{3} = \lambda = 33,3 \text{ cm}$

3.

a. L'intensité sonore est définie par $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ Soit $I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}} = 10^{-7} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

b. $L' = 10 \text{Log} \left(\frac{I'}{I_0} \right) = 10 \text{Log} \left(\frac{I}{I_0} \right) + 10 \text{Log} 10 = L + 10 \text{Log} 10 = 60 \text{ dB}_A$ Le nouveau niveau sonore sera de 60 dB

4.

a. On sait que : $L = 10 \cdot \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ Donc : $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}} \Leftrightarrow I = 1,0 \cdot 10^{-12} \times 10^{\frac{98}{10}} = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

b. Quand on double l'intensité sonore, on ne double pas le niveau sonore. En effet $I_2 = 2 \cdot I_1$ il vient

$$L_2 = 10 \text{Log} \left(\frac{I_2}{I_0} \right) \Leftrightarrow L_2 = 10 \text{Log} \left(\frac{2 \cdot I_1}{I_0} \right) \Leftrightarrow L_2 = 10 \text{Log} 2 + L_1 \Leftrightarrow \boxed{L_2 = L_1 + 3} \text{ AN :}$$

$$\boxed{L_2 = 98 + 3 = 101 \text{ dB}_A}$$

Exercice 2 : ONDES LUMINEUSES

1. Effet de la restriction d'un faisceau laser par un petit orifice

1. C'est le phénomène de diffraction.

2. L'angle α est l'écartement angulaire total de la tâche centrale dans ce cas on choisit $(3)\alpha = \frac{2\lambda}{a}$

3. En considérant le triangle rectangle, en prenant $\theta = \frac{\alpha}{2}$ on a alors : $\tan(\theta) = \frac{d/2}{D} = \frac{d}{2D}$ Or, comme

précisé dans l'énoncé : $\tan(\theta) = \theta$, donc : $\theta = \frac{d/2}{D} = \frac{d}{2D} = \frac{\alpha}{2} \Leftrightarrow \boxed{d \approx D \cdot \alpha}$. Sachant que $(3)\alpha = \frac{2\lambda}{a}$

Dans ce cas : $\boxed{d = \frac{2 \cdot D \cdot \lambda}{a}}$

4.

a. Cette équation est du type $y = p \cdot x$ et est donc représentée sur un graphe par une droite passant par

l'origine. Ainsi, la pente de la droite est : $\boxed{p = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(4-0) \cdot 10^{-3}}{(2-0) \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}$

b. D'après le graphe on a : $d = p \times \frac{1}{a}$ et d'après la question 3 on a trouvé $d = 2D\lambda \times \frac{1}{a}$ par

identification on aura : $\boxed{p = 2D\lambda}$

c. $\lambda = \frac{p}{2D}$ AN : $\boxed{\lambda = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2 \times 1,50} = 6,67 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 667 \text{ nm}}$

d. On sait que : $d' = p \times \frac{1}{a'}$ donc : $a' = p \times \frac{1}{d'}$ AN : $\boxed{a' = 2 \cdot 10^{-6} \times \frac{1}{9,7 \cdot 10^{-3}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}}$

2. Décomposition de la lumière

1. On sait que : $d = 2D\lambda \times \frac{1}{a}$ dans ce cas : $\lambda_R = \frac{a \cdot d_R}{2 \cdot D}$ et $\lambda_B = \frac{a \cdot d_B}{2 \cdot D}$ donc : $\frac{\lambda_R}{\lambda_B} = \frac{d_R}{d_B} > 1$ alors la largeur centrale **du rouge** est plus **grande** que la largeur centrale **du bleu**

2. Si l'on envoie un faisceau de lumière blanche fin comme celui du laser on obtient **taches lumineuses irisées**.

3. En utilisant la seconde loi de Descartes pour la **radiation rouge** on a : $n_1 \sin i_1 = n_{2R} \sin i_{2R}$ donc :

$$\sin i_{2R} = \frac{n_1 \cdot \sin i_1}{n_{2R}} \text{ AN : } \sin i_{2R} = \frac{1,00 \times \sin 80^\circ}{1,645} = 0,60 \quad i_{2R} = 36,8^\circ$$

$$\text{Pour la radiation Bleue on a : } \sin i_{2B} = \frac{n_1 \cdot \sin i_1}{n_{2B}} \text{ AN : } \sin i_{2B} = \frac{1,00 \times \sin 80^\circ}{1,664} = 0,59 \quad i_{2B} = 36,3^\circ$$

$$i_{2R} > i_{2B}$$

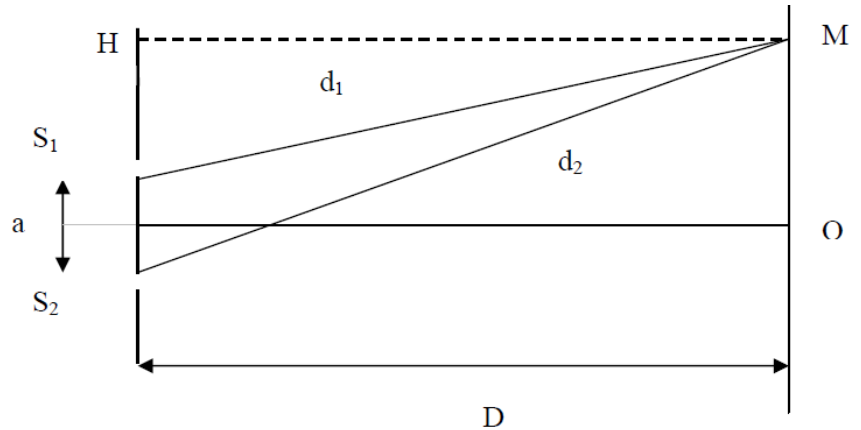
3. les interférences lumineuses

1. On observe des segments alternativement brillants et sombres représentant des franges d'interférences.
2. Expression de $\delta = d_2 - d_1$.

Considérons les triangles rectangles S_2HM et S_1HM :

$$d_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{a}{2}\right)^2$$

$$d_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2$$



$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 - d_1)(d_2 + d_1) = 2ax \Leftrightarrow \delta(d_2 + d_1) = 2ax \quad \mathbf{x \text{ et } a \ll D} \quad \text{donc : } \Rightarrow d_2 + d_1 \approx 2.D$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{a.x}{D}$$

3. On sait que : $i = \frac{\lambda.D}{a}$ dans ce cas on aura : $\lambda = \frac{i.a}{D}$ AN :

$$\lambda = \frac{0,579.10^{-3} \times 1.10^{-3}}{1} = 5,79.10^{-7} \text{ m} = 579 \text{ nm}$$

4. Déterminons la différence de marche :

$$\delta = |PS_1 - PS_2| = |1,54 - 2,11| = 0,570 \text{ cm} = 5,70 \text{ mm}$$

En divisant cette différence de marche par la

longueur d'onde on obtient : $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{5,70}{0,60} = 9,5$

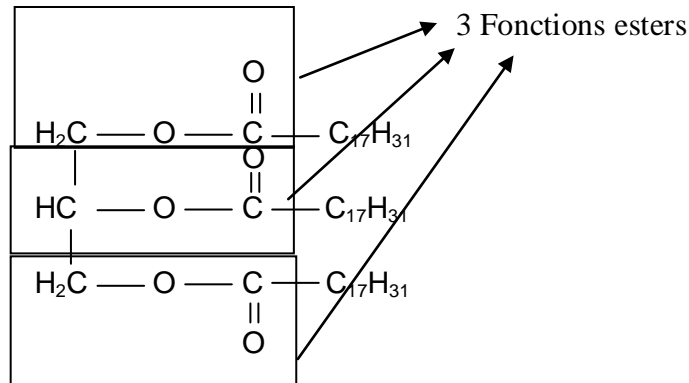
Ainsi, la différence de marche peut s'écrire : $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda$ avec k un entier naturel.

L'interférence est donc destructive au point P.

Exercice 3 : UN BIOCARBURANT : LE DIESTER

1. Le Diester, un ester utilisé comme carburant

1.1.



1.2.

1.2.1. $n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M} \quad n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) = \frac{0,82 \times 1000}{878} = 0,93 \text{ mol de trilinoléate de glycérile}$
dans un litre d'huile de colza

1.2.2.

Équation		$\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6 + 3 \text{CH}_3\text{OH} = \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 + 3 \text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$			
	Avancement	Quantités de matière en moles			
Etat initial	$x = 0$	$n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6)$	$n(\text{CH}_3\text{OH})$	0	0
Etat intermédiaire (mol)	x	$n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) - x$	$n(\text{CH}_3\text{OH}) - 3x$	x	$3x$
Etat final (mol)	x_{max}	0	0	x_{max}	$3x_{\text{max}}$

1.2.3. La réaction est totale et a lieu dans les proportions stœchiométriques. Les réactifs sont donc

totalemment consommés. $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{3} = n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6)$

$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 3n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) \quad n(\text{CH}_3\text{OH}) = 3 \times 0,93 = \mathbf{2,8 \text{ mol de méthanol}}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M}$

$V(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{n \cdot M}{\rho} \quad V(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{2,8 \times 32}{0,79} = 1,1 \times 10^2 \text{ cm}^3 = \mathbf{0,11 \text{ L de méthanol}}$ D'après

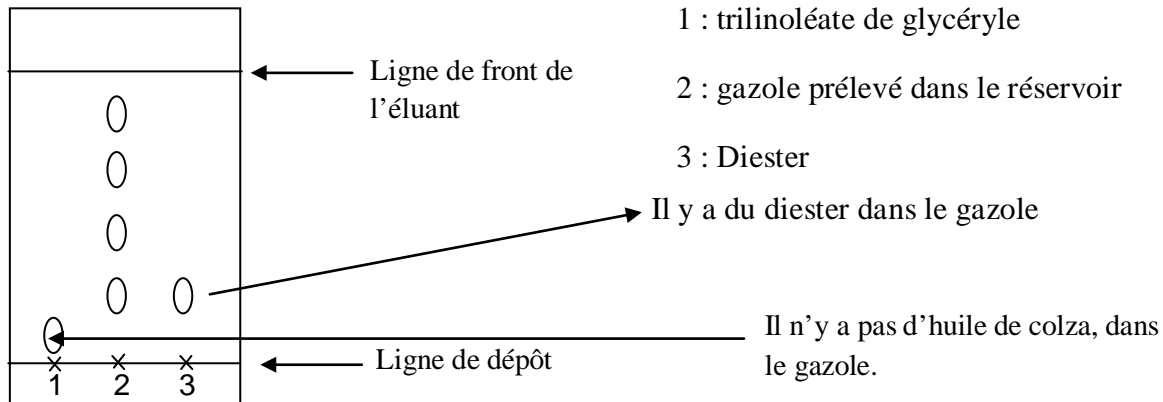
l'équation chimique $\frac{n(\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2)}{3} \text{ formé} = n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) \text{ conso}$

$\frac{m(\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2)}{3M(\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2)} \text{ formé} = n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) \text{ conso}$

$$m(\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2) = 3n(\text{C}_{57}\text{H}_{98}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2) \quad m(\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2) = 3 \times 0,93 \times 294 = \mathbf{8,2 \times 10^2 \text{ g de Diester}}$$

2. Étude d'un gazole

2.1. Chromatographie du gazole



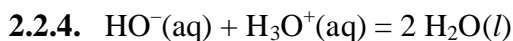
2.2.

2.2.1. Saponification du Diester : Diester + hydroxyde = méthanol + linoléate



2.2.2. À chaud, la réaction de saponification est rapide et totale.

2.2.3. $n(\text{HO}^-)_i = c_b \cdot v_b \quad n(\text{HO}^-)_i = 1,00 \times 10^{-1} \times 25,0 \times 10^{-3} = \mathbf{2,50 \times 10^{-3} \text{ mol}}$



2.2.5. $n(\text{HO}^-)_r = n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{versé}} = c_a \cdot V_{\text{Ae}} \quad n(\text{HO}^-)_r = 1,00 \times 10^{-1} \times 14,8 \times 10^{-3} = \mathbf{1,48 \times 10^{-3} \text{ mol}}$

2.2.6. $n(\text{HO}^-)_C = n(\text{HO}^-)_i - n(\text{HO}^-)_r \quad n(\text{HO}^-)_C = 2,50 \times 10^{-3} - 1,48 \times 10^{-3} = \mathbf{1,02 \times 10^{-3} \text{ mol}}$

2.2.7. D'après l'équation chimique, une mole de diester réagit avec une mole d'ions hydroxyde,
 $n(\text{diester}) = n(\text{HO}^-)_C = \mathbf{1,02 \times 10^{-3} \text{ mol}}$

2.2.8.

- $m(\text{diester}) = n(\text{diester}) \cdot M(\text{diester})$

$m(\text{diester}) = 1,02 \times 10^{-3} \times 294 = \mathbf{0,300 \text{ g}}$

- $P = \frac{m(\text{diester})}{m} \times 100$

$P = \frac{0,300}{1,00} \times 100 = \mathbf{30,0\%}$

SUJET 10

Exercice 1 : PHENOMENES DE DIFFRACTION ET D'INTERFERENCE
Exercice 2 : IDENTIFICATION DE MOLECULES PAR SPECTROSCOPIE
Exercice 3 : CHAMPS ELECTRIQUE

Exercice 1 : PHENOMENES DE DIFFRACTION ET D'INTERFERENCE

PREMIERE EXPERIENCE

1.1. Le phénomène mis en évidence dans cette expérience est la **diffraction**. Par analogie avec la diffraction des ondes mécaniques, on peut dire que la lumière possède un **caractère ondulatoire**.

1.2.

1.2.1. L'angle θ représente la demi-largeur angulaire de la tache centrale de diffraction.

1.2.2. θ s'exprime en radians (rad)

λ longueur d'onde s'exprime en mètres (m)

a largeur de la fente s'exprime en mètres (m).

1.2.3. Plus la largeur a de la fente est petite, plus l'écart angulaire θ est grand (cf. relation (1)).

La largeur de la tache centrale **augmente**.

1.3. Dans le triangle (ABC), rectangle en B

on a $\tan \theta = \frac{\ell/2}{D} = \theta$ car θ est petit

$$\theta = \frac{\ell}{2.D} \text{ relation (2)}$$

$$1.4. \theta = \frac{\ell}{2.D} \text{ et } \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\text{d'où } \frac{\ell}{2.D} = \frac{\lambda}{a}$$

$$\text{Soit } a = \frac{2.\lambda.D}{\ell}$$

$$a = \frac{2 \times 633 \times 10^{-9} \times 3,00}{38 \times 10^{-3}} = 10 \times 10^{-5} \text{ m}$$

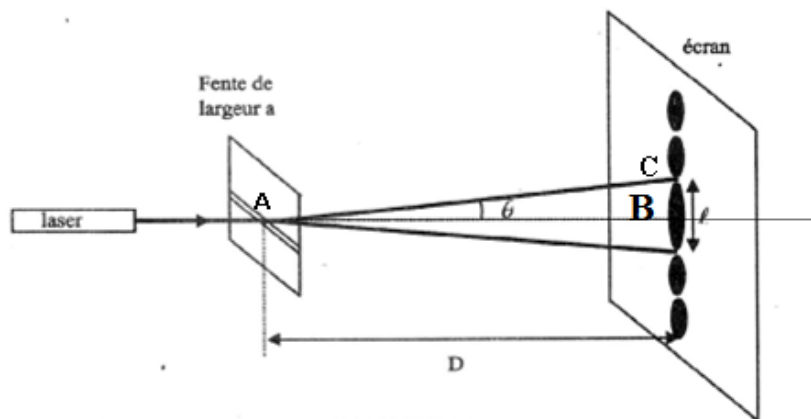


FIGURE N° 1

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

1. La lumière émise par le laser est **monochromatique**. Elle contient une seule radiation lumineuse de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633 \text{ nm}$.

2.

2.1. $c = \lambda \cdot \nu$ donc $\nu = \frac{c}{\lambda}$ $\nu = \frac{3,00 \times 10^8}{633 \times 10^{-9}} = 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}$

2.2. Une onde lumineuse est caractérisée par sa fréquence ν . Celle-ci ne change pas quelque soit le milieu de propagation.

3. Les longueurs d'onde dans le vide du spectre visible vont de 400 nm (le violet) à 800 nm (le rouge).

Si $\lambda < 400 \text{ nm}$: domaine des ultraviolets et si $\lambda > 800 \text{ nm}$: domaine des infrarouges.

4. *L'indice de réfraction du verre pour la fréquence ν de l'onde utilisée est $n = 1,61$.*

4.1. Dans un milieu dispersif, la célérité v dépend de la fréquence ν de l'onde. Or l'énoncé indique

$$n = \frac{c}{v}, \text{ c étant constante si } \nu \text{ varie alors l'indice de réfraction } n \text{ varie.}$$

4.2. D'après la relation de la question 2.1. $\lambda' = \frac{v}{\nu}$ avec v célérité de la lumière dans le verre.

Or $n = \frac{c}{v}$ soit $v = \frac{c}{n}$ Il vient : $\lambda' = \frac{c}{n \cdot \nu}$ et $\nu = \frac{c}{\lambda}$ (cf. 2.2.1.) donc $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$

$$\lambda = \frac{633 \times 10^{-9}}{1,61} = 393 \times 10^{-9} \text{ m} = 393 \text{ nm.}$$

5. On obtient une figure colorée allant du violet au rouge (couleurs de l'arc en ciel), c'est le spectre de la lumière blanche.

6. La déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue, comme $\lambda_{\text{Rouge}} > \lambda_{\text{Bleu}}$ donc $d_{\text{Rouge}} < d_{\text{Bleu}}$.

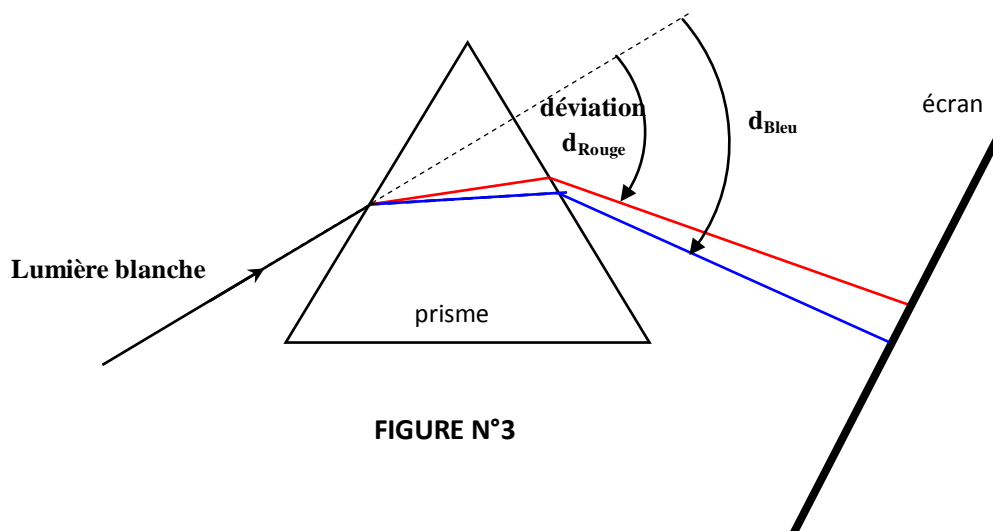


FIGURE N°3

TROISIÈME EXPÉRIENCE

1. Pour produire le phénomène d'interférences lumineuses, il faut alors séparer le faisceau de lumière d'origine en deux sources distinctes sans altérer la fréquence (sinon il y a décohérence) et réunir la lumière des deux sources en un même point de l'espace. C'est la recombinaison de la source d'origine qui est à l'origine de l'interférence. C'est le cas ici où les deux fentes éclairées par un même laser se comportent comme des **sources secondaires cohérentes** : les ondes émises ont la **même fréquence** et un **déphasage constant**.
2. Les interférences sont constructives si : $\delta = k\lambda$ où δ est la différence de marche, k est un nombre entier et λ est la longueur d'onde. Les interférences sont destructives si : $\delta = (k + 1/2)\lambda$.
3. Les deux ondes issues de S_1 et de S_2 ont parcouru exactement la même distance pour parvenir au point O, donc la différence de marche est nulle. Elles arrivent en phase et la frange est **brillante**.

4.

a. L'interfrange représente la distance séparant les deux milieux de deux franges consécutives de même nature.

b. L'interfrange i s'exprime donc en mètre. Unité $(\lambda D^2) = m \times m^2 = m^3 \neq m$

(2) la relation

c. • Lorsque λ diminue, i diminue : relation (3) impossible.

• Lorsque D augmente, i augmente : (4) impossible.

• i ne dépend pas de d : (5) impossible

• Si a diminue, i augmente : (3) et (4) impossibles

la première expression correcte

$$i = \lambda D/a$$

5.

a. Pour avoir la précision maximale, il faut prendre le plus grand nombre d'interfranges. **15i = 7,2cm**

$$i = \frac{7,2}{15} = 0,48 \text{ cm} \quad i = \frac{\lambda D}{a} \Leftrightarrow a = \frac{\lambda D}{i} = \frac{650 \cdot 10^{-9} \times 1,4}{0,48 \cdot 10^{-2}} = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$b. \quad \epsilon = \frac{|a_{\text{exp}} - a_{\text{théo}}|}{a_{\text{théo}}} = \frac{|1,9 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-4}|}{2 \cdot 10^{-4}} = 0,05$$

6. $\delta = \frac{a \cdot y}{D} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \times 9,1 \cdot 10^{-3}}{1,4} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{1,3 \cdot 10^{-6}}{650 \cdot 10^{-9}} = 2$ avec **k = 2** Au point P, les interférences sont donc constructives et on observe **une frange brillante**.

7.

a. Le rayon passant par S_1 est ralenti lors de la traversée du film en matière plastique, le trajet [S-S₁-O] est donc plus long que [S-S₂-O].

b. Le point O' doit être situé **au-dessus du point O** afin que le trajet du rayon issu de S_2 soit rallongé et que celui issu de S_1 soit plus court.

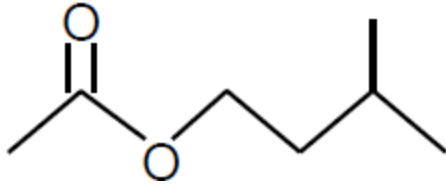
$$c. \quad \delta' = \frac{a \times y'}{D} - (n - n_{\text{air}})e = 0 \Rightarrow \frac{a \times y'}{D} = (n - n_{\text{air}}) \times e$$

$$y' = \frac{D}{a} (n - n_{\text{air}}) \times e = \frac{1,4}{2 \cdot 10^{-4}} \times (1,61 - 1,00) \times 0,9 \cdot 10^{-6} = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Exercice 2 : IDENTIFICATION DE MOLECULES PAR SPECTROSCOPIE

I- Spectre RMN de l'éthanoate de 3-méthylbutyle

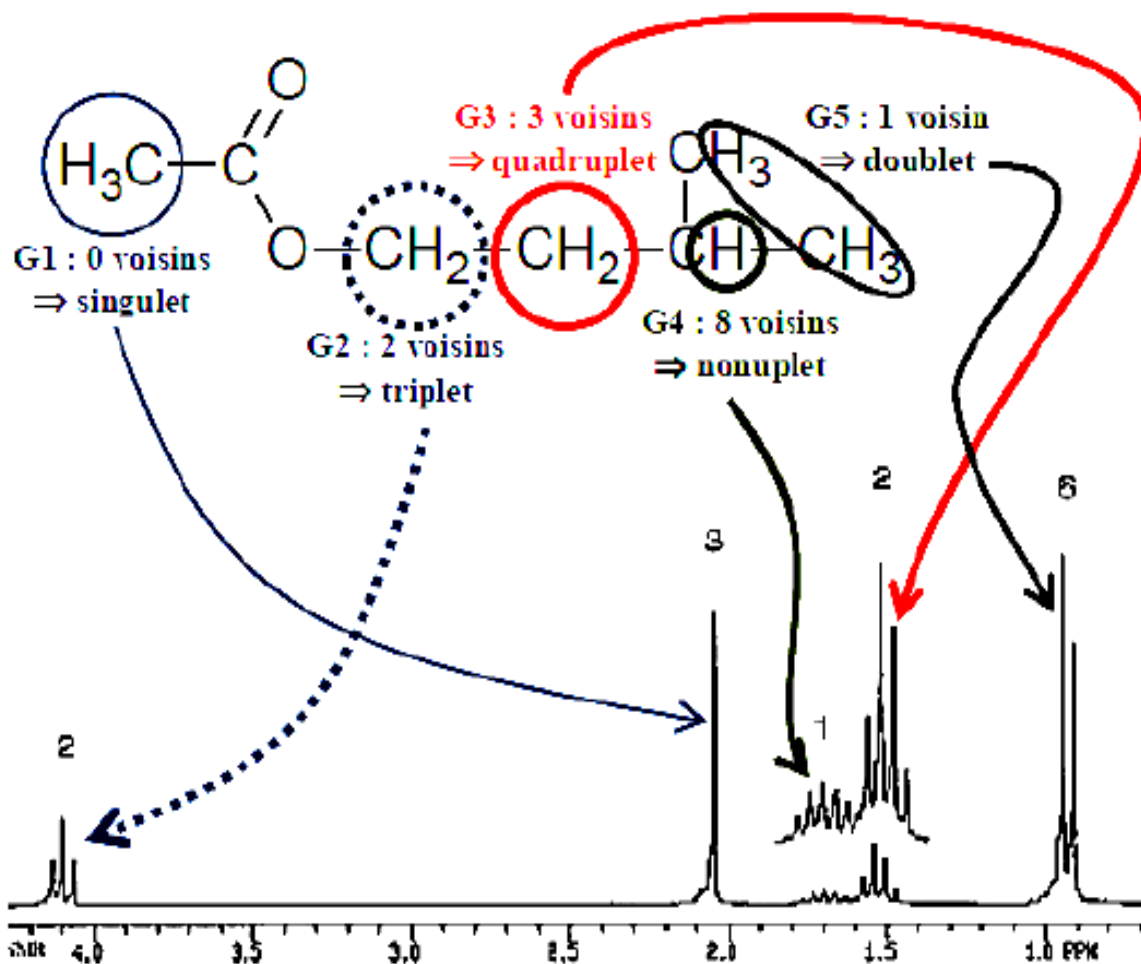
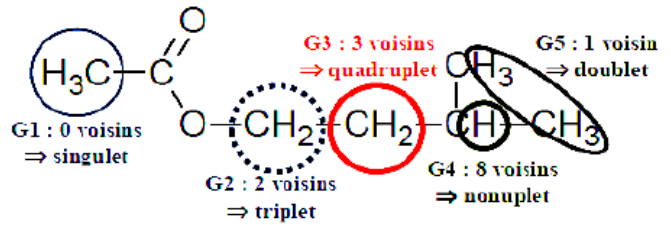
1. L'éthanoate de 3-méthylbutyle fait partie de la famille des esters.
- 2.



3. L'ester possède 5 groupes de protons équivalents (cf. ci-contre).

4.

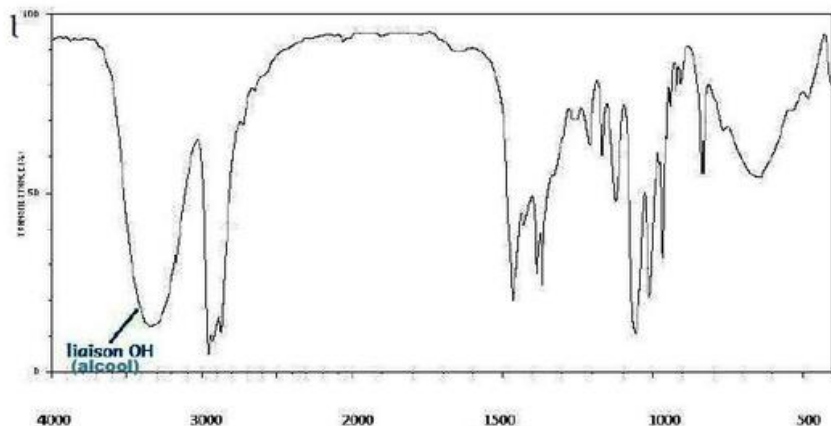
- a. δ est le déplacement chimique des protons. ppm signifie « parties par million ».
- b.



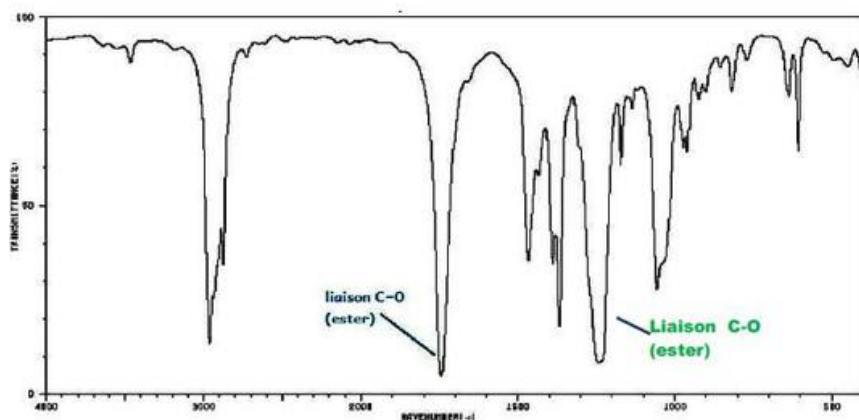
II – Identification de l'acide e de l'alcool

1.

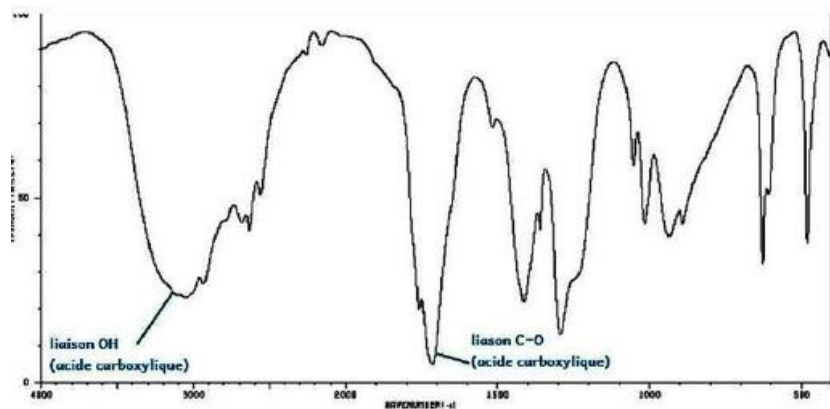
- a. $\lambda_{\min} = 1/\delta_{\max} = 1/4000 \cdot 10^2 = 2,500 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2,500 \mu\text{m}$ $\lambda_{\max} = 1/\delta_{\min} = 1 / 600 \cdot 10^2 = 16,7 \cdot 10^{-6} = 16,7 \mu\text{m}$
⇒ en spectroscopie IR, les longueurs d'onde s'étendent de **2,500 μm à 16,7 μm** .
- b. et c.



Présence de la large bande centrée sur 3300 cm^{-1} caractéristique de la liaison $\text{O}-\text{H}_{\text{alcool}}$
⇒ la molécule est un alcool
⇒ **molécule B**



Présence de la bande fine et intense à 1750 cm^{-1} caractéristique de la liaison $\text{C}=\text{O}_{\text{ester}}$ et de la bande intense à 1250 cm^{-1} de la liaison $\text{C}-\text{O}_{\text{ester}}$
⇒ la molécule est un ester
⇒ **éthanoate de 3-méthylbutyle**

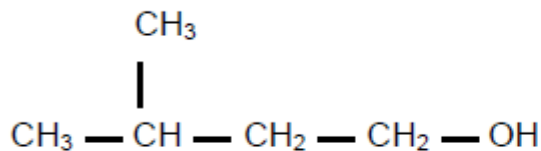


Présence de la bande large centrée vers 3050 cm^{-1} caractéristique de la liaison $\text{O}-\text{H}_{\text{acide}}$ et de la bande intense à 1710 cm^{-1} de la liaison $\text{C}-\text{O}_{\text{acide}}$
⇒ la molécule est un acide carboxylique
⇒ **molécule A**

2.

a. Le groupe caractéristique des alcools est **le groupe hydroxyle**.

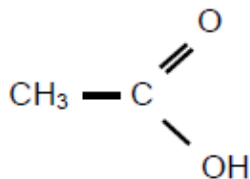
b. molécule B :



3-méthylbutan-1-ol

3.

a. Molécule A :



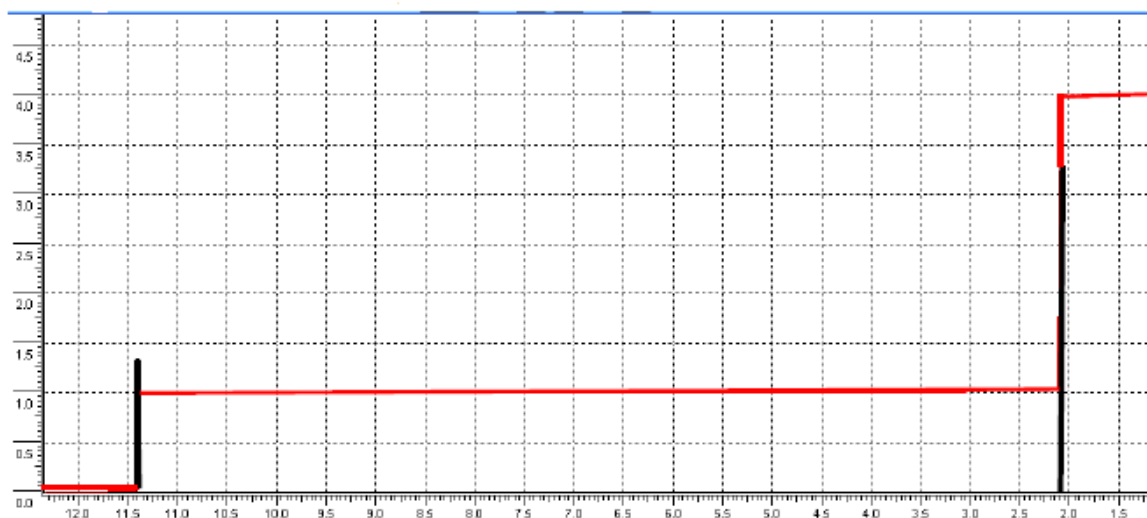
acide éthanoïque

b. L'acide éthanoïque possède 2 groupes de protons équivalents alors que le spectre RMN fait apparaître 3 signaux donc trois groupes de protons équivalents. Le spectre RMN n°2 n'est pas celui de l'acide éthanoïque.

c. La molécule d'acide éthanoïque contient deux groupes de protons équivalents donc son spectre RMN fera apparaître deux signaux :

- un premier groupe de trois protons équivalents du groupe méthyle (saut de 1,5 cm de la courbe d'intégration) n'ayant pas de proton voisin. Le signal sera donc un singulet
- un deuxième groupe composé d'un seul proton (saut de 0,5 cm sur la courbe d'intégration) n'ayant pas de voisin. Le signal sera aussi un singulet.

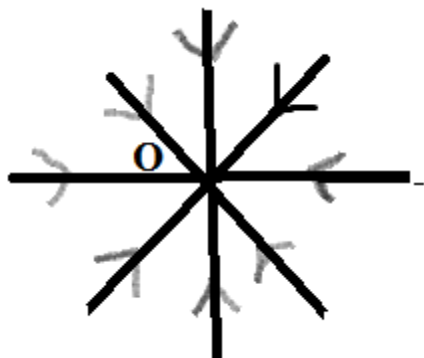
De plus, d'après les valeurs des déplacements chimiques, on sait que le signal à $\delta = 11,4$ ppm caractérise le proton de la fonction acide carboxylique et que le signal à $\delta = 2,1$ ppm correspond aux trois protons du groupe méthyle.



Exercice 3 : CHAMPS ELECTRIQUE

A. Champ électrique créé par une charge ponctuelle.

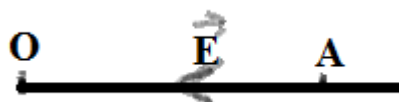
1.



2.

a. On sait que : $\vec{E}_A = k \cdot \frac{q}{(OA)^2} \vec{i}$

b. $E_A = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 3,60 \cdot 10^6 \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$



3. La charge q_A subit une force électrique de la part de q :

- Direction : OA
- Sens : de A vers O

• Valeur : $F_{q/q_A} = \frac{k \cdot q \cdot q_A}{(OA)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 10^{-6} \times 2 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 7,20 \text{N}$

B. Champ électrique uniforme.

1.

a. Le champs se déplace de la borne + à la borne -

b. $E = \frac{U_{AB}}{(AB)} = \frac{1,0 \cdot 10^3}{2,0 \cdot 10^{-2}} = 5,0 \cdot 10^4 \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

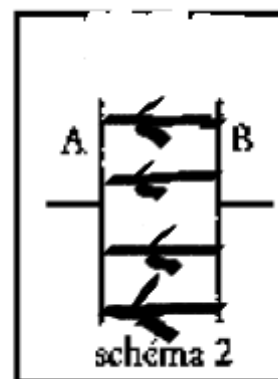
2.

a. Elle est soumis à une force électrique

$$F = |Q| \cdot E = |Q| \cdot \frac{U_{AB}}{(AB)} = 0,5 \cdot 10^{-6} \frac{1,0 \cdot 10^3}{2,0 \cdot 10^{-2}} = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{N}$$

b. Attiré par B, C va heurter cette plaque. Sa charge va devenir positive. C va être positif et repoussé par B et attiré par A.

En heurtant A C va devenir négative et repousser à nouveau et attiré par B c'est **carillon électrostatique**



C. Topologie d'un champ électrique

1. La charge q_A subit une force électrique de la part de q_O :

- Direction : OA
- Sens : de A vers O
- Valeur : $F_{q/q_A} = \frac{k \cdot q_O \cdot q_A}{(OA)^2}$

Calculons d'abord la distance OA en utilisant le triangle AHB rectangle en A.

Le théorème de Pythagore on a :

$$(AH)^2 = (AB)^2 - (HB)^2 = a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{3a^2}{4} \Leftrightarrow AH = \frac{a\sqrt{3}}{2}. \text{ On sait}$$

que dans un triangle équilatéral la distance $OA = \frac{2}{3}AH \Leftrightarrow OA = \frac{2}{3} \times \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ Dans ce cas la force électrique

$$\text{est : } F = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1,0 \cdot 10^{-9} \times 0,50 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{3})^2} = 5,40 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

2. On sait que : $\vec{F} = q_A \cdot \vec{E}_A$ donc $E_A = \frac{F_A}{q_0} = \frac{5,40 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-9}} = 5,40 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

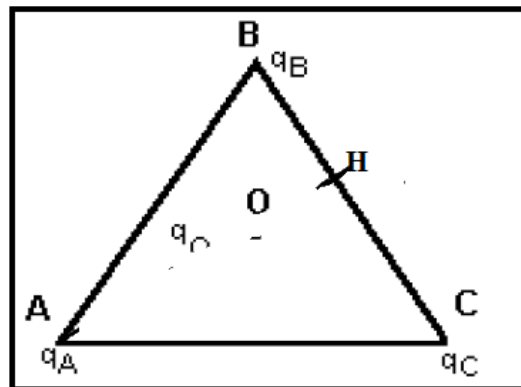
- Direction : OA
- Sens : de A vers O
- Valeur : $E_A = \frac{F_A}{q_0} = \frac{5,40 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-9}} = 5,40 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

$$3. E_B = k \cdot \frac{q_B}{(OB)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1 \cdot 10^{-6}}{\left(5 \cdot 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 10,8 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Direction : OB
- Sens : de O vers B
- Valeur : $E_B = k \cdot \frac{q_B}{(OB)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1 \cdot 10^{-6}}{\left(5 \cdot 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 10,8 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

$$4. E_C = k \cdot \frac{q_C}{(OC)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 2 \cdot 10^{-6}}{\left(5 \cdot 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 21,6 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Direction : OC
- Sens : de C vers O
- Valeur : $E_C = k \cdot \frac{q_C}{(OC)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 2 \cdot 10^{-6}}{\left(5 \cdot 10^{-2} \times \frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 21,6 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$



SUJET 11

Exercice 1 : LA CIGALE ET LA FOURMIE

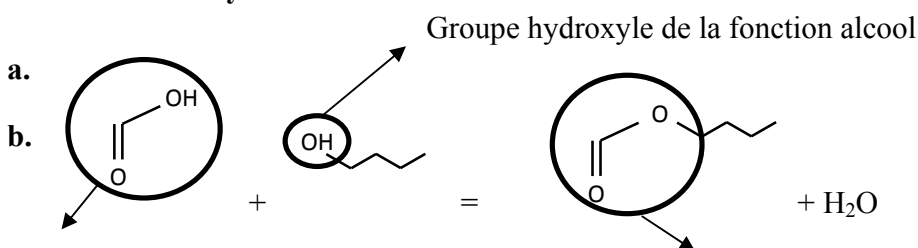
Exercice 2 : ULTRASONS, DIFFRACTION & INTERFÉRENCES

Exercice 3 : CHAMPS MAGNETIQUE

Exercice 1 : LA CIGALE ET LA FOURMIE

Partie I : D'une odeur âcre à une odeur fruitée

1. Réaction de synthèse de l'ester



Groupe carboxyle
Fonction acide carboxylique

Groupe ester
Fonction ester

- c. C'est une réaction lente et limitée
d. C'est un catalyseur il permet d'augmenter la vitesse de la réaction.

2. Optimisation du protocole de synthèse

- a. Le mélange introduit est stœchiométrique si on a introduit les mêmes quantités de matière de chacun des réactifs (les coefficients stœchiométriques étant égaux à 1). Quantité d'acide formique introduite

$$\text{initialement : } n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho_1 \cdot V_1}{M_1} \quad \text{Or } d_1 = \frac{\rho_1}{\rho_{\text{eau}}} \quad \text{alors } \rho_1 = d_1 \cdot \rho_{\text{eau}} \quad \text{donc } n_1 = \frac{d_1 \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V_1}{M_1} \quad n_1 =$$

$$\frac{1,22 \times 1,0 \times 7,5}{46,0} = \mathbf{0,20 \text{ mol}} \quad \text{Quantité de butan-1-ol introduite initialement : } n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{d_2 \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V_2}{M_2}$$

$$n_2 = \frac{0,81 \times 1,0 \times 18,0}{74,0} = \mathbf{0,20 \text{ mol}} \quad \text{Le mélange est bien stœchiométrique.}$$

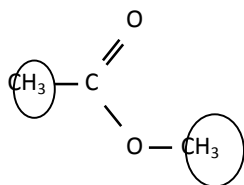
- b. Le protocole indique un bain-marie à une température de 50°C, en présence d'acide sulfurique concentré (catalyseur). On a donc un mélange stœchiométrique, avec catalyseur et un chauffage de 50°C, soit la **courbe (c)**.

- c. Le rendement de la synthèse est $\eta = \frac{m_{\text{expérimentale}}}{m_{\text{attendue}}} = \frac{n_{\text{expérimentale}}}{n_{\text{attendue}}}$ Le mélange est stœchiométrique donc on

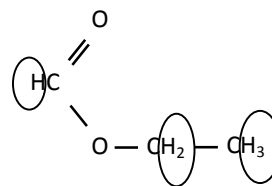
obtiendra, au maximum, $n_1 = n_2 = n$ mol d'ester. D'après la courbe (c), la quantité d'ester obtenue est de 0,13 mol. $\eta = \frac{0,13}{0,20} = 0,65 = \mathbf{65\%}$

3. Identification d'esters

a. éthanoate de méthyle :



méthanoate d'éthyle :

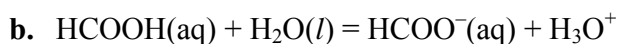


- b. Le méthanoate d'éthyle et l'éthanoate de méthyle possèdent le même groupe caractéristique ester ce qui provoquera la même bande d'absorption en spectroscopie IR, on ne pourra donc pas différencier ces deux molécules.
- c. La molécule d'éthanoate de méthyle présente deux groupes d'atomes d'hydrogène équivalents, donc son spectre présente deux signaux alors que la molécule de méthanoate d'éthyle présente trois groupes d'atomes d'hydrogène équivalents, soit trois signaux. Le spectre de **RMN 1** correspond au **méthanoate d'éthyle** et le spectre de **RMN 2** à **l'éthanoate de méthyle**.

Partie II : A propos de l'acide formique

1.

a. $n = C_0 \cdot V_0 = \frac{m}{M_{HCOOH}}$ donc $m = C_0 \cdot V_0 \cdot M$ $m = 0,01 \times 0,100 \times 46$ $m = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ g}$



c.

Équation de la réaction		$HCOOH(aq) + H_2O(l) = HCOO^-(aq) + H_3O^+$			
État du système	Avancement en mol	Quantité de matière en mol			
État initial	0	$n_0 = C_0 \cdot V_0$	Excès	0	0
État final (si la transformation était totale)	x_{max}	$C_0 \cdot V_0 - x_{max}$	Excès	x_{max}	x_{max}
État d'équilibre (transformation non totale)	$x_{éq}$	$C_0 \cdot V_0 - x_{éq}$	Excès	$x_{éq}$	$x_{éq}$

d. $\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$ Accès à x_{max} :

Si la transformation est totale alors l'acide méthanoïque est totalement consommé soit $C_0 \cdot V_0 - x_{max} = 0$

alors $x_{max} = C_0 \cdot V_0$

Accès à $x_{éq}$:

D'après l'équation de la réaction modélisant la transformation, on a $x_{éq} = n_{H_3O^+}$ donc $x_{éq} = [H_3O^+]_{éq} \cdot V_0$

$$\tau = \frac{[H_3O^+]_{éq}}{C_0}$$

e. $Q_{r, \text{éq}} = \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{éq}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{éq}}}$ D'après l'équation chimique $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = [\text{HCOO}^-]_{\text{éq}}$ D'après la conservation de la matière $[\text{HCOOH}]_{\text{éq}} = [\text{HCOOH}]_{\text{initiale}} - [\text{HCOO}^-]_{\text{éq}}$

$$[\text{HCOOH}]_{\text{éq}} = C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \text{ On obtient } Q_{r, \text{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$$

2. $\sigma = \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} + \lambda(\text{HCOO}^-) \cdot [\text{HCOO}^-]_{\text{éq}}$ $\sigma = [\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{HCOO}^-)] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$

3.

a. $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{\sigma}{\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) + \lambda(\text{HCOO}^-)}$ $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{0,050}{35,0 \cdot 10^{-3} + 5,46 \cdot 10^{-3}}$ $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 1,2 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

b. $Q_{r, \text{éq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}$ $Q_{r, \text{éq}} = 1,7 \cdot 10^{-4}$ calcul effectué avec la valeur non arrondie de

$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ K_A est très proche de $Q_{r, \text{éq}}$. En théorie $K_A = Q_{r, \text{éq}}$, mais ici le manque de précision sur la valeur mesurée de la conductivité σ peut expliquer la légère différence constatée.

Exercice 2 : ULTRASONS, DIFFRACTION & INTERFÉRENCES

A. Première partie : Célérité des Ultrasons

1. **Oui** ; une onde ultrasonore est une **onde mécanique** car elle correspond à la propagation de zones de compression-dilatation du milieu de propagation (air, liquide, etc.). Une onde ultrasonore a besoin d'un milieu matériel pour se propager contrairement à une onde électromagnétique.

2. Tracés des courbes (Voir page suivante).

3. Calcul de V_{air} : $V_{\text{air}} = \frac{L}{\tau_{\text{air}}}$ donc $L = V_{\text{air}} \cdot \tau_{\text{air}}$.

Or la courbe $L = f(\tau_{\text{air}})$ est une droite passant par l'origine donc L est proportionnelle à τ_{air} . Le coefficient directeur de la droite, qui s'exprime en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, est la célérité V_{air} cherchée.

Entre les points (0,00 m; 0,00 × 10⁻³ s) et (1,60 m; 4,60 × 10⁻³ s) on a :

$$V_{\text{air}} = \frac{1,60 - 0,00}{(4,60 - 0,00) \times 10^{-3}} = 348 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

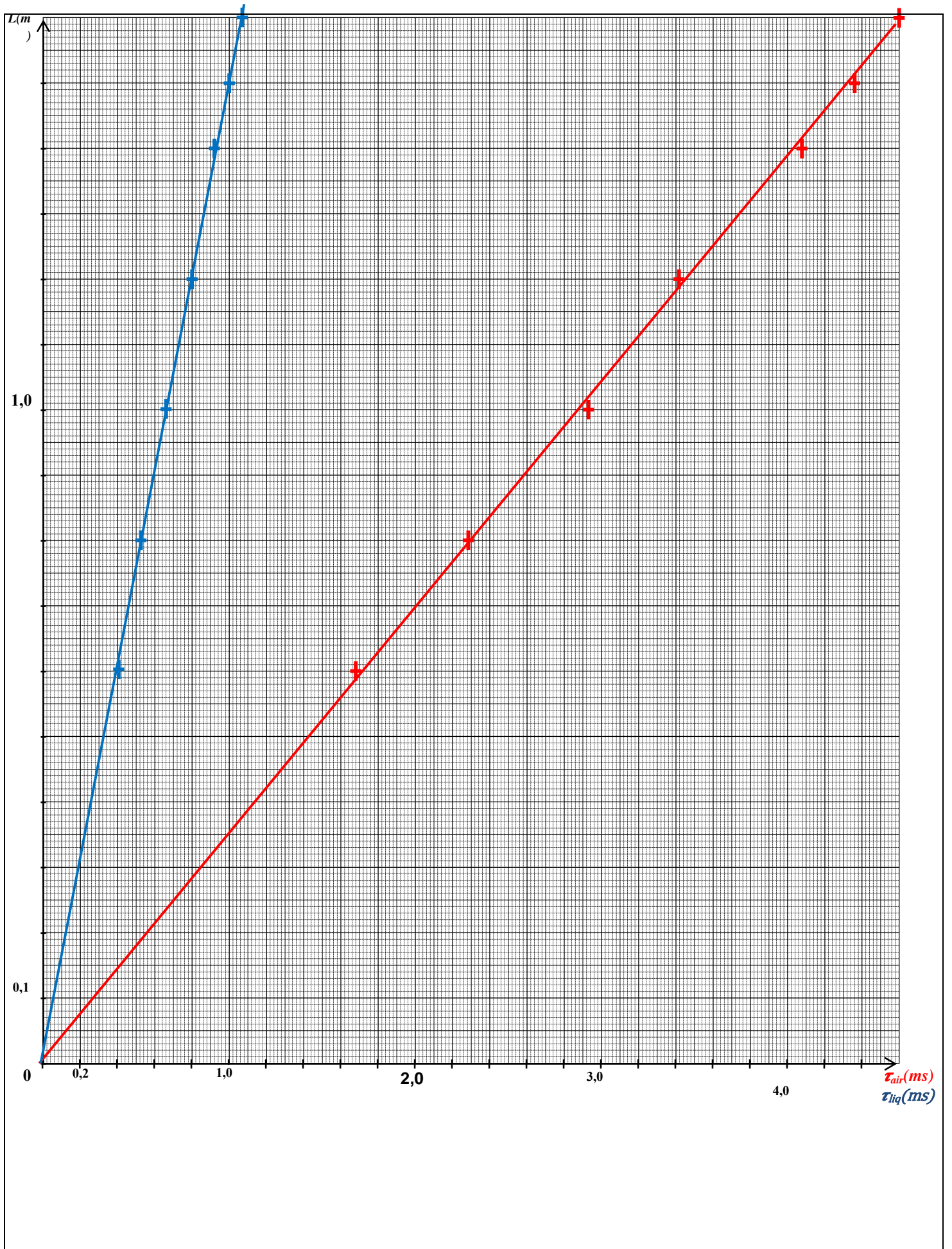
Calcul de V_{liq} : $V_{\text{liq}} = \frac{L}{\tau_{\text{liq}}}$ donc $L = V_{\text{liq}} \cdot \tau_{\text{liq}}$. La courbe $L = f(\tau_{\text{liq}})$ est aussi une droite passant par l'origine dont le

coefficient directeur, correspond à la célérité V_{liq} cherchée.

Entre les points (0,00 m; 0,00 × 10⁻³ s) et (1,60 m; 1,08 × 10⁻³ s) on a :

$$V_{\text{liq}} = \frac{1,60 - 0,00}{(1,08 - 0,00) \times 10^{-3}} = 1,48 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

$V_{\text{liq}} > V_{\text{air}}$ donc la célérité des ultrasons dans le liquide est plus grande que celle dans l'air



3- Mesure de longueurs d'onde 20min

1. Une onde mécanique **progressive** et **périodique** est une onde qui se propage **dans un seul sens** (onde progressive) et dont **la perturbation se répète identique à elle-même à intervalles de temps égaux** (ondes périodiques).

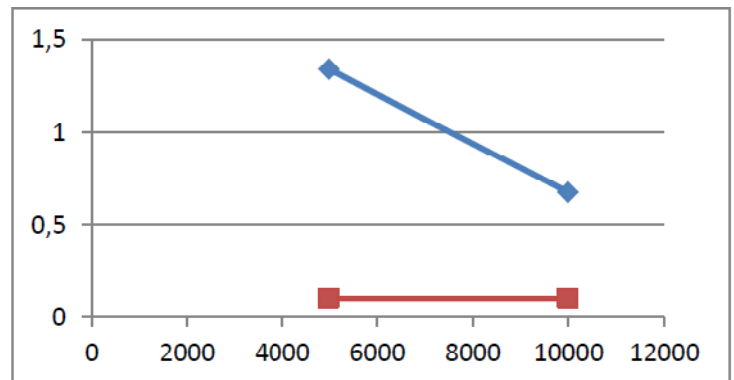
2.

a. La distance $X_1 - X_0$ correspond à **la longueur d'onde λ** .

b. $X_{10} - X_0 = 10\lambda$ donc $\lambda = \frac{X_{10} - X_0}{10}$ soit $\lambda = \frac{8,5 \times 10^{-2}}{10} = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m} = 8,5 \text{ mm}$.

4. Diffraction par une porte

1. Représentation des valeurs de x pour une distance de 2 m de la porte (1,6 ; 0,7 ; 0,45 m) L'angle donné avec l'axe des abscisses = $\alpha/2$



2.

f(Hz)	x(m)	$\tan(\alpha/2) = x/D$	α en degré	α en radian
500	? sup à 10 m			
5000	1,6	0,8	$38,7 \times 2 = 77,3$	1,34
10000	0,7	0,35	$19,3 \times 2 = 38,6$	0,67
15000	0,45	0,225	$12,7 \times 2 = 25,36$	0,44

3. On a $\alpha = \frac{2\lambda}{a} \Leftrightarrow \alpha = \frac{2.v}{f.a} \Leftrightarrow \boxed{a = \frac{2.v}{f.\alpha}}$

f	alpha	a en m
5000	1,34	0,101
10000	0,67	0,101
15000	0,44	0,103

Pour les 3 valeurs on trouve environ 0,1 m.

4- Franges de Young

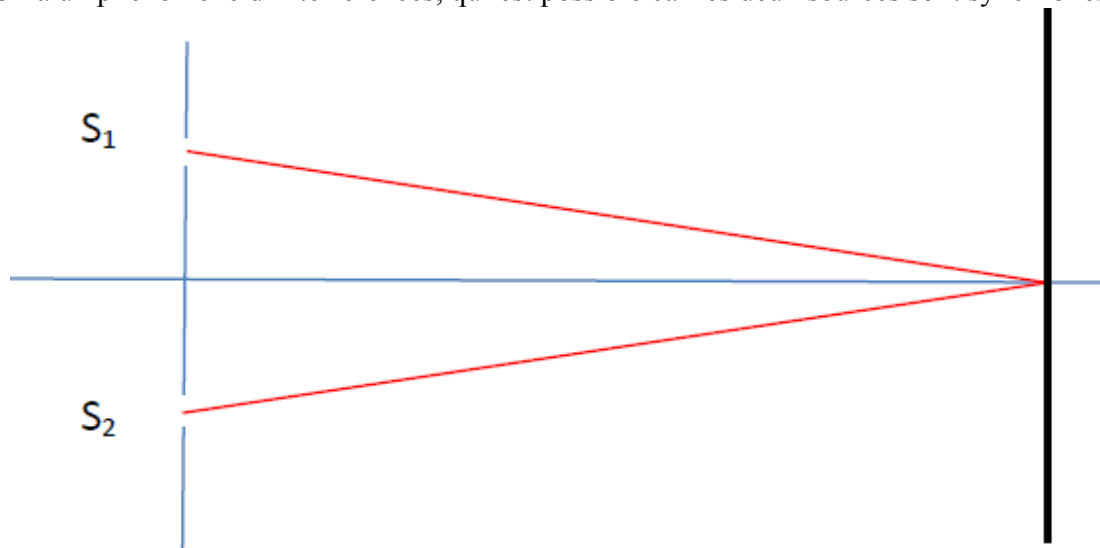
1. On assiste à un phénomène de diffraction.

$$2. \theta = \frac{\lambda}{a} \Leftrightarrow \theta = \frac{650.10^{-9}}{70.10^{-6}} = 9,3.10^{-3} \text{ rad}$$

$$3. \theta = \frac{L}{2.D} \Leftrightarrow L = \theta \times 2D \Leftrightarrow L = 9,3.10^{-3} \times 2 \times 3 = 5,6.10^{-2} \text{ m}$$

4. On a un phénomène d'interférences, qui est possible car les deux sources sont synchrones et cohérentes.

5.



6. Le phénomène est constructif au centre de l'écran car le trait est lumineux, comme les sources sont synchrones et qu'au milieu de la tache centrale la différence de marche est nulle, les deux signaux s'additionnent et l'amplitude est maximale.

7. Pour des interférences constructives $\delta = k \lambda$, ; $\delta = k \times (c \times T)$ T étant la période de vibration de l'onde associée en s pour la frange centrale $k = 0$

$$8. i = \frac{\lambda D}{b} \Leftrightarrow i = \frac{650.10^{-9} \times 3}{0,25.10^{-3}} = 7,8.10^{-3} \text{ m}$$

9. Nombres d'interférences constructives (franges brillantes) Il suffit de diviser la taille de la tache centrale de diffraction par la valeur d'une interfrange $n = \frac{L}{i} \Leftrightarrow n = \frac{5,6.10^{-2}}{7,8.10^{-3}} = 7,2$ **ce qui donne 7 franges**

brillantes.

10. Si on augmente b, l'interfrange diminue on aura plus de franges dans la tâche centrale (la taille de la tâche centrale reste la même).

11. Si on augmente a, on diminue la taille de la tâche centrale, les franges restent les mêmes, mais il risque d'y en avoir moins des tâches.

Exercice 3 : CHAMPS MAGNETIQUE

A | Bobine simple.

1. les vecteurs caractérisant les champs magnétiques qui influencent l'aiguille aimantée

2. $\tan \alpha = \frac{B}{B_h}$

3. L'allure du champs magnétique \vec{B} provoqué par autour de la bobine plate en fonction de I est une droite linéaire.

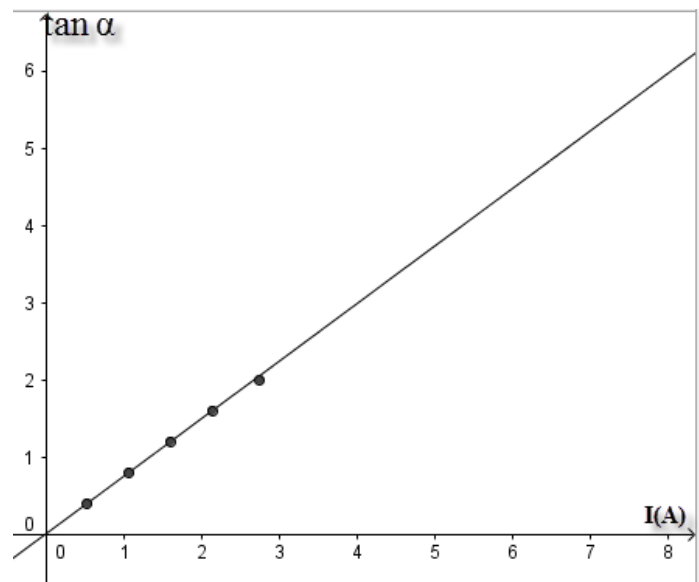
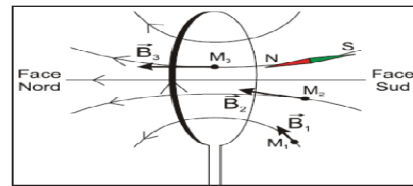
4.

a. La droite est :

b. La pente k : $k = \frac{2,14}{1,6} = 1,34 A^{-1}$

On sait que : $\tan \alpha = \frac{B}{B_h}$

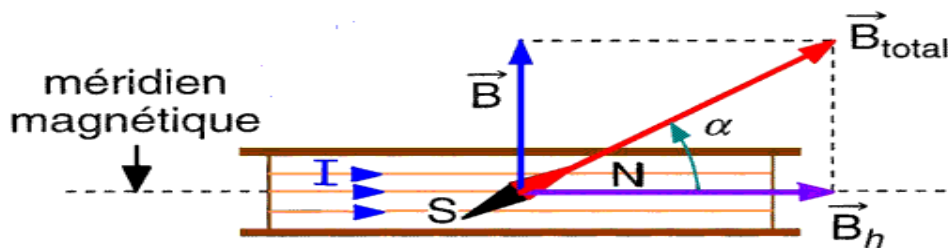
$B = k \cdot B_h \cdot I = 1,34 \times 2.10^{-5} \times I = 2,68.10^{-5} \cdot I$



B | Bobine de plate

1. Schéma vu de dessus :

L'aiguille aimantée se trouve dans un champ résultant B_{Tot} tel que celui-ci soit la somme des deux termes : champ magnétique méridien terrestre B_h - champ magnétique crée par la bobine B



avec : $\vec{B}_{Total} = \vec{B}_h + \vec{B}$

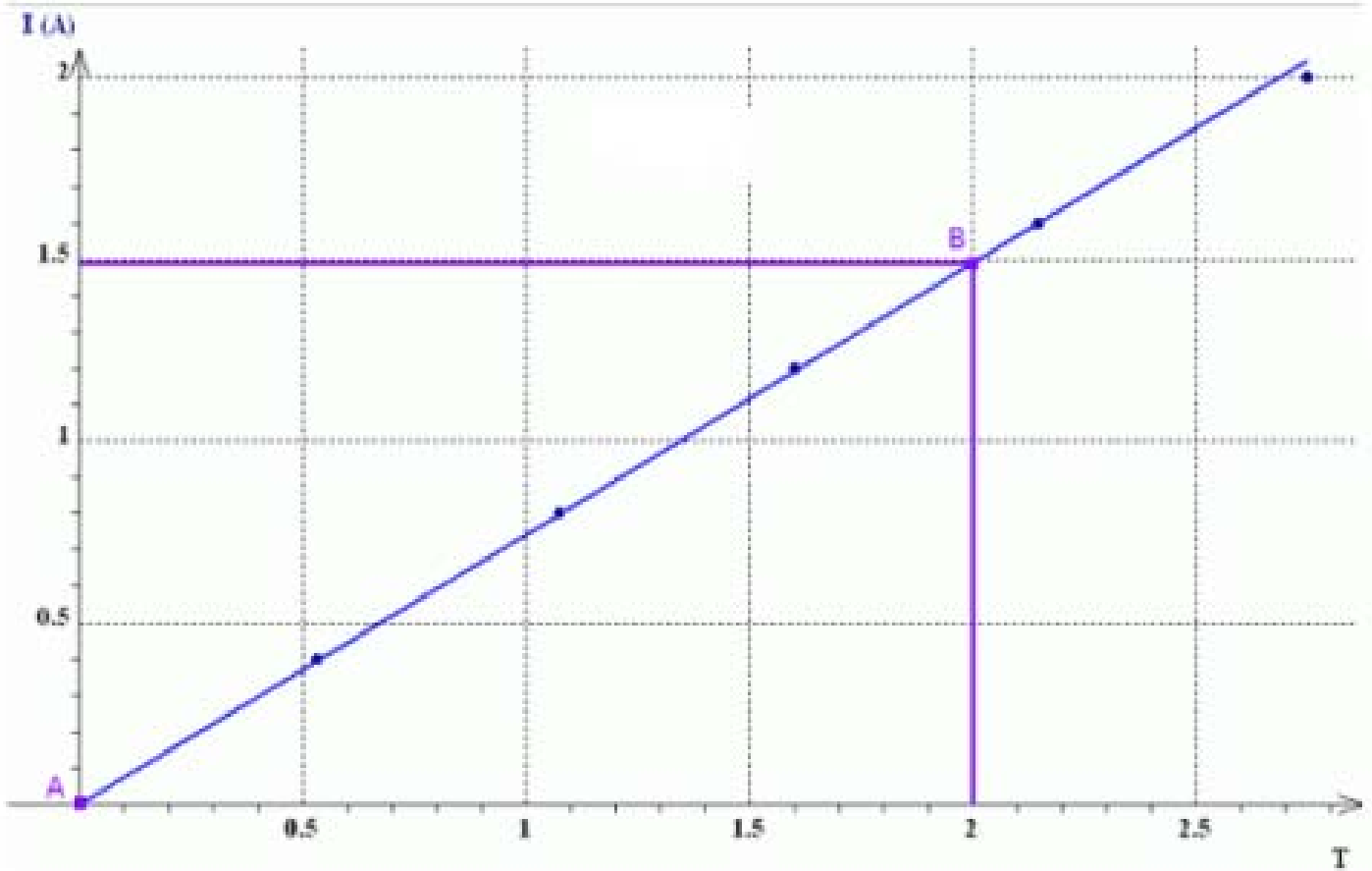
Le champ B_B crée par la bobine est orthogonal au plan de la bobine et se dessine à l'aide de la règle du bonhomme d'Ampère

2. Relation entre l'angle a, le champ B et B_h . D'après le schéma, on observe que : $\tan \alpha = B / B_h$

3. Intensité du courant I : On sait que $B = B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R}$ et $B = B_h \cdot \tan \alpha$ alors $B_h \cdot \tan \alpha = B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R}$ on isole I

et on obtient : $I = \frac{2 \cdot R \cdot B_h \cdot \tan \alpha}{\mu_0 \cdot N}$

4. On trace le graphe: $I = f(\tan \alpha)$



On a une droite linéaire donc il y'a d'après la question précédente une relation entre I et $\tan \alpha$:

$I = k \cdot \tan \alpha$ avec $k = \frac{2 \cdot R \cdot B_h}{\mu_0 \cdot N}$ AN : $k=0,75$ A déterminer graphiquement calculant maintenant la valeur de k

$k = \frac{2 \cdot R \cdot B_h}{\mu_0 \cdot N} = 0,76A$ calculant maintenant la valeur de l'incertitude relatif $r = \frac{|0,76 - 0,75|}{0,76} \times 100 = 1,3\%$

Ce pourcentage est faible ce qui permet de confirmer la relation : $I = \frac{2 \cdot R \cdot B_h \cdot \tan \alpha}{\mu_0 \cdot N}$ donc la relation

$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R}$ pour une bobine plate est vérifiée.

SUJET 12

Exercice 1 : LE VIN

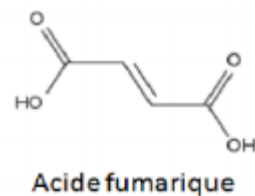
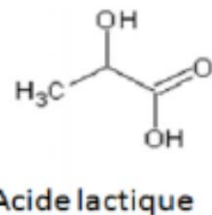
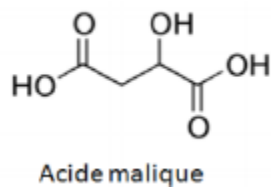
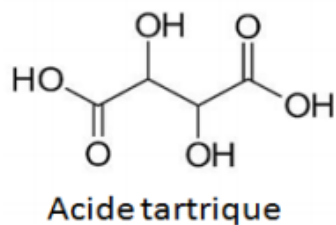
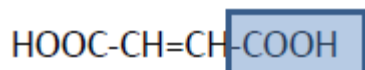
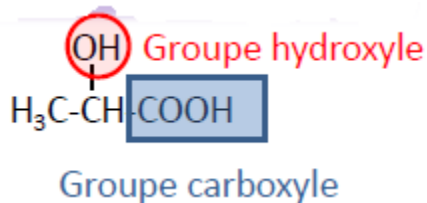
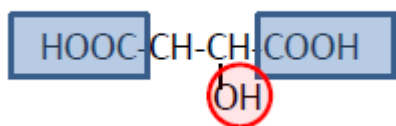
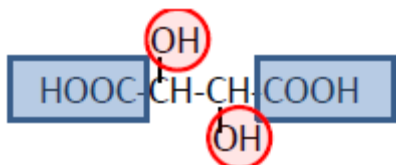
Exercice 2 : LE DIPÔLE RC

Exercice 3 : FORMULE BRUTE D'UN ACIDE GRAS

Exercice 1 : LE VIN

PARTIE A : Les acides carboxyliques du vin.

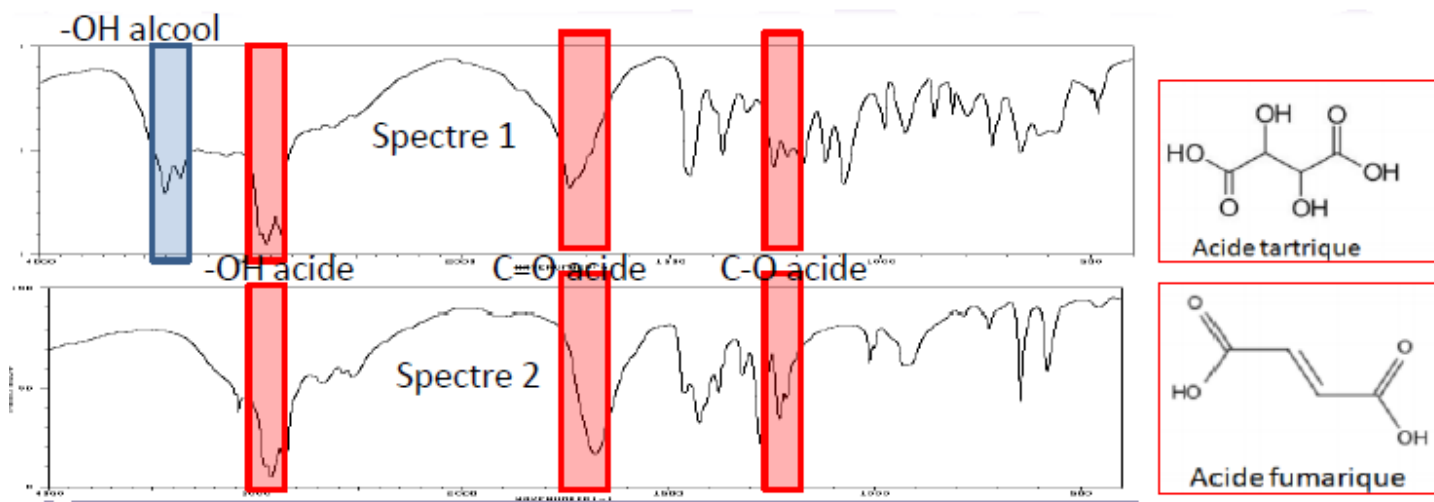
1.



2. Les formules brutes de chaque acides sont :

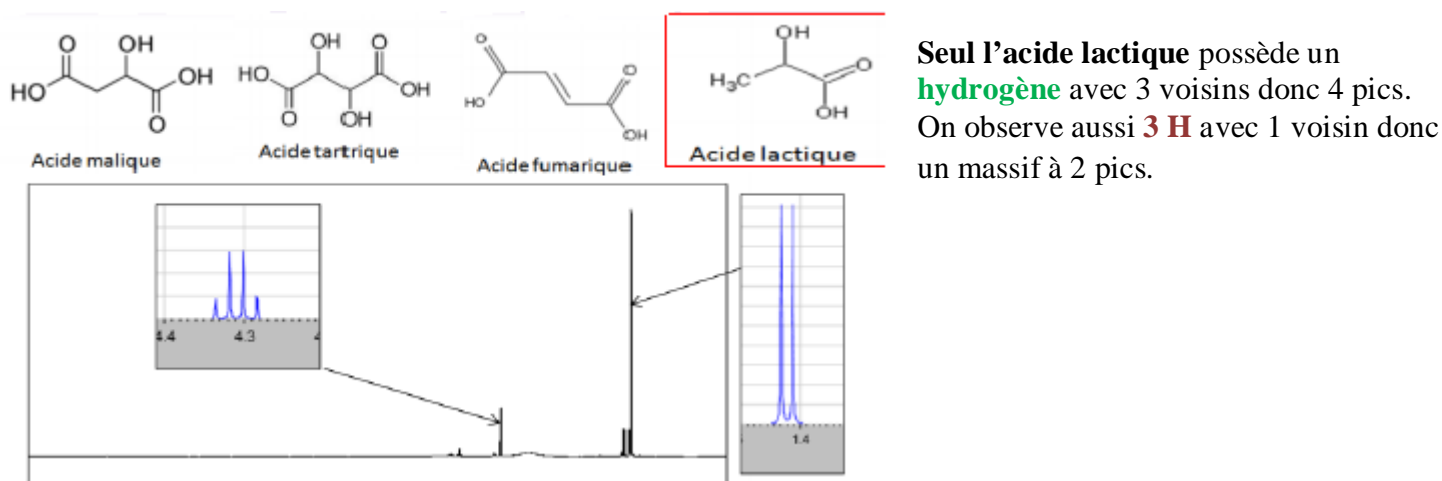
- C₄H₆O₆ : Acide tartrique.
- C₄H₅O₅ : Acide malique
- C₃H₆O₃ : Acide lactique
- C₄H₄O₄ : Acide fumarique

3.



Il suffit de remarquer que l'acide fumarique ne possède pas de groupe hydroxyle.

4.

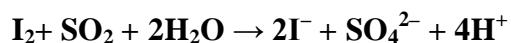
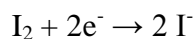


Seul l'acide lactique possède un **hydrogène** avec 3 voisins donc 4 pics. On observe aussi **3 H** avec 1 voisin donc un massif à 2 pics.

PARTIE B : L'acidité d'un VIN.

1. Dosage du dioxyde de soufre dans un vin blanc

a.



b. A l'équivalence la couleur du mélange réactionnel devient **mauve**

c. A l'équivalence : $n_{I_2} = n_{SO_2} \Leftrightarrow C_2 \cdot V_E = C_1 \cdot V_1 \Leftrightarrow C_1 = \frac{C_2 \cdot V_E}{V_1}$ AN :

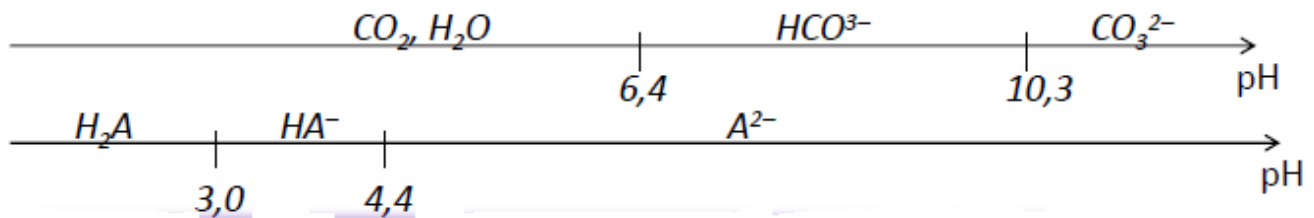
$$C_1 = \frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 6,28 \cdot 10^{-3}}{20,00 \cdot 10^{-3}} = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{dans ce cas la concentration massique } C_m :$$

$$C_{m_{exp}} = C_1 \times M(SO_2) = 3,14 \cdot 10^{-3} \times 64,1 = 0,201 \text{ g.L}^{-1} \text{ soit } C_{m_{exp}} = 201 \text{ mg.L}^{-1}$$

d. la concentration massique du vin est égale à **201 mg.L⁻¹**. Cette concentration est donc **conforme à la réglementation européenne**.

2- Acidité totale d'un vin

a.



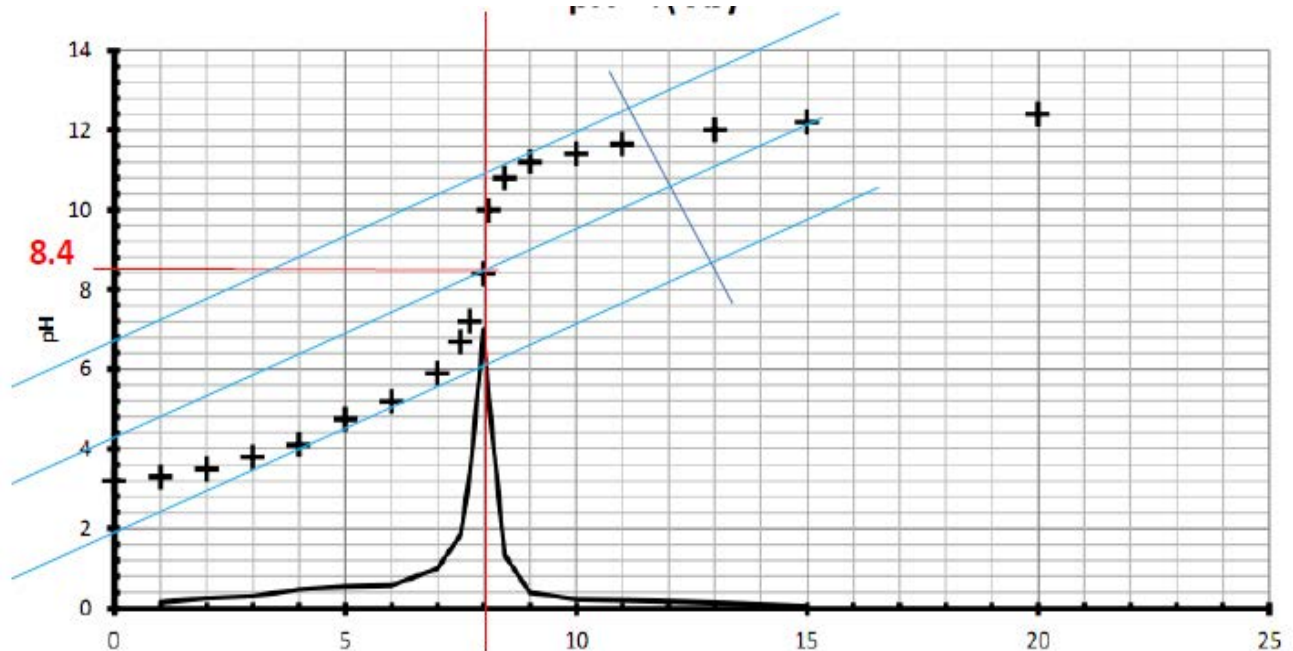
b. Un acide est une espèce chimique de céder 1 ou plusieurs protons H^+

c. $AH_2 + OH^- \rightarrow AH^- + H_2O$ Puis : $AH^- + OH^- \rightarrow A^{2-} + H_2O$ **Bilan:** $AH_2 + 2OH^- \rightarrow A^{2-} + 2H_2O$

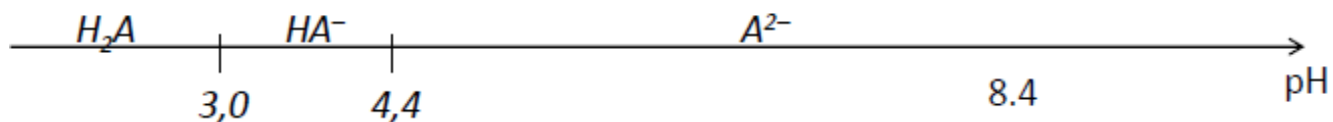
d. La soude est une base forte donc : $pH = 14 + \text{Log}C_b \Leftrightarrow pH = 14 + \text{Log}(0,050) = 12,7$

e. Le dégazage permet d'éliminer le dioxyde de soufre et surtout le dioxyde de carbone dissous dans le vin (gaz qui participent à son acidité) afin de ne tenir compte que de l'acidité due essentiellement à l'acide tartrique.

f.

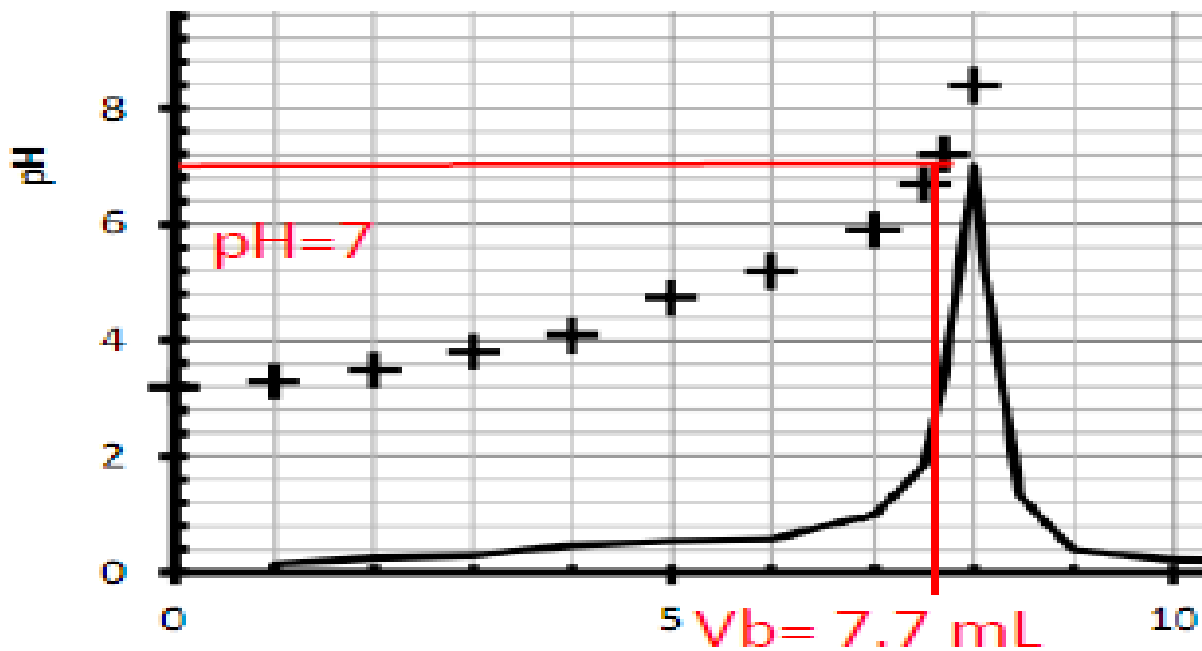


Par la méthode des tangentes ou à l'aide de la courbe dérivée, on détermine l'équivalence. $pH_E = 8.4$



L'espèce prédominante est donc A^{2-}

g.



D'après le tableau d'avancement on a : $\frac{C_b \cdot V_b}{2} = C_a \cdot V_a \Leftrightarrow C_a = \frac{C_b \cdot V_b}{2 \cdot V_a}$ AN :

$$C_a = \frac{0,050 \times 7,7}{2 \times 20} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

Dans ce cas la concentration massique C_m ou l'acidité totale du vin est :

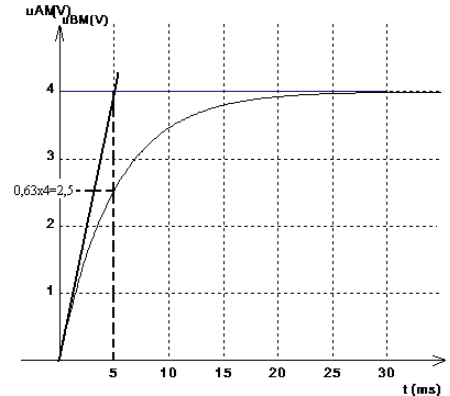
$$C_{m_{exp}} = C_a \times M(\text{acide}) = 9,6 \cdot 10^{-3} \times 150 = 1,44 \text{ g} \cdot L^{-1}$$

Exercice 2 : LE DIPÔLE RC

1.

1.1. $u_{BM}=4V$ car quand l'interrupteur est en position 1 : $u_{BM}=u_g=E$ $u_{AM}=u_C$ est la courbe croissante car on assiste à la « charge » du condensateur « charge ».

1.2. Soit par méthode des « 63% » : Par définition $u_{AM}(\tau) = 0,63.u_{AM,max} = 0,63 \times 4,0 = 2,5V$ donc $\tau \approx 5,0ms(2CS)$ (lecture graphique) Soit par la méthode de la tangente à l'origine : or $\tau = RC$ donc $C = \frac{\tau}{R} = \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^3} = 1,0 \cdot 10^{-7} F(2CS)$



1.3.

• A $t = 30ms$: $u_R = R.i = u_{BM} - u_{AM} = 4 - 4 = 0V$ donc $i = 0 A$ ou

à $t = 30ms$, la tangente à la courbe u_{AM} est horizontale donc $\frac{du_{AM}}{dt} = 0 = \frac{i}{C}$

• $q_A = +q = C.u_{AM} = 1,0 \cdot 10^{-7} \times 4,0 = 4,0 \cdot 10^{-7} C(2CS)$

• $E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (u_{AM})^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10^{-7} \cdot 4,0^2 = 8,0 \cdot 10^{-7} J(2CS)$

1.4. $u_{AM} \approx u_{AM,max}$ pour $t \approx 25ms$ soit $\approx 5 \times \tau$

1.5. Pour décharger rapidement un condensateur il suffit de le « court-circuiter »

1.6. 1=a ; 2=d ; 3=c ; 4=b car comme $u_{AM,max} = E$ alors les courbes 1 et 2 (resp. 3 et 4) correspondent aux cas a et d (resp. b et c) Or $\tau_a = RC = 2,2ms$; $\tau_b = 4,4ms$; $\tau_c = 2,2ms$; $\tau_d = 4,7ms$

2.

2.1. $i = \frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{du_{AM}}{dt}$

2.2. D'après la loi de maille : $u_{AM} + u_R = 0$ Or $u_R = R.i$ Donc $u_{AM} + Ri = 0$ soit $u_{AM} + RC \cdot \frac{du_{AM}}{dt} = 0$ soit

$$\frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_{AM} = 0$$

2.3. D'après $\frac{[du_{AM}]}{[dt]} + \frac{1}{[RC]} \cdot [u_{AM}] = \text{sans unité}$, donc $[RC] = \frac{[dt] \times [u_{AM}]}{[du_{AM}]} = \frac{s \times V}{V} = s$

2.4. Si $u_{AM} = A \cdot e^{-B \cdot t}$ (*) alors $\frac{du_{AM}}{dt} = \frac{d(A \cdot e^{-B \cdot t})}{dt} = A \cdot (-B) \cdot e^{-B \cdot t} = -AB \cdot e^{-B \cdot t}$

Donc $\frac{du_{AM}}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_{AM} = 0$ (***) s'écrit $-AB \cdot e^{-B \cdot t} + \frac{1}{RC} \cdot A \cdot e^{-B \cdot t} = 0$

Conclusion (*) est solution de (***) si et seulement si $-B + \frac{1}{RC} = 0$ soit $B = \frac{1}{RC}$

Or à $t=0$, $u_{AM}=E$, donc $u_{AM}(0) = E = A \cdot e^{-B \cdot 0} = A$ donc $A=E$

$$2.5. \quad E_c = \frac{1}{2} C \cdot (u_{AM})^2$$

$$2.6. \quad E_c = \frac{1}{2} C \cdot (u_{AM})^2 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot A^2 \cdot e^{-2Bt} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot e^{-2t/RC} \quad \text{donc} \quad E_{c0} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \quad \text{donc} \quad \frac{E_c}{E_{c0}} = e^{-2t/RC} = e^{-2i/RC} \quad \text{soit à}$$

$$t = \tau = RC : \quad \left(\frac{E_c}{E_{c0}} \right)_t = e^{-2RC/RC} = e^{-2} \approx 0,135$$

2.7.

2.7.1. D'après $E_c = \frac{1}{2} C \cdot (u_{AM})^2$ le graphique $E_C = f(u_{AM}^2)$ est une droite passant par l'origine de coefficient directeur $0,5 \cdot C$

2.7.2. Or le coefficient directeur de la droite de la fig.3 vaut $k = \frac{700 \cdot 10^{-9}}{14} = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ J} \cdot \text{V}^{-2}$
donc $C = 2 \times 5,0 \cdot 10^{-8} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ F}$ identique à la valeur obtenue à la question 1.2.

Exercice 3 : FORMULE BRUTE D'UN ACIDE GRAS

1. Exploitation du titrage du diiode par la solution de thiosulfate de sodium

- Il s'agit d'un **titrage indirect** puisqu'on dose la quantité de chlorure d'iode qui n'a pas réagi selon la réaction (1).
- Une pipette jaugée pour prélever les **10,0 mL** de chlorure d'iode car on a besoin de connaître précisément la quantité introduite. Une éprouvette graduée pour prélever 250 mL de cyclohexane.

c. A l'équivalence : $n_{I_2} = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2} = \frac{C_0 \cdot V_E}{2} = \frac{0,10 \times 7,6 \cdot 10^{-3}}{2} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

d. D'après l'équation (2) : $n_{I_2} = n_{(ICl)_{excès}} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

e. $n_{(ICl)_0} = C_{ICl} \times V_{ICl} = 0,11 \times 10,0 \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

f. On sait que d'après le tableau d'avancement on a : $n_{(ICl)_0} = n_{(ICl)_f} + n_{(ICl)_{excès}}$ d'où

$$n_{(ICl)_f} = n_{(ICl)_0} - n_{(ICl)_{excès}} = 1,1 \cdot 10^{-3} - 3,8 \cdot 10^{-4} = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

2. Détermination de la formule brute de l'acide oléique

a. $n_{\text{acide.oléique}} = \frac{m}{M_{\text{acide.oléique}}} = \frac{0,20}{282} = 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

b. D'après l'équation (1), une molécule de ICl s'additionne sur une double liaison. Or $n_{\text{acide oléique}} \approx n_{(ICl)_f}$ donc chaque molécule comporte une double liaison.

c. La formule brute de l'acide oléique est de la forme $C_n H_{2n-1} COOH$ car c'est un acide gras insaturé comportant une double liaison. D'où $12n + (2n-1) \times 1 + 12 + 2 \times 16 + 1 = 282$ $14n + 44 = 282$ $n = 17$.
La formule brute est **$C_{17}H_{33}COOH$** .

SUJET 13

Exercice 1 : RL-RLC

Exercice 2 : ÉTUDE DE L'ACIDE VALÉRIQUE ET DE CERTAINS DE SES DERIVÉS

Exercice 3 : LE LACTATE D'ÉTHYLE, UN SOLVANT ORGANIQUE ÉCOLOGIQUE

Exercice 1 : RL-RLC

A. Détermination graphique de la valeur de cette constante de temps

1. Etude du régime permanent :

a. D'après ce document $I_p = 0,20$ A (l'intensité du courant ne varie plus).

b. La loi d'additivité des tensions conduit à : $u_G = u_B + u_{R1}$ En régime permanent :

$$E = r_B I_p + R_1 I_p = (r_B + R_1) I_p = R I_p = E \Leftrightarrow \boxed{R = \frac{E}{I_p}} \quad \text{AN : } \boxed{R = \frac{10}{0,20} = 50\Omega}$$

2. On admet que l'évolution temporelle de l'intensité est modélisée par $i(t) = I_p (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

a. A partir du document 1, on lit $\tau = 17$ ms

b. On peut aussi l'écrire : $\frac{E}{R} = i + \frac{L}{R} \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \frac{L}{R} = \frac{\frac{E}{R} - i}{\frac{di}{dt}} \Leftrightarrow \frac{[L]}{[R]} = \frac{[A]}{\frac{[A]}{[T]}}$ donc : $\frac{[L]}{[R]} = \frac{[T]}{[A]} \times [A] = [T]$

c. $\tau = \frac{L}{R} \Leftrightarrow L = \tau \cdot R$ AN : $L = 17 \cdot 10^{-3} \times 50 = 0,85$ H

B. Détermination expérimentale de R_1 et r_B

1. La tension visualisée sur la voie I est u_G . La tension visualisée sur la voie II est u_{R1} .

2. A partir du document 3 on mesure, en régime permanent : $u_{R1} = R_1 \cdot I_p \Leftrightarrow R_1 = \frac{u_{R1}}{I_p}$ AN : $R_1 = \frac{8,0}{0,20} = 40\Omega$

on sait que : $R = R_1 + r_B \Leftrightarrow r_B = R - R_1 = 50 - 40 = 10\Omega$

C. Transferts d'énergie

1. La diode empêche le condensateur de se charger.

2. On utilise : $u_G = u_B + u_K$ et $u_B = u_C - u_D$ En régime permanent :

$$u_B = E = 10V; u_C = 0V; u_D = -10V, u_K = 0V$$

3. L'énergie emmagasinée en régime permanent dans la bobine est : $E_{mag} = \frac{1}{2} L \cdot I_p^2$ avec

$$I_p = \frac{E}{r_B} = \frac{10}{10} = 1,0A \text{ donc : } E_{mag} = \frac{1}{2} \times 1,0 \times (1)^2 = 0,50J$$

4. On ouvre K et l'énergie est intégralement transférée dans le condensateur. L'énergie emmagasinée dans le condensateur en régime permanent est : $E_{elec} = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2 = 0,5J$

$$|u_c| = \sqrt{\frac{2.E_{elec}}{C}} \Leftrightarrow u_c = -\sqrt{\frac{2.E_{elec}}{C}} = -\sqrt{\frac{2 \times 0,50}{4,7.10^{-3}}} = -14,6V \text{ (compte tenu du sens du courant)}$$

Le courant ne peut circuler dans l'autre sens pour décharger le condensateur.

5. Alors $u_B = 0$ (le courant ne passe pas) ; $u_C = -14,6V$; $u_D = -14,6V$.
6. Le condensateur reçoit à chaque fois de l'énergie. De plus il ne peut pas se décharger. La tension aux bornes du condensateur augmente à chaque fois de **14,6V en valeur absolue**.

D. Étude du circuit oscillant.

1. Y1 visualise u_{BM} Y2 visualise $u = u_C$
2. De la voie on peut déduire i car $u_{BM} = -u_R = -R.i$
3. Sur chaque relevé, la tension $u(t)$ correspond à la courbe dont **l'ordonnée à l'origine est 4,5**. l'autre courbe (**partant de 0 est le courant**). Car, on sait que la tension aux bornes d'un condensateur est nécessairement continue. Comme en fin de charge on a $u=4,5V$, on a au début des oscillations $u=4,5V$
4. $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$
5. Montrons donc que T_0^2 a pour dimension un temps au carré, c'est à dire que le produit LC a pour dimension un temps au carré, on peut déduire De $q=Cu$, $i = \frac{dq}{dt}$ donc $i = C \frac{du}{dt}$ donc $[A] = [F] \frac{[V]}{[s]}$ donc $[F] = \frac{[A][s]}{[V]}$ De $u_L = L \frac{di}{dt}$ donc $[H] = \frac{[V][s]}{[A]}$ Donc $[F][H] = [s][s] = [s]^2$ donc T_0 a donc bien pour dimension le temps..
6. $T_A = 12,3 \text{ ms}$ $T_B = 12,3 \text{ ms}$ $T_C = 5 \text{ ms}$
7. **A-1, B-3, C-2**. Car Si on calcule la valeur théorique de la pseudo période pour les trois expériences on trouve: $T_1 = T_3 = 13 \text{ ms}$ (2CS) et $T_2 = 5,6 \text{ ms}$ (2CS). On peut en déduire que l'expérience 2 correspond au relevé C. Comme de plus, le relevé A est plus amorti que le relevé B, on peut en déduire que l'expérience 1 correspond au relevé A.
8. $E_c = \frac{1}{2} C.u^2$ et $E_L = \frac{1}{2} L.i^2$
9. Relevé A = E1 L=1,0H et C=4,0.10⁻⁶ F

À t=0 : $u=4,5V$ et $i=0A$ donc $E_c = 4,05.10^{-5} = 4,1.10^{-5} \text{ J}$ $E_L = 0$

À t=10ms : $u=1,0V$ et $i=4,8 \text{ mA}$ donc $E_c = 2,0.10^{-6} \text{ J}$ $E_L = 1,152.10^{-5} = 1,15.10^{-5} \text{ J}$

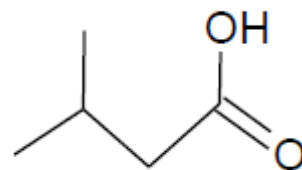
Donc L'énergie perdue entre ces 2 instants est : $(4,1.10^{-5}) - (2,0.10^{-6} + 1,15.10^{-5}) = 2,8.10^{-5} \text{ J}$

Cette énergie est dissipée sous forme de chaleur par la résistance (effet Joule)

Exercice 2 : ÉTUDE DE L'ACIDE VALÉRIQUE ET DE CERTAINS DE SES DERIVES

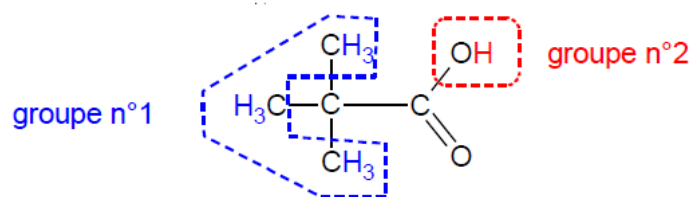
A- L'acide valérique et quelques isomères

1. Formule topologique de l'acide isovalérique
2. acide isovalérique = **acide 3-méthylbutanoïque** acide valérique = **acide pentanoïque**
3. Les acides valérique, valérique " actif ", isovalérique et pivalique ont la **même formule brute** : $C_5H_{10}O_2$ et des enchainements d'atomes différents. Ce sont donc **des isomères**.



4.

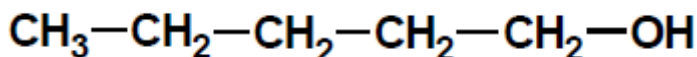
- 4.1. Le spectre de RMN comporte **deux signaux**. La molécule correspondante comporte donc **deux groupes de H équivalents**. La seule molécule pouvant convenir est l'**acide pivalique** qui comporte deux groupes de protons équivalents. De plus, ces deux signaux sont des **singulets**, les protons équivalents de chaque groupe n'ont donc **pas de protons voisins**. Cela correspond bien à l'**acide pivalique** dans lequel les H équivalents n'ont pas de voisins.



- 4.2. L'un des groupes de H équivalents (n°1 sur la figure ci-dessus) comporte 9 H alors que l'autre groupe de H équivalents (n°2 sur la figure ci-dessus) en comporte 1. La courbe d'intégration du signal correspondant aux H équivalents du groupe n°1 présentera donc un **saut 9 fois plus grand** que le saut correspondant à l'intégration du groupe n°2.

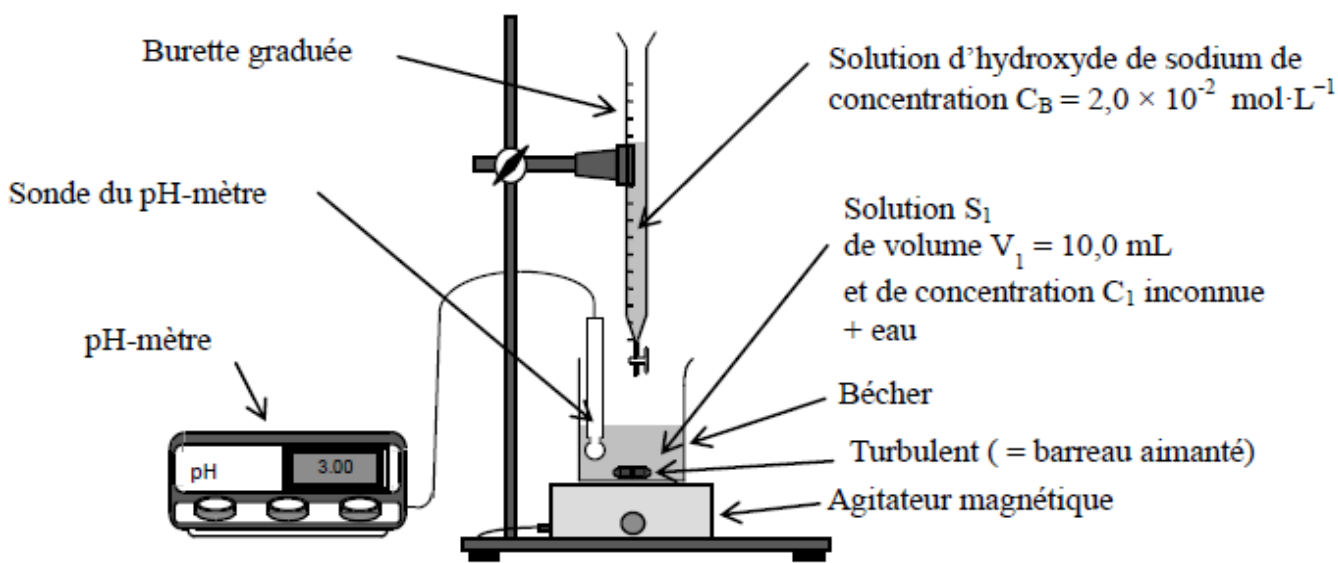
B- Synthèse de l'acide valérique

D'après le document 2, l'oxydation ménagée d'un alcool primaire conduit à un acide carboxylique sans modification de la chaîne carbonée. L'acide valérique est donc produit par oxydation ménagée du **pentan-1-ol** de formule semi-développée :

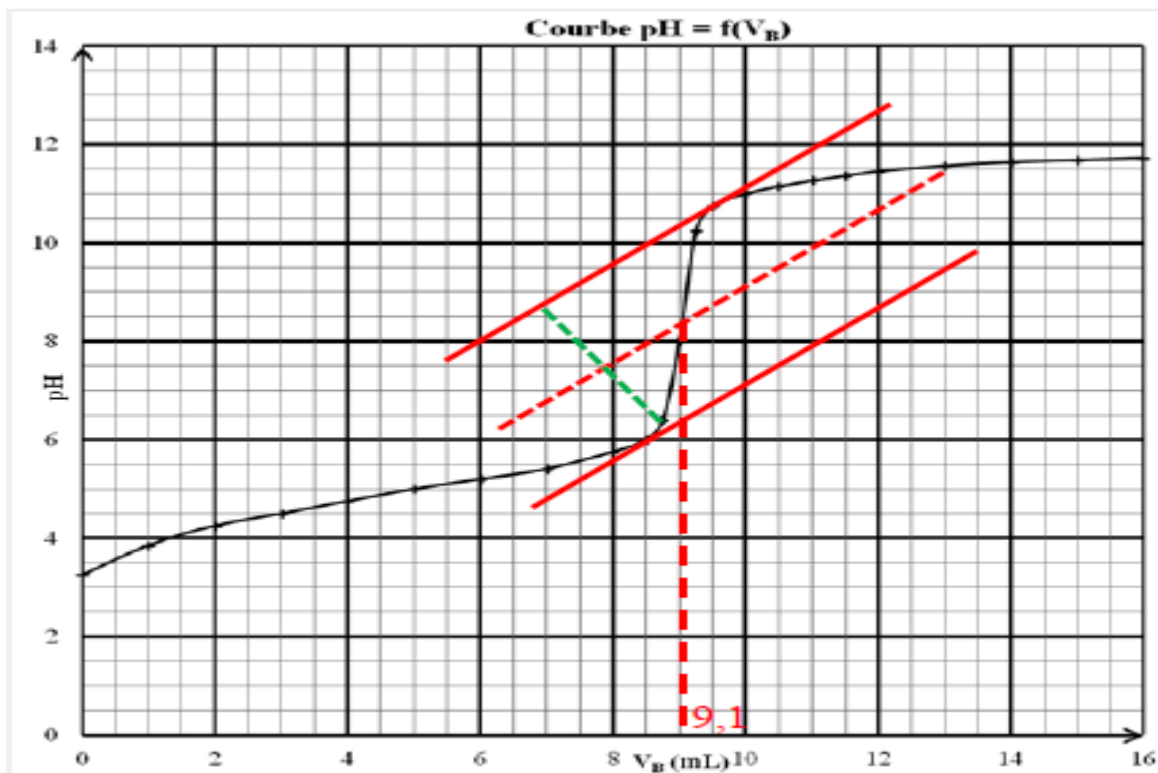


C- Étude d'une solution aqueuse d'acide valérique

1. Schéma légendé du montage :



2. L'équation de la réaction est : $\text{HA}_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{A}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}(l)$
3. L'équivalence correspond à l'introduction des réactifs dans les proportions stoechiométriques.
4. La méthode des tangentes conduit à $V_{eq} = 9,1 \text{ mL}$.



5. À l'équivalence on a : $\frac{n_{AH}i}{1} = \frac{n_{OH^-}i}{1}$ On en déduit : $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ Et finalement :

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1} \Leftrightarrow C_1 = \frac{2,0 \cdot 10^{-2} \times 9,1 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

6. Lors de la dilution de la solution S0 pour fabriquer la solution S1 un volume de solution mère de 5,0 mL a été utilisé et le volume de la solution fille était de 100,0 mL. Le facteur de dilution correspondant est:

$$\frac{100,0}{5,0} = 20 \text{ La solution } S_0 \text{ est donc } \mathbf{20 \text{ fois}} \text{ plus concentrée que la solution } S_1 :$$

$$C_0 = 20 \times C_1 = 20 \times 1,8 \cdot 10^{-2} = 3,6 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

7. Constante d'acidité : $K_A = \frac{[A^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[AH]_{\acute{e}q}}$

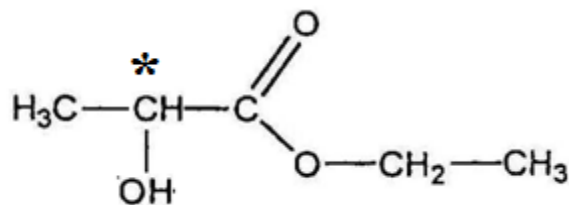
8. D'après le document 3 on sait que quand on a : $V_B = V_{\acute{e}q}/2$ alors $[HA] = [A^-]$. L'expression précédente se simplifie alors en $K_A = [H_3O^+]_{\acute{e}q}$ En passant à l'opposé du log, il vient alors : $\mathbf{pH = pK_A}$.

9. Une lecture graphique montre que quand $V_B = \frac{V_{\acute{e}q}}{2} = \frac{9,1}{2} = 4,55 \text{ mL}$ on a $\mathbf{pH \approx 4,8}$. On en déduit $\mathbf{pK_A \approx 4,8}$.

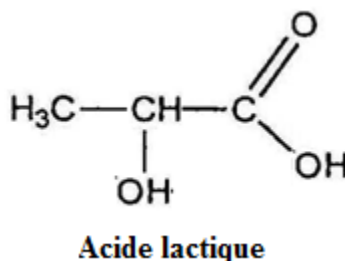
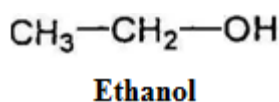
Exercice 3 : LE LACTATE D'ETHYLE, UN SOLVANT ORGANIQUE ECOLOGIQUE

I. À propos du lactate d'éthyle

1. La pollution de l'air peut provoquer un effet de serre.
2. La température d'ébullition du lactate d'éthyle est très élevée : **154 °C**
3. Dans la formule, il y a la présence du groupe hydroxyle OH et le groupe ester COO
- 4.



5. Une molécule est dite **chirale** si elle **n'est pas superposable** à son image dans un miroir plan. Le lactate d'éthyle est une molécule chirale car il y a la **présence d'un carbone asymétrique**
- 6.



II. Synthèse du lactate d'éthyle

1. Un chauffage à reflux permet de chauffer un mélange réactionnel sans perte des composés chimiques contenus dans le ballon
2. $n = n(A)_i = \frac{\rho_A V_A}{M_A} = \frac{32,6 \times 1,24}{90} = \mathbf{0,45 \text{ mol}}$; $n = n(B)_i = \frac{\rho_B V_B}{M_B} = \frac{26,2 \times 0,789}{46} = \mathbf{0,45 \text{ mol}}$. **C'est un mélange équimolaire.**
3. La vitesse de réaction diminue au cours du temps car la concentration des réactifs diminuent.
4. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale x_f . $t_{1/2} = \mathbf{14 \text{ min}}$.
5. Selon l'allure de la courbe 1, l'avancement x atteint sa valeur finale x_{f1} au bout d'une heure, ceci montre que cette réaction est lente. **On constate également x_f est différent de x_{\max} , donc cette réaction n'est pas totale.**
6.
 - a. $x_f = 0,3 \text{ mol}$ d'après la courbe 1 et $n(E)_f = x_f \cdot x_{\max} = 0,45 \text{ mol}$ d'après la réponse à la question 2.2 et $n(E)_t = x_{\max}$ Rendement $r = \frac{n(\text{ester})_f}{n(\text{ester})_t} = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{0,3}{0,45} = 0,67 = 67 \%$.
 - b. **Constante d'équilibre $K = \frac{n(\text{ester})_f n(\text{eau})_f}{n(\text{acide}) n(\text{alcool})} = \frac{0,3^2}{0,15^2} = 4$**

Pour un bain de température de 15 °C, l'espèce qui peut se solidifier est l'**acide lactique** car c'est la seule espèce dont la **température de fusion est supérieure à 15 °C**.

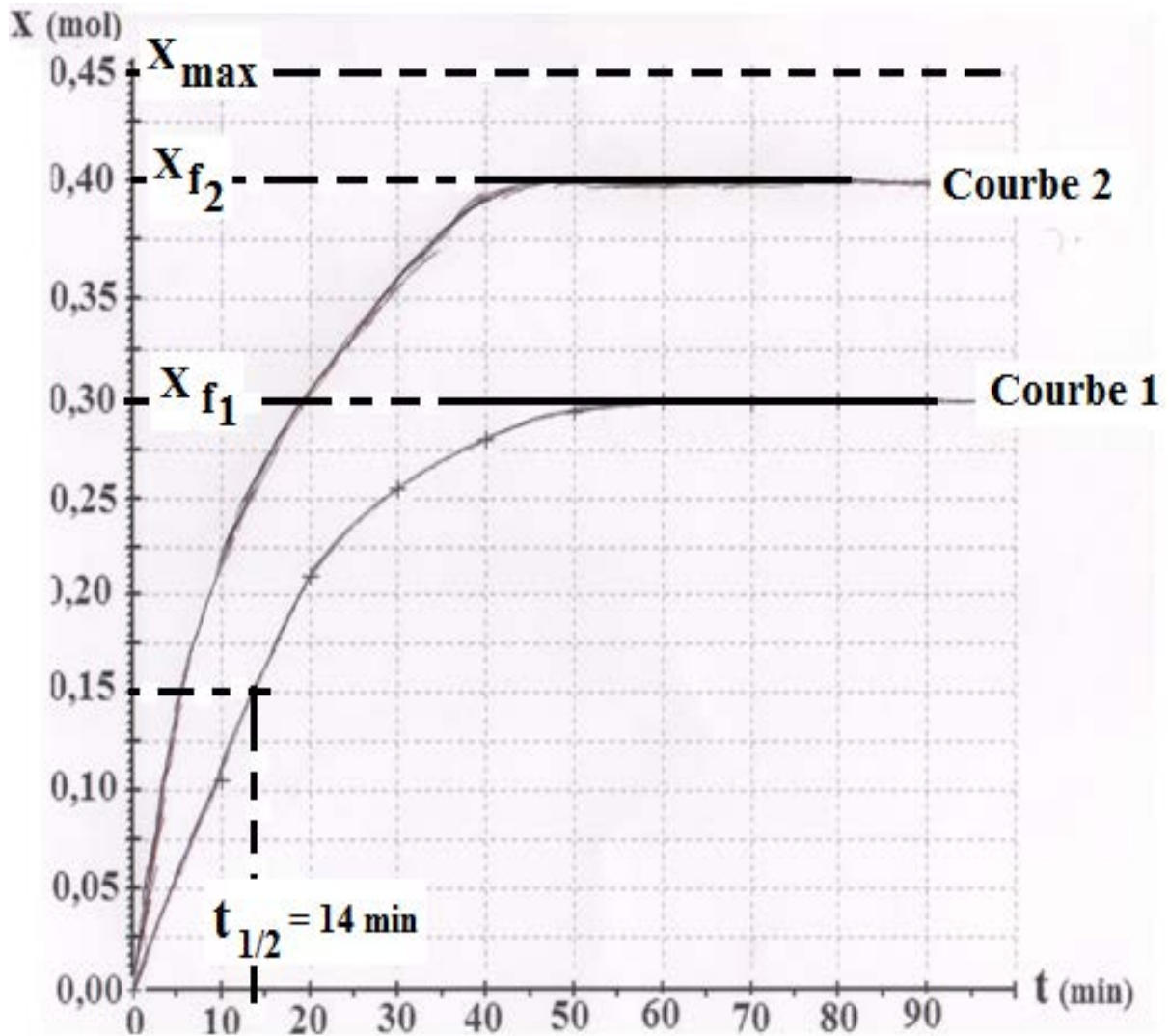
7.
$$n(A)_f = \frac{m_A}{M_A} = \frac{13,5}{90} = 0,15 \text{ mol. Or } n(E)_f = x_f = n(A)_I - n(A)_f = 0,30 \text{ mol. } r =$$

8.
$$\frac{n(ester)_f}{n(ester)_t} = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,3}{0,45} = 0,67 = 67 \%$$

Le rendement de la synthèse n°2 est meilleur que celui de la synthèse n°1 car dans ce nouveau mélange,

9. le réactif A est en excès par rapport au réactif B.

10.



SUJET 14

Exercice 1 : SATELLITES DE TELEDETECTION PASSIVE

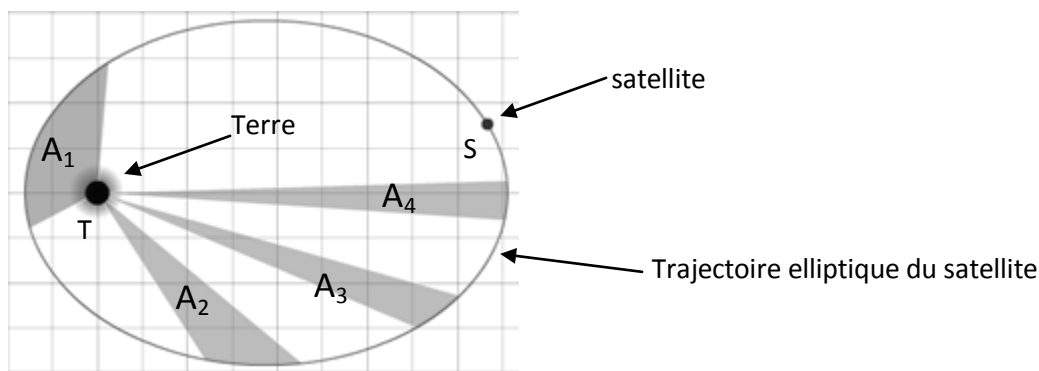
Exercice 2 : QUAND LE VIN DEVIENT AIGRE

Exercice 3 : ETUDE D'UN CD AUDIO

Exercice 1 : SATELLITES DE TELEDETECTION PASSIVE

1. Mouvements des satellites SPOT et Météosat

1.1. La deuxième loi de Kepler (aussi nommée loi des aires) indique que le rayon vecteur \overline{TS} , reliant le centre de la Terre au satellite, balaye des aires égales pendant des durées égales.



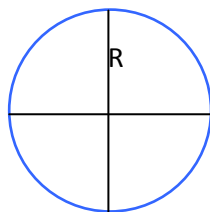
Les aires grisées A_1 , A_2 , A_3 et A_4 sont égales

1.2. La deuxième loi de Kepler indique que pour une durée donnée, les aires balayées par le rayon vecteur sont égales. Les satellites SPOT et Météosat ont une orbite circulaire, donc le rayon de leur trajectoire est constant. Cela implique que les longueurs d'arcs balayés pendant cette durée sont égales. Ainsi la vitesse des satellites est constante. Les satellites ont un mouvement **circulaire et uniforme**.

Ex : Pendant une durée $\Delta t = \frac{1}{4} T$ où T représente la période de révolution du satellite, le satellite parcourt la

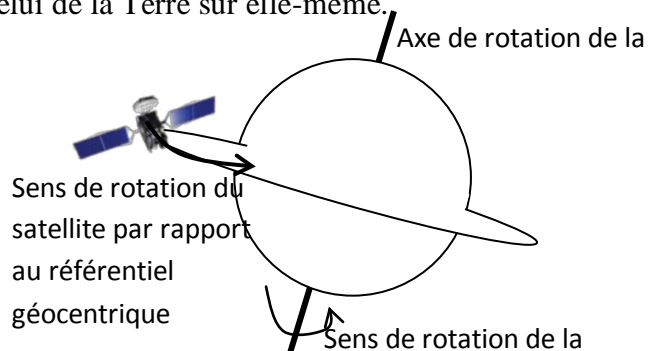
distance $d = \frac{\pi}{2} \cdot R$ (*).

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2} \cdot R}{\frac{T}{4}} = \frac{\frac{\pi}{2} \cdot R \cdot 4}{T} = \frac{2\pi R}{T} = \text{Cte}$$



(*): Donnée du sujet : Longueur d d'un arc de cercle de rayon R et d'angle α (exprimé en radian) :
 $d = \alpha \cdot R$.)

1.3. Météosat est un satellite géostationnaire, il tourne autour de la Terre avec le même sens de rotation que celui de la Terre sur elle-même.

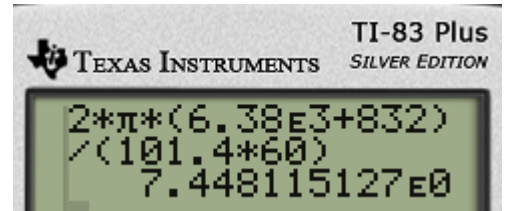


Ainsi il paraît immobile par rapport à un point de référence à la surface de la Terre.

- 1.4.** SPOT possède une orbite circulaire décrite en une période de $T_S = 101,4$ min et il est situé à l'altitude $h_S = 832$ km. Le rayon de sa trajectoire est $R = R_T + h_S$

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T_S} = \frac{2\pi(R_T + h_S)}{T_S}$$

$$v = \frac{2\pi \times (6,38 \times 10^3 + 832)}{101,4 \times 60} = 7,45 \text{ km.s}^{-1}$$



- 1.5.** Troisième loi de Kepler dans le cas général d'un satellite terrestre en mouvement elliptique :
« Le rapport du carré de la période de révolution T du satellite autour de la Terre au cube du demi-grand axe de l'ellipse est constant. »

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{Cte.}$$

T période de révolution du satellite autour de la Terre, en s
 a demi-grand axe de l'ellipse, en m.

- 1.6.** Le satellites étudiés ont des orbites circulaires, ainsi le demi-grand axe a est égal au rayon de la trajectoire $R + h$.

T_M période de Météosat, h_M altitude de Météosat

T_S période de SPOT, h_S altitude de SPOT

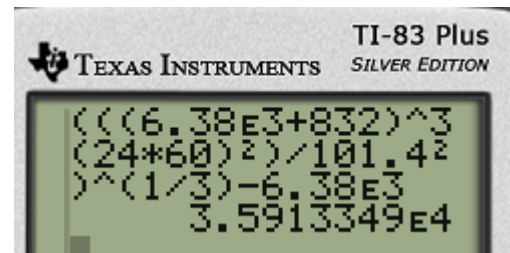
$$\frac{T_M^2}{(R_T + h_M)^3} = \frac{T_S^2}{(R_T + h_S)^3}$$

$$(R_T + h_M)^3 = \frac{(R_T + h_S)^3 \cdot T_M^2}{T_S^2}$$

$$R_T + h_M = \sqrt[3]{\frac{(R_T + h_S)^3 \cdot T_M^2}{T_S^2}}$$

$$h_M = \sqrt[3]{\frac{(R_T + h_S)^3 \cdot T_M^2}{T_S^2}} - R_T$$

$$h_M = \sqrt[3]{\frac{(6,38 \times 10^3 + 832)^3 \cdot (24 \times 60)^2}{101,4^2}} - 6,38 \times 10^3 = 3,59 \times 10^4 \text{ km}$$



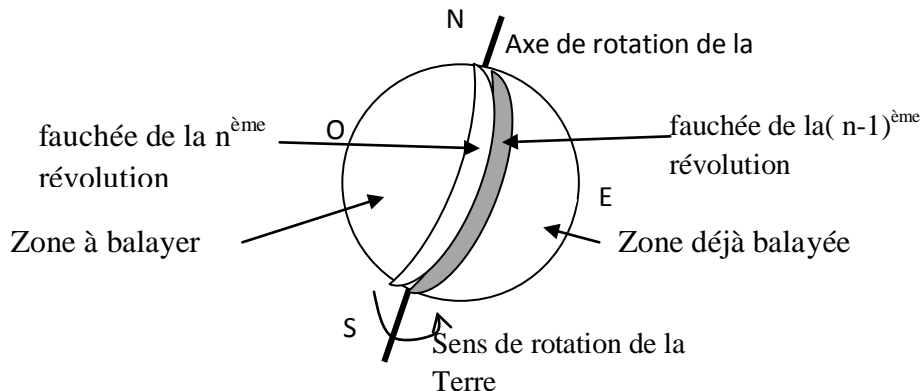
T_M et T_S doivent être exprimées dans la même unité, par exemple en min.

Météosat étant géostationnaire sa période de révolution est égale à la période de rotation de la Terre sur elle-même, considérée égale à 24 h (en réalité 23h56 min).

2. SPOT en mode panchromatique

2.1. Chaque pixel d'une largeur de 10 m correspond à un seul détecteur. Il y a 6000 détecteurs, donc proportionnellement la fauchée a une largeur de $6000 \times 10 = 6,0 \times 10^4 \text{ m} = \mathbf{60 \text{ km}}$ (= plusieurs dizaines de kilomètres).

2.2. Le document 1 indique le sens de rotation de la Terre.



L'orbite est héliosynchrone, c'est-à-dire que l'angle entre le plan de l'orbite et la direction du Soleil est quasi-constant. Le déplacement de la fauchée est la conséquence de la rotation propre de la Terre.

La fauchée correspondant à la $n^{\text{ème}}$ révolution de SPOT se situe **davantage à l'ouest** de la Terre.

2.3. SPOT effectue une révolution en 101,4 min. La Terre tourne de 360° en 24×60 min

Elle tourne de α° en 101,4 min Ainsi $\alpha = \frac{360 \times 101,4}{24 \times 60} = 25,35^\circ$, soit avec deux chiffres significatifs $\alpha = 25^\circ$

Lorsque la Terre fait un tour complet soit une rotation de 360° , la fauchée se déplace de $2\pi R_T$.

Lorsque la Terre tourne de $25,35^\circ$, la fauchée se déplace seulement de d .

$$d = \frac{2\pi \times 6,38 \times 10^3 \times 25,35}{360} = \mathbf{2,82 \times 10^3 \text{ km}}$$

2.4. SPOT repasse toutes les $101,4/2$ minutes aux pôles. Ce sont les parties du globe les plus fréquemment « couvertes » par SPOT au cours d'un cycle orbital.

2.5. D'après le document 1 « tous les 26 jours le satellite observe à nouveau la même région terrestre ». En $T = 101,4$ min SPOT effectue une révolution En $\Delta t = 26$ jours = $26 \times 24 \times 60$ min SPOT

$$\text{effectue } N \text{ révolutions } N = \frac{\Delta t}{T} \quad N = \frac{26 \times 24 \times 60}{101,4} = \mathbf{3,7 \times 10^2 \text{ révolutions.}}$$

La question 2.3. indique que la fauchée s'est déplacée de $2,82 \times 10^3$ km à l'équateur en une révolution. Mais une fauchée ne fait que 60 km de large, et à chaque révolution du satellite, la zone terrestre observée n'est pas la même ce qui explique que plusieurs centaines de révolution soient nécessaires pour balayer la surface entière de la Terre.

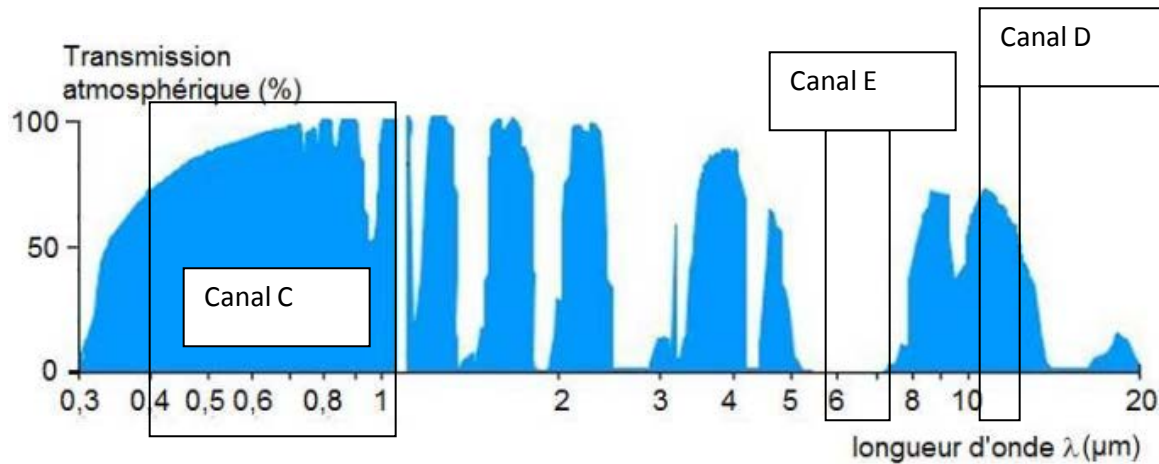
2.6. La végétation réfléchit bien mieux le proche IR que le rouge. Elle doit paraître plus claire en proche IR (image 2) qu'en rouge (image1). Toutes les zones claires sur l'image 2 mais sombres sur l'image 1 sont dues à de la végétation. D'autre part, l'eau possède dans tous les cas une réflectance faible, les zones qui apparaissent sombre sur les deux images doivent correspondre à de l'eau.

Pour finir, la réflectance des sols nus est presque identique dans les deux gammes de longueur d'onde, les zones qui ont environ la même luminosité doivent correspondre à du sol nu.

Avec une seule image, il n'aurait pas été possible de repérer les différentes zones avec certitude

3. Les trois canaux de Météosat

3.1. La courbe de transmission des radiations électromagnétiques par l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde λ montre que la gamme de longueurs d'onde du canal E (entre 5,7 et 7,1 μm) n'est pas transmise par l'atmosphère. Les ondes captées par le radiomètre sur ce canal ne peuvent pas provenir de la surface de la Terre. Pour les canaux C et D, les gammes de longueurs d'onde sont bien transmises du sol à travers l'atmosphère jusqu'au satellite.



3.2. Le canal D a pour fonction de nous renseigner sur la température des nuages et de la surface terrestre. Comme vu précédemment la gamme de longueurs d'onde de ce canal permet la transmission depuis le sol vers le satellite à travers l'atmosphère. D'autre part la gamme de longueurs d'onde choisie doit être en accord avec ces températures. En utilisant la loi de Wien, on peut calculer la gamme de température qui correspond à la gamme de longueurs d'onde du canal D.

$$T = \frac{2,90 \times 10^3}{\lambda_{\max}} \quad \text{avec } 2,90 \times 10^3 \text{ en } \mu\text{m.K}$$

$$\text{Pour } \lambda_{\max} = 10,5 \mu\text{m}, \text{ alors } T_1 = \frac{2,90 \times 10^3}{10,5} = 276 \text{ K} = 3^\circ\text{C}$$

$$\text{Pour } \lambda_{\max} = 12,5 \mu\text{m}, \text{ alors } T_2 = \frac{2,90 \times 10^3}{12,5} = 232 \text{ K} = -41^\circ\text{C}$$

Le satellite peut détecter des corps dont la température varie entre -41°C et 3°C . Cette gamme de température paraît plutôt faible par rapport aux températures du sol terrestre, mais elle est bien adaptée aux nuages.

Exercice 2 : QUAND LE VIN DEVIENT AIGRE

A- Trop d'ester dans le vin

- On distingue trois signaux principaux dans le spectre RMN de E. On peut en déduire qu'une molécule de cet ester contient **trois groupes de protons équivalents**.
 - pour le signal vers 1,3 ppm, on distingue **3 pics**. Selon la règle des **(n+1)-uplets**, cela signifie que les protons de ce groupe possèdent **2 protons équivalents voisins**.
 - pour le signal vers 2 ppm, on voit un **singulet** caractéristique de protons **sans voisins**.
 - le signal vers 4,2 ppm est un **quadruplet** donc les protons de ce groupe ont **3 voisins**.

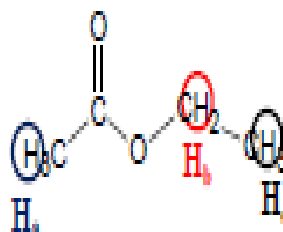
De plus, grâce à la courbe d'intégration, on peut dire que ces groupes contiennent **respectivement 3, 3 et 2 protons**.

2. Identification

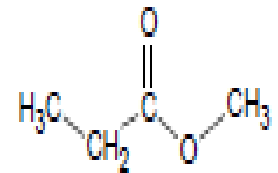
2.1. L'ester est l'éthanoate d'éthyle. Les valeurs des déplacements chimiques correspondent uniquement pour lui.

Considérons par exemple les **protons du groupe méthylène -CH₂-**. Dans l'éthanoate d'éthyle, ces protons, du type C-CH₂-O-CO-, doivent donner un **quadruplet vers 4,1 ppm** alors que dans le propanoate de méthyle, les protons du groupe méthylène, du type C-CH₂-CO-O-R, doivent également donner un quadruplet **mais vers 2,2 ppm**. Le **quadruplet de l'ester E s'observant à un peu plus de 4 ppm**, il ne peut s'agir que l'éthanoate d'éthyle.

(a) Ethanoate d'éthyle :



(b) Propanoate de méthyle :



2.2. Il s'agit de l'éthanoate d'éthyle.

B- Dosage spectrophotométrique d'un vin

1.1. Formule semi-développée de l'éthanol : **H₃C-CH₂-OH** Pour l'éthanal : **H₃C-CH=O**

1.2. Le spectre (a) correspond à celui de l'éthanal et le (b) à celui de l'éthanol. En effet on distingue sur le spectre (a) une bande d'absorption vers **1700 cm⁻¹** caractéristique d'une liaison C=O. De plus dans le spectre (b), figure une bande d'absorption large vers **3300 cm⁻¹** caractéristique d'une liaison O-H_{lié} présente dans un alcool du type éthanol en phase liquide.

2.1. La quantité d'éthanol dans le vin se déduit de la quantité de NADH formée par la réaction $Ethanol + NAD^+ = Ethanal + NADH + H^+$. **Seule la NADH doit absorber** lors de la mesure de l'absorbance pour que cette **mesure soit proportionnelle à la quantité d'éthanol**. De plus cette **absorbance doit être la plus grande possible** donc, d'après le spectre d'absorption de NADH, il faut choisir une longueur d'onde de 340 nm.

2.2. Le graphique $A = f(C_m)$ est une **droite passant par l'origine**. Il est donc caractéristique d'une situation de **proportionnalité entre A et C_m** qui se traduit par une équation du type $A = kC_m$ comme prévu par la loi de Beer-Lambert.

2.3. $k = \frac{A}{C_m}$ On prend un point sur la droite : **A = 0,48** pour **C_m = 300 mg/L** $k = \frac{0,48}{300 \cdot 10^{-3}} = 1,6 L \cdot g^{-1}$

$$3.1. \quad C_m = \frac{A}{k} = \frac{0,16}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$3.2. \quad C_{\text{vin}} = 1000 C_m \quad C_{\text{vin}} = 1000 \times 0,01 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le titre alcoométrique, exprimé en degré, est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin.

$$\text{Dans 100 L de vin, } m_{\text{éthanol}} = C_{\text{vin}} \cdot V_{\text{vin}} = 100 \times 100 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ g. } V_{\text{éthanol}} = \frac{m}{\rho} = \frac{10^4}{0,78} = 13 \cdot 10^3 \text{ mL} = 13 \text{ L}$$

3.3. Selon le code de la santé publique, un vin doux ne doit **pas titrer plus de 18 degrés**. Le titre de ce vin est de **13 degrés** donc **il est conforme au code de la santé publique**.

C- L'acidité du vin

1. Un acide faible **réagit partiellement avec l'eau**. Sa réaction avec l'eau est limitée.
2. Dans une molécule d'acide tartrique on distingue deux groupes **hydroxyle** -OH et deux groupes **carboxyle** -COOH.

3.

$$3.1. \quad n_{(\text{OH}^-)} = C \cdot V = 0,1 \times 14,5 \cdot 10^{-3} = 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$3.2. \quad \text{D'après le tableau d'avancement on a : } n_{\text{AH}_2} = \frac{n_{(\text{OH}^-)}}{2} \Leftrightarrow n_{\text{AH}_2} = \frac{1,45 \cdot 10^{-3}}{2} = 7,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol la}$$

$$\text{masse de l'acide } m_{\text{AH}_2} = n_{\text{AH}_2} \times M = 7,25 \cdot 10^{-4} \times 150 = 0,109 \text{ g}$$

3.3. 20,0 mL de vin contiennent l'équivalent de **0,109 g** d'acide tartrique. Cela correspond à une

$$\text{concentration massique : } C_m = \frac{m}{V} = \frac{0,109}{20 \cdot 10^{-3}} = 5,44 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Exercice 3 : ETUDE D'UN CD AUDIO

1. Étude de l'échantillonnage et la numérisation du son

1.1. En sortie du microphone le signal est **analogique** car il transforme les variations de pression de l'air en variations de tensions, signal électrique **continu en fonction du temps**.

1.2. La période d'échantillonnage T_e : $T_e = \frac{1}{f_e}$ AN : $T_e = \frac{1}{44,1 \cdot 10^3} = 22,7 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 22,7 \mu\text{s}$. Cela signifie que

la valeur de la tension à échantillonnée est mesurée et enregistrée comme constante toutes les 22,7 μs.

1.3.

1.3.1. La fréquence f_e d'échantillonnage est de 44,1 kHz, cela signifie qu'il y a 44 100 informations à stocker à la seconde.

1.3.2. Il faut **16 bits** pour coder chaque échantillon.

1.3.3. Le codage se fait sur 16 bits, cela signifie que chaque échantillon est codé sur 16 valeurs différentes. Il y a donc **44 100 x 16 = 705 600 bits** codés à chaque seconde.

1.3.4. Dans 74 min il y a **74x60 = 4 440 s**. Cela fait donc **705 600 x 4 440 = 3,13 x 10⁹ bits**. On divise par 8 pour déterminer le nombre d'octets nécessaires : **3,92 x 10⁸ octets soit 3,92 x 10² Mo**. Comme il s'agit d'un enregistrement en stéréo, il faut deux fois plus de mémoire soit **7,83 x 10² Mo**.

1.4.

- 1.4.1. Calcul du pas de quantification : $p = \frac{A}{2^n} = \frac{5 - (-5)}{2^{16}} = 1,5 \cdot 10^{-4} V$ Cela signifie que la valeur de la tension échantillonnée sera approximée (au plus près) à l'une des **216 valeurs différentes** possibles avec un pas de **$1,5 \times 10^{-4} V$** .
- 1.4.2. La numérisation sera meilleure avec un CAN de 16 bits mais la taille du fichier obtenu sera plus importante.

2. Étude du système de focalisation

- 2.1. L'autre phénomène physique est la **diffraction** de la lumière.
- 2.2. On joue sur la longueur de la lumière du faisceau. La largeur de la taille de diffraction est proportionnelle à la longueur d'onde donc si λ diminue alors la largeur de la tâche diminue. On utilise donc un laser violet.
- 2.3. La distance L minimale entre les centres de deux passages successifs de la piste :

$$L = \frac{2,11}{2} + \frac{0,6}{2} = 1,355 \mu m = 1,4 \mu m$$

3. Le système de lecture interférentielle

- 3.1. Ce rayonnement se situe dans le domaine du visible des ondes électromagnétiques car $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$.

- 3.2. La période T et la fréquence f sont conservées lorsqu'une onde change de milieu de propagation.

- 3.3. On sait que : $v = \frac{c}{n}$ De plus $c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f$ et $v = \frac{\lambda_p}{T_p} = \lambda_p \times f_p$ Comme la période et la fréquence sont

conservées lors d'un changement de milieu, il vient : $v = \frac{\lambda_p}{T} = \lambda_p \times f$ En remplaçant c et V dans la

relation initiale on obtient : $\frac{\lambda \times f}{n} = \lambda_p \times f \Leftrightarrow \lambda_p = \frac{\lambda}{n}$

- 3.4. La différence de marche δ entre l'onde incidente et l'onde réfléchie doit être égale à un multiple de $\frac{\lambda_p}{2}$

Pour que les interférences soient destructives : $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda_p$ Si on prend $k = 0$, $\delta = \frac{\lambda_p}{2}$

- 3.5. Comme le laser fait un aller-retour dans le creux, il faut que la profondeur soit : $p = \frac{\lambda_p}{4}$

- 3.6. On part des relations $p = \frac{\lambda_p}{4}$ et $\lambda_p = \frac{\lambda}{n}$ par substitution il vient : $p = \frac{\lambda}{4n} = \frac{780}{4 \times 1,55} = 126 \text{ nm}$

SUJET 15

Exercice 1 : LES MOUSTIQUES SUR LA LIGNE DE MIRE DES SATELLITES

Exercice 2 : TITRE ALCALIMETRIQUE D'UNE EAU MINERALE

Exercice 3 : TITRAGE DES IONS DANS UNE EAU MINÉRALE

Exercice 1 : LES MOUSTIQUES SUR LA LIGNE DE MIRE DES SATELLITES

Partie I : Lancement du satellite SPOT 7

A. Décollage de la fusée PSLV

1. Le vecteur champ de pesanteur \vec{g} est uniforme lorsqu'il garde :

- la même direction (la Verticale du lieu) ;
- le même sens (vers le bas)
- la même valeur.

2. Les forces sont :

3. En utilisant la seconde loi de Newton appliqué à la fusée, on peut écrire :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{F} = M \vec{a} ; \text{ Selon le repère } (O, \vec{j}), \text{ on a : } -P + F = Ma ; \text{ d'où } a = \frac{F}{M} - g$$

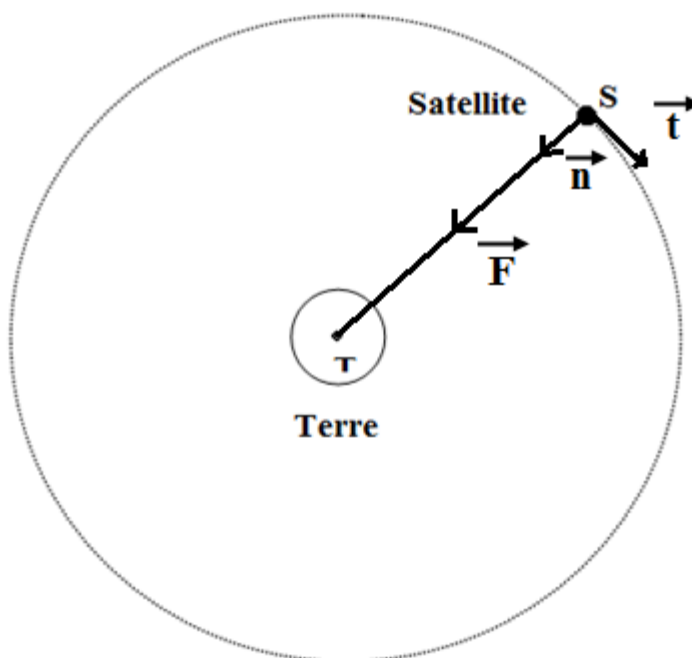
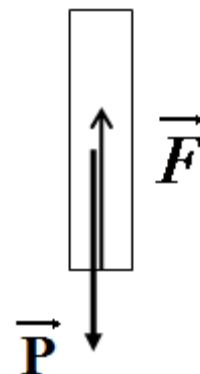
4. La fusée étant soumise à son poids \vec{P} et à la force de poussée \vec{F} . Pour qu'elle puisse décoller, il faut que

$$F > P \leftrightarrow M < \frac{F}{g}. \text{ Donc } M_{\max} = \frac{F}{g} = 4,5 \cdot 10^5 \text{ kg.}$$

B. Mise en orbite du satellite SPOT 7

5. Le référentiel d'étude pour le satellite est le référentiel géocentrique.

6. Voir figure



$$7. \vec{F} = \frac{Gm_s M_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}$$

8. En utilisant la seconde loi de Newton appliqué au satellite, on a :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{F} = m_s \vec{a}. \text{ On en déduit } \vec{a} = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}. \text{ L'accélération est normale. Sa composante}$$

tangentielle a_t est nulle $\leftrightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \leftrightarrow$ La vitesse v du satellite est **constante**, donc le mouvement est **uniforme**.

9. Par définition, la composante normale de l'accélération $a_n = \frac{v^2}{R_T + h}$ or $a_n = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}$ d'après (8). On

$$\text{en déduit alors } v = \sqrt{\frac{GM}{R_T + h}}; \text{ A.N. } v = 7,51 \cdot 10^3 \text{ m/s.}$$

$$10. T = \frac{2\pi(R_T + h)}{v} = 98,7 \text{ minutes environ } 100 \text{ minutes.}$$

Partie II : Le satellite SPOT 7 en activité

1. $\Delta t = \frac{h}{c} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$: L'ordre de grandeur est de 10^{-3} s ou **1 ms**.
2. La réflectance est une grandeur **analogique** car elle évolue de façon **continue** en fonction du temps.
3. Cette chaîne est composée de :
 - un **émetteur** : le satellite ;
 - un **canal de transmission** : les ondes hertziennes ;
 - un **récepteur** : les stations de réception au sol.
4. La transmission entre le satellite et les stations de réception au sol est libre car elle est réalisée à l'aide des ondes hertziennes qui sont des ondes électromagnétiques. Ces ondes peuvent se propager dans toutes les directions.
5. Non, car les signaux sonores sont des ondes mécaniques et ceux-ci ne peuvent pas se propager dans le vide contrairement aux ondes électromagnétiques.
6. Un code binaire est un système de numération utilisant un nombre exprimé sous forme de 0 et 1.
7. Canal A : bleu ; Canal B : vert ; Canal C : rouge.
8. La bande spectrale du canal D n'est pas dans le domaine visible.
9. C'est la zone F. Les valeurs du canal A sont très élevés par rapport aux autres canaux. La couleur dominante est bleue. Pour le canal D, les valeurs sont nulles : les grandes longueurs d'onde sont totalement absorbées. Ceci est cohérent avec la réflectance de l'eau donnée dans le **document 4**.
10. C'est la zone G. Tous les canaux affichent des valeurs élevées. La synthèse additive des couleurs bleue, vert et rouge donne du blanc.

Exercice 2 : TITRE ALCALIMETRIQUE D'UNE EAU MINERALE

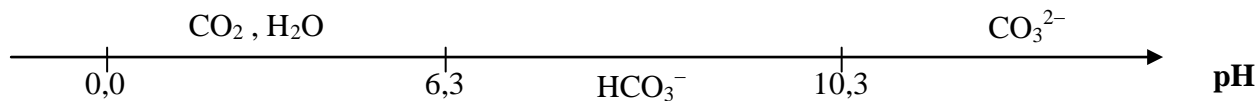
Partie I : Titre alcalimétrique complet TAC

1. Pour $V_a = 0$ mL, on lit $\text{pH} = 7$. Il s'agit du pH de l'eau minérale.
2. Diagramme de prédominance: Sur un axe gradué de pH, on place les pKa des deux couples acido-basiques concernés.

On a la relation $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[A^-]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}$ où A^- (aq) est la base conjuguée et AH (aq) l'acide conjugué du couple

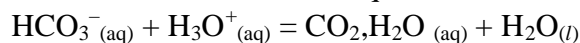
AH/A^- . Pour $\text{pH} < \text{pKa}$, alors AH prédomine sur A^- et pour $\text{pH} > \text{pKa}$ alors A^- prédomine sur AH .

On obtient donc ce diagramme:



Le pH de l'eau minérale étant égal à 7, les ions HCO_3^- prédominent en solution par rapport aux autres espèces carbonatées.

3. L'équation de la réaction modélisant la transformation qui a lieu lors du titrage est:



4. Autour de l'équivalence, il se produit un saut de pH. L'équivalence correspond au minimum de la valeur de la dérivée $\frac{d\text{pH}}{dV_a}$. Le point d'équivalence a pour coordonnées ($V_{aE} = 14$; $\text{pH}_E = 4,5$). Valeurs approximatives, vu le manque de précision du graphe donné
5. La zone de virage du vert de bromocrésol contient le pH à l'équivalence. Cet indicateur coloré est donc bien adapté pour repérer l'équivalence.
6. A l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, soit

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+} \text{ versée} = n_{\text{HCO}_3^-} \text{ initiale}$$

$$C_a \times V_{aE} = C \times V_1$$

$$C = \frac{C_a \times V_{aE}}{V_1} = \frac{2,0 \cdot 10^{-2} \times 14}{50,0}$$

$$C = 5,6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

7. $C = \frac{T}{M}$ donc $T = C \times M_{\text{HCO}_3^-} = 5,6 \times 10^{-3} \times 61$ **T = 0,34 g.L⁻¹**

8. D'après le texte: "c'est le volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ nécessaires pour doser **100 mL** d'eau minérale en présence de vert de bromocrésol". Lors du dosage, on a utilisé seulement $V_1 = 50,0$ mL d'eau minérale, et on a versé 14 mL d'acide chlorhydrique. Si on avait utilisé 100 mL d'eau minérale, on aurait versé **28 mL** d'acide chlorhydrique. Donc **TAC = 28**

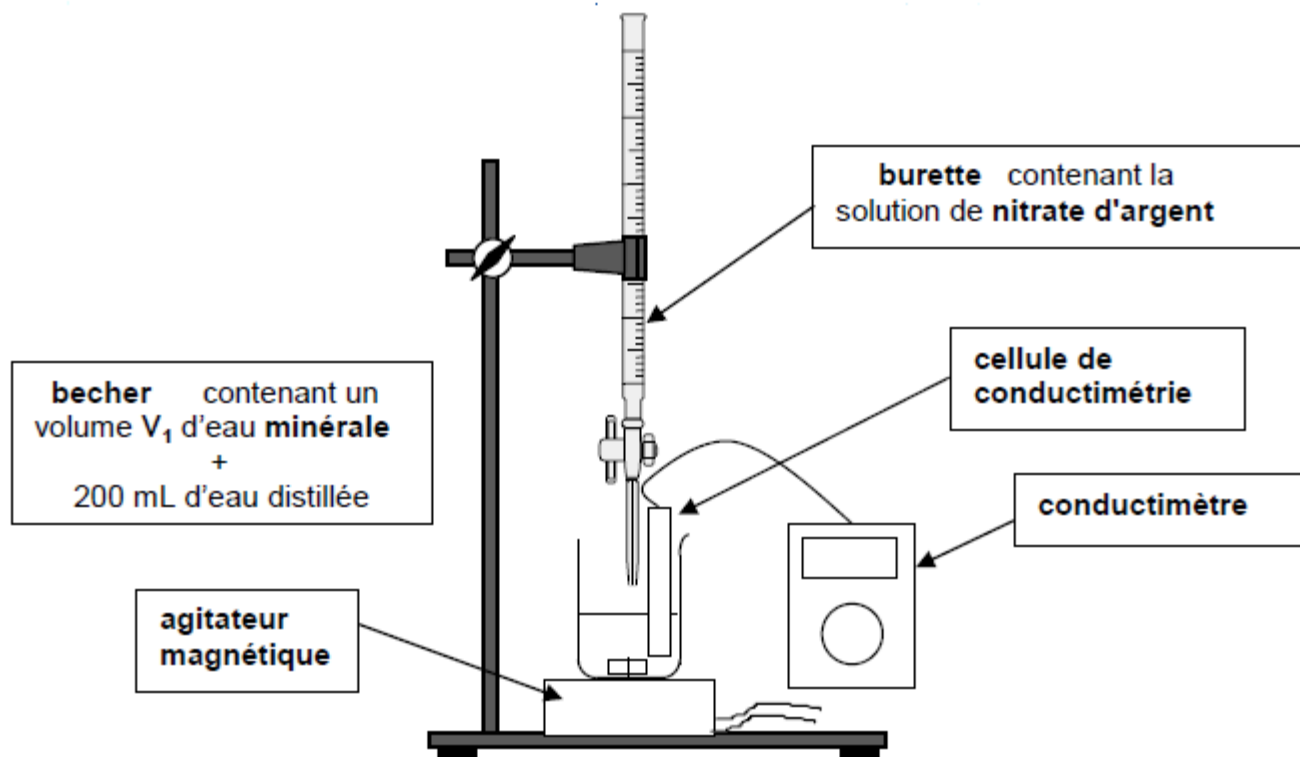
Partie II : Simulation du dosage des ions hydrogencarbonate par l'acide chlorhydrique

1. La courbe 2 correspond à l'espèce HCO_3^- et la courbe 3 correspond à l'espèce $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$
2. A l'intersection de la courbe 2 et la courbe 3 on a $\text{pH}=\text{pKa}=6,3$

Exercice 3 : TITRAGE DES IONS DANS UNE EAU MINÉRALE

1. Première partie : titrage par précipitation des ions chlorure

- 1.1. dispositif utilisé lors de ce titrage



- 1.2.

1.2.1. L'espèce dosée (Cl^-) réagit avec l'espèce titrante (Ag^+), on procède à un **titrage direct**.

1.2.2. À l'équivalence, les réactifs sont totalement consommés : $n_1 - x_{\text{Éq}} = 0$ soit $n_1 = x_{\text{Éq}}$, et $n_{2\text{Éq}} - x_{\text{Éq}} = 0$ avec $n_1 = x_{\text{Éq}}$, alors $n_{2\text{Éq}} - n_1 = 0$, finalement $n_{2\text{Éq}} = n_1$.

- 1.3. L'**équivalence** correspond au point d'intersection des deux segments de droite. L'abscisse du point d'intersection est égale à $V_{2\text{Éq}}$. On lit sur la figure 2, $V_{2\text{Éq}} = 11,4 \text{ mL}$.

- 1.4. D'après 1.2.2., on a $n_{2\text{Éq}} = n_1$, soit $c_2 \cdot V_{2\text{Éq}} = c_1 \cdot V_1$ donc $c_1 = \frac{c_2 \cdot V_{2\text{Éq}}}{V_1}$

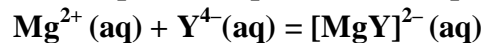
$$c_1 = \frac{2,00 \times 10^{-2} \times 11,4}{20,0} = 1,14 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1.5. \quad t_1 = c_1 \cdot M(\text{Cl})$$

$$t_1 = 1,14 \times 10^{-2} \times 35,5 = 0,405 \text{ g.L}^{-1} = \mathbf{405 \text{ mg.L}^{-1}}$$

2. Deuxième partie : titrage complexométrique des ions calcium

2.1. En milieu basique, l'EDTA contient des ions notés Y^{4-} qui réagissent avec les ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) contenus dans l'eau minérale pour former des complexes très stables selon les équations : $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + Y^{4-}(\text{aq}) = [\text{CaY}]^{2-}(\text{aq})$



2.2. Les ions Y^{4-} réagissent avec les ions Ca^{2+} ET avec les ions Mg^{2+} . À l'équivalence, on a versé autant de Y^{4-} qu'il y avait d'ions Ca^{2+} et d'ions Mg^{2+} . $n'_{2\text{éq}} = n_i(\text{Ca}^{2+}) + n_i(\text{Mg}^{2+})$

$$2.3. \quad c'_{2\text{éq}} \cdot V'_{2\text{éq}} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot V'_1 + [\text{Mg}^{2+}] \cdot V'_1 \quad [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = \frac{c'_{2\text{éq}} \cdot V'_{2\text{éq}}}{V'_1}$$

$$2.4. \quad [\text{Ca}^{2+}] = \frac{c'_{2\text{éq}} \cdot V'_{2\text{éq}}}{V'_1} - [\text{Mg}^{2+}]$$

$$\frac{t_{\text{Ca}^{2+}}}{M(\text{Ca})} = \frac{c'_{2\text{éq}} \cdot V'_{2\text{éq}}}{V'_1} - \frac{t_{\text{Mg}^{2+}}}{M(\text{Mg})}$$

$$t_{\text{Ca}^{2+}} = \left(\frac{c'_{2\text{éq}} \cdot V'_{2\text{éq}}}{V'_1} - \frac{t_{\text{Mg}^{2+}}}{M(\text{Mg})} \right) \cdot M(\text{Ca})$$

$$t_{\text{Ca}^{2+}} = \left(\frac{5,0 \times 10^{-3} \times 10,8}{20,0} - \frac{11 \times 10^{-3}}{24,3} \right) \times 40,1$$

$$t_{\text{Ca}^{2+}} = (2,7 \times 10^{-3} - 0,4526 \times 10^{-3}) \times 40,1 = 2,2 \times 10^{-3} \times 40,1 = 0,090 \text{ g.L}^{-1} = \mathbf{90 \text{ mg.L}^{-1}}$$

SUJET 16

Exercice 1 : LES DRONES GRAND PUBLIC

Exercice 2 : TITRAGE DU GLUCOSE DANS LA SOLUTION POUR PERFUSION DJIBPHARMA

Exercice 3 : DRÔLE DE BOBINE

Exercice 1 : LES DRONES GRAND PUBLIC

Partie 1 : Connexion WIFI

1.1. Transmission d'informations avec le protocole standard IEEE 802.11g

a.

émetteur	canal de transmission	type de transmission	nature du signal transmis	récepteur
drone	air	libre	onde électromagnétique	Téléphone portable

b. L'atténuation est définie par $A = 40 + 20 \log(d)$ $A = 40 + 20 \log(10) = 60 \text{ dB}$

c. Par ailleurs l'atténuation est définie par $A = 10 \log\left(\frac{P_e}{P_r}\right)$ $\frac{A}{10} = \log\left(\frac{P_e}{P_r}\right)$

$\frac{P_e}{P_r} = 10^{A/10}$ ou $\frac{P_r}{P_e} = 10^{-A/10}$, soit finalement $P_r = P_e \cdot 10^{-A/10}$ Le tableau des caractéristiques du standard

IEEE 802.11g indique une puissance maximale d'émission égale à 100 mW et on a établi précédemment que $A = 60 \text{ dB}$. Ainsi $P_r = 100 \times 10^{-60/10} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mW}$

d. Chaque image nécessite N bits : $N = 1280 \times 720 \times 24$. Pour 30 images par seconde, il faut un débit $D = 30.N$. $D = 1280 \times 720 \times 24 \times 30 = 6,64 \times 10^8 \text{ bits}$ Comme $1 \text{ Mbits} = 10^6 \text{ bits}$, alors $D = 6,64 \times 10^8 / 10^6 = 664 \text{ Mbits/s}$. Ce débit étant largement supérieur au débit maximal théorique de 54 Mbits/s, il n'est pas possible de visualiser la vidéo en direct.

1.2. Les problèmes de transmission en WiFi

a. $\lambda = \frac{c}{\nu}$ $\lambda = \frac{3,0 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,13 \text{ m}$

b. Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que le rapport entre la longueur d'onde λ et les dimensions d'un obstacle (ou d'une ouverture) « a » est important. Si on considère que le tronc d'arbre a un diamètre de l'ordre de 10 cm, alors la diffraction se produit de façon sensible.

c. Les interférences sont destructives lorsque la différence de marche (« de chemins ») vaut

$$\delta = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ où } k \text{ est un entier relatif.}$$

Dans ce cas la puissance reçue est fortement réduite là où les interférences sont destructives (et augmentée là où les interférences sont constructives).

d. On reprend la formule précédente, en utilisant le fait que $\lambda = c.T$. On obtient $\delta = (2k+1) \cdot \frac{c.T}{2} = k.c.T +$

$\frac{c.T}{2}$. De plus $\Delta t = \tau_1 - \tau_2 = \frac{d_1}{c} - \frac{d_2}{c} = \frac{1}{c} \cdot (d_1 - d_2) = \frac{\delta}{c}$ ainsi $\Delta t = \frac{k.c.T}{c} + \frac{\frac{c.T}{2}}{c} = k.T + \frac{T}{2}$ où k est un entier, Si k = 0 alors $\Delta t = \frac{T}{2}$. On retient donc deux expressions parmi celles proposées : $k.T + \frac{T}{2}$ et $\frac{T}{2}$.

Partie 2 : Étude dynamique du vol d'un drone

2.1. Estimation de la valeur de la force de poussée

a. La courbe 2 montre que $a_z = 2,0 \text{ m.s}^{-2} = \text{Cte}$. Comme $a_z(t) = \frac{dv_z(t)}{dt}$, alors $v_z(t)$ est une primitive de $a_z(t)$.

$v_z(t) = a_z.t \quad v_z(t) = 2,0.t + C_1$ où C_1 est une constante qui dépend des conditions initiales.

À la date $t = 0$, la vitesse initiale du drone est nulle donc $C_1 = 0$.

On obtient $v_z(t) = 2,0.t$.

On peut aussi utiliser la courbe 1, dont la modélisation indique $z(t) = 1,0.t^2$.

Comme $v_z(t) = \frac{dz(t)}{dt}$, on obtient également $v_z(t) = 2,0.t$.

b. La deuxième loi de Newton, appliquée au système {drone} de masse m constante, dans le référentiel terrestre donne $\vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}$ Par projection suivant l'axe vertical Oz orienté vers le haut : $P_Z + F_Z = m.a_z$
 $-P + F = m.a_z$ Comme $a_z > 0$ alors $-P + F > 0$, soit $F > P$.

c. On reprend $-P + F = m.a_z$

$$F = m.a_z + P = m.a_z + m.g = m.(a_z + g)$$

$$F = 0,110 \times (2,0 + 9,8) = 1,3 \text{ N}$$

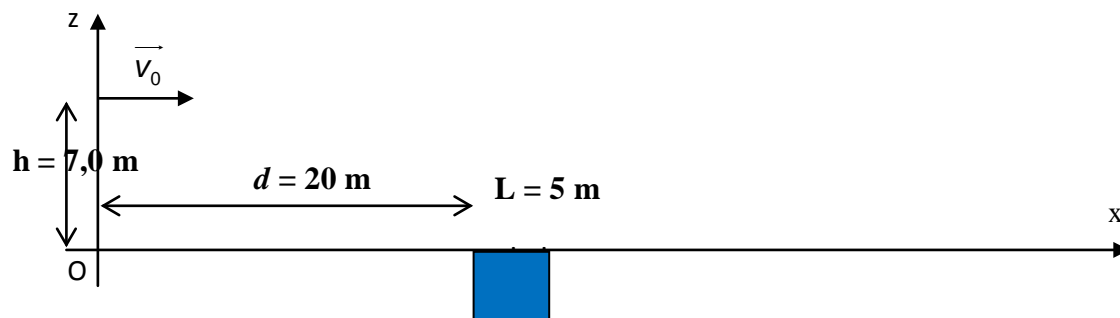
d. Le décollage n'est plus possible si la force poids est supérieure à la force de poussée dont on considère que la valeur reste inchangée. $P > F \quad (m+m_w).g > F \quad m.g + m_w.g > F \quad m_w.g > F - m.g$

$$m_w > \frac{F}{g} - m \quad m_w > \frac{1,298}{9,8} - 0,110 \quad m_w > 0,13 - 0,110$$

Si $m_w > 0,02 \text{ kg}$ alors le décollage n'est plus possible.

2.2. Conséquence d'une perte de communication sur le vol du drone

a.



b. La deuxième loi de Newton, appliquée au système { drone } de masse m constante, dans le référentiel terrestre donne $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$

$$m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{g} = \vec{a}$$

Ainsi $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$ comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ alors $\vec{v} \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_z = -g \cdot t + C_2 \end{cases}$ où C_1 et C_2 sont des constantes qui dépendent des conditions initiales.

À la date $t = 0$ s, le vecteur vitesse a pour coordonnées $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \\ v_{0z} = 0 \end{cases}$ donc $C_1 = v_0$ et $C_2 = 0$.

Alors $\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_z = -g \cdot t \end{cases}$.

Soit G le centre d'inertie du drone, le vecteur position \vec{OG} est tel que $\vec{v} = \frac{d\vec{OG}}{dt}$.

$\vec{OG} \begin{cases} x = v_0 \cdot t + C_3 \\ z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + C_4 \end{cases}$ où C_3 et C_4 sont des constantes qui dépendent des conditions initiales.

À la date $t = 0$, le drone est situé en un point d'abscisse $x_0 = 0$ donc $C_3 = 0$, et d'ordonnée $z_0 = h$ donc $C_4 = h$.

On retrouve les équations horaires du mouvement proposées : $\vec{OG} \begin{cases} x = v_0 \cdot t \\ z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + h \end{cases}$

c. Le drone touche le sol à la date t_s lorsque $z = 0$. On résout l'équation $-\frac{1}{2} \cdot g \cdot t_s^2 + h = 0$

$$\frac{1}{2} \cdot g \cdot t_s^2 = h \quad t_s^2 = \frac{2h}{g} \quad \text{En ne retenant que la solution positive, on obtient } t_s = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad t_s = \sqrt{\frac{2 \times 7,0}{9,8}} = 1,2 \text{ s.}$$

d. Déterminons l'abscisse x_s du drone lorsqu'il touche le sol à la date t_s .

$$x_s = v_0 \cdot t_s \quad x_s = 4,0 \times 1,2 = \mathbf{4,8 \text{ m}}$$

Le drone n'est qu'à 4,8 m de l'abscisse où la communication a été rompue, il est encore loin de la piscine située à 20 m de ce point.

Exercice 2 : TITRAGE DU GLUCOSE DANS LA SOLUTION POUR PERFUSION

DJIBPHARMA

I. Principe du titrage

- 1.1. La solution d'hydroxyde de sodium apporte les ions HO⁻ nécessaire pour cette réaction qui se déroule en milieu basique.
- 1.2. Les couples mise en jeu dans la réaction 1 sont : I₂/I⁻ et IO₃⁻/I₂
- 1.3. La solution initialement brune se décolore progressivement et devient **incolore** à la fin de la **réaction 1**.
- 1.4. Le glucose est un réducteur car il est oxydé au cours de cette réaction par l'ion IO₃⁻ qui est un oxydant du couple IO₃⁻/I⁻.
- 1.5. $2 \text{IO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \rightarrow \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$.

II. Manipulation

- 2.1. On verse un certain volume de la solution commerciale S₀ dans un **bécher**. À l'aide d'une **pipette jaugée de 5,0 mL** muni d'un pipeteur, on prélève un volume de 5,0 mL de la solution S₀ à partir du bécher. On introduit ce volume dans une **fiolle jaugée de 50,0 mL**. Ensuite, on remplit la fiolle jaugée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2.2.

équation	$\text{R-CHO} + \text{I}_2 + 3\text{HO}^- \rightarrow \text{R-COO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}_2\text{O}$					
Etat du système	Quantités de matière (mol)					
Etat initial	n ₁	n ₂	excès	0	0	excès
Etat en cours de réaction	n ₁ - x	n ₂ - x	excès	x	2x	excès
Etat final	n ₁ - x _{max}	n ₂ - x _{max}	excès	x _{max}	2x _{ma} x	excès

- 2.3. $n_2 = c_2 \times V_2 = 5,0 \cdot 10^{-2} \times 20,0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$.
- 2.4. L'équivalence correspond lorsque les réactifs sont en proportions stœchiométriques. À l'équivalence le diiode est totalement consommé, donc la solution devient incolore.
- 2.5. C'est un titrage **indirect** car le glucose n'est pas titré directement.

2.6. D'après l'équation du titrage : $n_{2\text{ex}} = \frac{C \cdot V_{\text{éq}}}{2} = \mathbf{7,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$.

2.7. Le glucose étant le réactif limitant, donc $n_1 - x_{\text{max}} = 0$ d'où $x_{\text{max}} = n_1$. On a aussi $n_{2x} = n_2 - x_{\text{max}} = n_2 - n_1$ d'après le tableau d'avancement. Or d'après la question 2.6, $n_{2x} = \frac{C \cdot V_{\text{éq}}}{2}$; $n_2 = C_2 V_2$; $n_1 = C_1 V_1$.

$$n_{2x} = n_2 - n_1 \leftrightarrow \frac{C \cdot V_{\text{éq}}}{2} = C_2 V_2 - C_1 V_1 \leftrightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 - \frac{C \cdot V_{\text{éq}}}{2}$$

$$C_1 = \frac{1}{2V_1} (2 C_2 V_2 - C V_{\text{éq}}) = \frac{1}{2 \times 10 \cdot 10^{-3}} (2 \times 5 \cdot 10^{-3} V_2 - 1,00 \cdot 10^{-2} V_{\text{éq}}) \text{ donc } \mathbf{C_1 = 5 \times (V_2 - V_{\text{éq}}) = 5 \times (20 \cdot 10^{-3} - 14,4 \cdot 10^{-3}) = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

- 2.8. La solution étant diluée 10 fois : $C_0 = 10 \times 2,8 \cdot 10^{-2} = 0,28 \text{ mol.L}^{-1}$. $m = C_0 VM$. Pour $V = 100 \text{ mL}$, $m = 0,28 \times 100 \cdot 10^{-3} \times 180 = 5,04 \text{ g}$. L'indication de 5 % portée sur la poche semble correcte.
- 2.9. Sachant que 100 mL de cette solution contient 5 g de glucose. Dans 500 mL, il y a 25 g de glucose. Or une personne de 83 kg peut absorber durant 8 h = 480 min, une masse $m = 5 \cdot 10^{-3} \times 83 \times 480 = 199,2 \text{ g}$ de glucose. Le nombre de poche de 500 mL est :
- $$N = \frac{199,2}{25} = 7,97 = 8 \text{ poches.}$$

Exercice 3 : DRÔLE DE BOBINE

1. Loi des mailles : $E = L \frac{di}{dt} + r \cdot i + r' \cdot i$. Si $i = I_0 = \text{Cte} \Rightarrow E = r \cdot I_0 + r' \cdot I_0 \Rightarrow r = \frac{E - r' \cdot I_0}{I_0}$
- Soit : $r = \frac{6,0 \times (50 \times 100 \times 10^{-3})}{100 \times 10^{-3}} = 10 \ \Omega$
2. Les tensions :
- a. Voie 1 : tension aux bornes du générateur (E).
Voie 2 : tension aux bornes du conducteur ohmique (u').
- b. $u = L \frac{di}{dt} + r \cdot i$ et $u' = r' \cdot i$ Loi des mailles : $E = L \frac{di}{dt} + r \cdot i + r' \cdot i$
- c. En régime permanent : $L \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow E = (r + r') \cdot I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{E}{r + r'}$
- d. Par le calcul : $I_0 = \frac{6,0}{(50 + 10)} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ A}$ A partir de l'oscillogramme n°1 (courbe du bas) : quand le régime permanent est établi $u'_{\text{max}} = r' \cdot I_1 \Rightarrow I_0 = \frac{u'_{\text{max}}}{r'}$ soit $I_0 = \frac{5,0}{50} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ A}$ (lecture sur l'oscillogramme : $u'_{\text{max}} = 5,0 \times 1,0 = 5,0 \text{ V}$).
- e. Loi des mailles : $E = r \cdot I_0 + r' \cdot I_0 \Rightarrow r = \frac{E - r' \cdot I_0}{I_0}$ soit $r = \frac{6,0 - (50 \times 1,0 \times 10^{-1})}{1,0 \times 10^{-1}} = 10 \ \Omega$ (lecture sur l'oscillogramme : $E = 6,0 \times 1,0 = 6,0 \text{ V}$).
- f. $E = L \frac{di}{dt} + r \cdot i + r' \cdot i$. A la date $t = 0$ on a $i = 0 \Rightarrow E = L \left(\frac{di}{dt} \right)_{t=0} \Rightarrow \left(\frac{di}{dt} \right)_{t=0} = \frac{E}{L}$
- g. $\tau = \frac{L}{r + r'}$: durée au bout de laquelle l'intensité du courant atteint 63% de sa valeur maximale.
- $u_{\text{BM}} = u' = r' \cdot i \Rightarrow \frac{du_{\text{BM}}}{dt} = r' \cdot \frac{di}{dt}$. A $t = 0$: $\left(\frac{di}{dt} \right)_{t=0} = \frac{E}{L}$ (2.f) $\Rightarrow \left(\frac{du_{\text{BM}}}{dt} \right)_{t=0} = r' \cdot \frac{E}{L}$.
- Or : $I_0 = \frac{E}{r + r'}$ (2.c) $\Rightarrow E = I_0 \cdot (r + r') \Rightarrow \left(\frac{du_{\text{BM}}}{dt} \right)_{t=0} = r' \cdot \frac{I_0 \cdot (r + r')}{L} \Rightarrow \left(\frac{du_{\text{BM}}}{dt} \right)_{t=0} = \frac{r' \cdot I_0}{\tau}$
- h. $\left(\frac{du_{\text{BM}}}{dt} \right)_{t=0}$ représente le coefficient de la tangente à l'origine de la courbe de l'oscillogramme n°1.

Par lecture graphique, on trouve : $\left(\frac{du_{\text{BM}}}{dt} \right)_{t=0} = \frac{5,0 - 0}{10 \times 10^{-3} - 0} = 5,0 \times 10^2 \text{ V.s}^{-1}$

$$\left(\frac{du_{BM}}{dt}\right)_{t=0} = \frac{r' \cdot I_0}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{r' \cdot I_0}{\left(\frac{du_{BM}}{dt}\right)_{t=0}} \text{ soit : } \tau = \frac{50 \times 100 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^2} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$$\tau = \frac{L}{r + r'} \Rightarrow L = \tau \cdot (r + r') \text{ soit : } L = 1,0 \times 10^{-2} \times (10 + 50) = 6,0 \times 10^{-1} \text{ H}$$

3. La tension aux bornes du dipôle RL devient égale à 0 (voie 1 de l'oscilloscope). La tension aux bornes du conducteur ohmique (voie 2 de l'oscilloscope), et donc l'intensité du courant à un coefficient près, ne s'annule pas instantanément à cause de la présence de la bobine.

4. Tensions triangulaires

a. On visualise la tension u_{AB} , c'est-à-dire la tension aux bornes du conducteur ohmique.

b. $u_I = R \cdot i$

c. On visualise la tension u_{BC} .

d. $u_{AB} = R \cdot i \Rightarrow i = \frac{u_{AB}}{R}$ et $\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \cdot \frac{du_{AB}}{dt}$ Or : $u_{BC} = L \cdot \frac{di}{dt} \Rightarrow u_{BC} = \frac{L}{R} \cdot \frac{du_{AB}}{dt}$

e. Le signal triangulaire représente la tension u_{AB} et le signal rectangulaire représente la tension u_{BC} . Or u_{BC} est égale à la dérivée de u_{AB} à un coefficient près.

Sur la partie IJ, u_{AB} est une fonction affine décroissante et sa dérivée est une constante négative.

$\left(\frac{du_{AB}}{dt}\right)$ représente le coefficient directeur du segment IJ.

On trouve : $\left(\frac{du_{AB}}{dt}\right) = -\frac{4,0}{2,0 \times 10^{-3}} = -2,0 \times 10^3 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$

Donc : $u_{BC} = \frac{6,0 \times 10^{-1}}{12 \times 10^3} \times (-2,0 \times 10^3) = -1,0 \times 10^{-1} \text{ V} \dots$ ce qui correspond bien à l'oscillogramme rectangulaire.

Sur la partie JK, u_{AB} est une fonction affine croissante et sa dérivée est une constante positive.

On trouve : $\left(\frac{du_{AB}}{dt}\right) = \frac{4,0}{2,0 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^3 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$

Donc : $u_{BC} = \frac{6,0 \times 10^{-1}}{12 \times 10^3} \times 2,0 \times 10^3 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ V} \dots$ ce qui correspond bien à l'oscillogramme rectangulaire.

SUJET 17

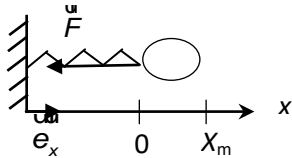
Exercice 1 : ANALYSER LES ÉMISSIONS D'UN POT D'ÉCHAPPEMENT

Exercice 2 : CONTRÔLE DE LA PRESSION DES PNEUS = SECURITÉ

Exercice 3 : AUTOUR D'UN ESTER

Exercice 1 : ANALYSER LES ÉMISSIONS D'UN POT D'ÉCHAPPEMENT

1.



Quand $x > 0$, la force rappelle le système vers sa position d'équilibre, elle est dirigée dans le sens opposé au vecteur unitaire. Le signe «-» est donc nécessaire dans l'expression.

2. Dans le référentiel terrestre la masse est soumise à 3 forces : son poids \vec{p} , la réaction \vec{R} et la force de rappel \vec{F} exercée par le ressort. La deuxième loi de Newton permet d'écrire :
 $\vec{p} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G$ En projetant sur l'axe (ox) la 2ème loi de Newton devient :

$$m.a = m \frac{d^2x}{dt^2} = -k.x \text{ soit } \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

3.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot x(t) + \frac{k}{m} \cdot x(t) = 0$$

$$\text{soit } T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

4. En élevant au carré, on trouve $f_0^2 = \frac{1}{T_0^2} = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{k}{m}$ donc $k = 4\pi^2 \cdot m \cdot f_0^2$

$$5. \quad E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

6. Quand l'élongation est maximale, la vitesse est nulle, donc

$$7. \quad E_m = 0 + E_{pe \text{ max}} = \frac{1}{2} \cdot kX_M^2$$

En utilisant la relation 1 pour exprimer k : $E_m = \frac{1}{2} \cdot kX_M^2 = 2\pi^2 \cdot m \cdot f_0^2 \cdot X_M^2$ (relation 2)

Caractéristiques de la liaison H-Cl

8. Le résonateur de fréquence propre f_0 entre en résonance avec l'excitateur de fréquence f si $f_0 = f$

$$9. \quad k = 4\pi^2 \cdot m \cdot f_0^2 = 5,0 \cdot 10^2 \text{ N.m}^{-1} \text{ (ou kg.s}^{-2}\text{)}$$

$$10. \quad E = 6,6210^{-34} \times f = 2\pi^2 \cdot m \cdot f^2 \cdot X_M^2 \text{ donc } X_M = \sqrt{\frac{6,6210^{-34}}{2\pi^2 \cdot m \cdot f}}$$

$$\text{A.N. : } X_m = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ m.}$$

11. La longueur à ne pas dépasser est de $1,6 \cdot 10^{-11}$ m donc $X_m = 1,5 \cdot 10^{-11}$ m est inférieure à $1,6 \cdot 10^{-11}$ m. La condition est respectée

Détection et oxydation du monoxyde de carbone

12. La figure 4 correspond à la voiture B de 2002 ; le monoxyde de carbone n'est pas émis.

13. La combustion est complète car les produits sont uniquement l'eau et le dioxyde de carbone, il n'y a pas de CO.

14. Figure 5, on constate, au bout de 5 min, l'abaissement du pic correspondant au CO d'une part et l'augmentation de l'intensité des pics pour l'eau et le dioxyde de carbone : la combustion est alors complète et les émissions de CO sont très limitées quand le pot catalytique est chaud.

15. Un catalyseur permet d'accélérer une réaction.

16. Une méthode qui permet de suivre cette réaction est la manométrie (ou mesure du volume du CO_2 qui se dégage)

17.

Équation chimique		$2 \text{CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g})$		
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)		
État initial	$x = 0$	$n_0(\text{CO})$	$n_0(\text{O}_2)$	$n_0(\text{CO}_2)$
État intermédiaire	x	$n_0(\text{CO}) - 2x$	$n_0(\text{O}_2) - x$	$n_0(\text{CO}_2) + 2x$
État final	x_f	$n_0(\text{CO}) - 2x_f$	$n_0(\text{O}_2) - x_f$	$n_0(\text{CO}_2) + 2x_f$

18. $n(\text{CO})_t = n_0(\text{CO}) - 2x$ donc $x = \frac{n_0(\text{CO}) - n(\text{CO})_t}{2}$

19. CO est un réactif ; il est consommé : $n(\text{CO})$ décroît. La vitesse diminue au cours de temps.

Exercice 2 : CONTRÔLE DE LA PRESSION DES PNEUS = SECURITÉ

1. Le courant arrive à l'armature A donc les électrons partent de celle-ci donc l'armature A est positive et l'armature B négative.
2. Le vecteur champ électrique est orienté de l'armature A vers l'armature B car le vecteur champ électrique est orienté de la plaque positive vers la plaque négative.

3. $\tau = RC$ $[\tau] = [R] \times [C]$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{I \times T}{U} = \frac{A \cdot s}{V} \quad \text{Or } u_R = Ri \text{ soit } R = \frac{U}{I} = \frac{V}{A} \quad \tau = \frac{A \cdot s}{V} \times \frac{V}{A} = s$$

4. Méthode de la tangente à l'origine ou méthode des 63% de E donne $\tau = 4,1 \mu s$.

5. $C = \frac{\tau}{R} = \frac{4,1 \cdot 10^{-6}}{100 \cdot 10^3} = 41 \text{ pF} = 41 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 4,1 \cdot 10^{-11} \text{ F}$

6. A l'aide du graphique on trouve une pression de 7 à 7,6 bars.

7. Le régime est sinusoïdal périodique.

8. $T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$

9. $T_0 = 5 \mu s$ $C_2 = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L} = \frac{(5 \cdot 10^{-6})^2}{4\pi^2 \times 16 \cdot 10^{-3}} = 4,0 \cdot 10^{-11} \text{ F} = 40 \text{ pF}$

10. Comme la valeur de C_2 est inférieure à celle de C_1 , alors les pneus sont sous-gonflés.

Exercice 3 : AUTOUR D'UN ESTER

1. Acide carboxylique AH

- 1.1. Un acide est une espèce chimique capable de céder un proton H^+ .

- 1.2. $m = CVM = 0,10 \times 100 \cdot 10^{-3} \times 46 = 0,46 \text{ g}$.

- 1.3. L'équation de la réaction est : $AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

Le tableau d'avancement correspondant est:

	$AH_{(aq)}$	$+ H_2O_{(l)}$	$= A^-_{(aq)}$	$+ H_3O^+_{(aq)}$
État initial	CV	excès	0	0
En cours	CV - x	excès	x	x
État final	CV - x_f	excès	x_f	x_f

- 1.4. Le taux d'avancement final τ est : $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$

1.5. La constante d'acidité du couple AH/A⁻ est :

$$K_A = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}$$

Or d'après le tableau d'avancement, on remarque que :

$$[A^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V}$$

$$[AH]_{\text{éq}} = \frac{cV - x_f}{V} = c - \frac{x_f}{V} = c - [H_3O^+]_{\text{éq}}$$

Donc l'expression de la constante d'acidité devient :

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{c - [H_3O^+]_{\text{éq}}}$$

La concentration $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ est retrouvée à partir de la conductivité :

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \times [H_3O^+]_{\text{éq}} + \lambda_{A^-} \times [A^-]_{\text{éq}}$$

$$\sigma = [H_3O^+]_{\text{éq}} (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})$$

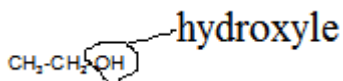
$$\text{Donc } [H_3O^+]_{\text{éq}} = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})} = 4,2 \text{ mol.m}^{-3} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.$$

Donc on trouve $K_A = 1,8 \cdot 10^{-4}$.

1.6. L'acide carboxylique AH est l'acide méthanoïque HCOOH.

2. Alcool éthylique

2.1. La formule semi-développée de l'éthanol est CH₃-CH₂-OH et le groupe caractéristique est le groupe hydroxyle OH



L'alcool est primaire car le carbone portant le groupe hydroxyle OH est lié à un seul carbone. (ou le carbone fonctionnel porte 2H)

2.2. Le spectre IR de l'éthanol doit comporter deux types de pics :

Liaison OH liée (liaison hydrogène) | Entre 3100 et 3500 cm⁻¹

Liaison C-H | Entre 2900 et 3100 cm⁻¹

Donc le spectre A est celui qui convient à l'éthanol.

2.3. La molécule d'éthanol comporte 3 groupes d'hydrogènes équivalents :

CH₃ : correspondant au signal c

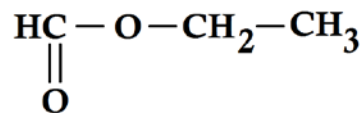
CH₂ : correspondant au signal b

OH : correspondant au signal a

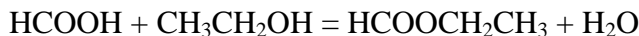
2.4. Le signal b situé à 3,6 ppm correspond au groupe d'hydrogènes équivalents CH₂ qui ont 3 hydrogènes voisins donc avec la règle de n+1 uplets, ce signal aura 4 pics (un quadruplet).

3. La synthèse de l'ester E

3.1. La formule semi-développée du formiate d'éthyle est :



3.2. L'équation de la réaction est :



Le tableau d'avancement correspondant est :

	$\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = \text{HCOOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$			
État initial	n	n'	0	0
En cours	$n - x$	$n' - x$	x	x
État final	$n - x_f$	$n' - x_f$	x_f	x_f

3.3. $x_{\max} = n = 0,200 \text{ mol}$ car $n < n'$

3.4. Le rendement ρ de la synthèse est définie par :

$$\rho = \frac{n_E(\text{expérimental})}{n_E(\text{maximal})} \quad \rho = \frac{nE}{nE_{\max}} = \frac{0,128}{0,20} \times 100 = 64 \%$$

3.5. L'expression de la constante d'équilibre K de la réaction est :

$$K = \frac{[\text{ester}]_{\text{éq}} \times [\text{eau}]_{\text{éq}}}{[\text{acide}]_{\text{éq}} \times [\text{alcool}]_{\text{éq}}} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\frac{(n - x_f)}{V} \times \frac{(n' - x_f)}{V}}$$

$$\text{Donc } K = \frac{x_f^2}{(n - x_f)(n' - x_f)}$$

3.6. Après développement et factorisation, on obtient :

$$(K - 1)x_f^2 - K(n + n')x_f + Knn' = 0$$

Ceci est une équation de second degré avec pour constante :

$$a = (K - 1) = 3$$

$$b = -K(n + n') = -2,2$$

$$c = Knn' = 0,28$$

Donc il y a deux solutions : $x_{f1} = 0,569 \text{ mol}$ et $x_{f2} = 0,164 \text{ mol}$

La seule solution plausible est $x_{f2} = 0,164 \text{ mol}$ car inférieur à x_{\max}

3.7. le rendement théorique est :

$$\rho_{th} = \frac{0,164}{0,20} \times 100 = 82 \%$$

donc $\rho < \rho_{th}$ et cet écart est dû aux pertes expérimentales causées par les différentes étapes de la synthèse.

SUJET 18

Exercice 1 : PROPAGATION DU SON DANS L'AIR

Exercice 2 : DÉCOMPOSITION DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE

Exercice 3 : PERFORMANCE D'UNE ATHLÈTE

Exercice 1 : PROPAGATION DU SON DANS L'AIR

PARTIE 1- Généralités sur le son et la lumière.

1. **Faux**, car l'onde sonore est une onde mécanique qui se propage sans transport de matière.
2. **Faux**, car l'onde sonore est une onde mécanique qui nécessite un milieu matériel pour se propager.
3. **Vrai**, car pour l'onde sonore, la direction de la perturbation est parallèle à la direction de la propagation de l'onde.
4. **Faux**, car $T = \frac{\lambda}{c} = \frac{600 \cdot 10^{-9}}{3 \cdot 10^8} = 2 \cdot 10^{-15} \text{ s}$

PARTIE 2- La célérité du son

1. Le micro M_2 est plus éloigné de la source par rapport au micro M_1 . Dans ce cas l'amplitude du signal du micro M_2 est plus petite que celle du micro M_1 . Donc **la courbe 1** appartient au signal du micro M_1 et **la courbe 2** appartient au signal du micro M_2 .
2. La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à sa période T .

$$d_1 = 10 \cdot \lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{d_1}{10} \Leftrightarrow \lambda = \frac{15,2}{10} = 1,52 \text{ cm}$$

3. $T = 4,4 \times 10,0 = 44,0 \text{ } \mu\text{s}$ et la fréquence f est :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{44,0 \cdot 10^{-6}} = 2,27 \cdot 10^4 \text{ Hz}$$

4. $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1,52 \cdot 10^{-2}}{44,0 \cdot 10^{-6}} = 345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

5. Les 2 sinusoïdes sont en opposition de phase ceux-ci vérifient

$$\text{la relation : } d_2 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \text{ accepter } d_2 = \frac{\lambda}{2} + k\lambda$$

$$\text{pour } k = 3 \text{ on a } d_2 = 7 \frac{1,52}{2} = 5,32 \text{ cm}$$

6. La valeur de la vitesse v calculée à la question 4. est très proche à la vitesse du son se propageant **dans le diazote**

7. On a une droite linéaire d'équation $v^2 = k \times \frac{1}{M}$. Calculons ce coefficient k .

$$k = \frac{1,7 \cdot 10^6 - 0}{500 - 0} = 3,40 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$$

8. En utilisant l'expression donnée on obtient :

$$v^2 = K \cdot \frac{1}{M} = 1,4 \cdot R \cdot T \times \frac{1}{M}$$

$$\Rightarrow K = 1,4 \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow T = \frac{K}{1,4 \cdot R} = \frac{3,40 \cdot 10^3}{1,4 \times 8,314} = 292 \text{ K} \quad \text{soit } \theta = 19^\circ \text{C}$$

accepter le résultat en kelvin $290 \text{ K} < T < 296 \text{ K}$

9. Pour doubler la vitesse du son dans un gaz donné, il faudrait multiplier sa température par **4**, c'est-à-dire passer par exemple de 20°C à **899°C** .

PARTIE 3- Interférences lumineuses

1. Les sources doivent être synchrones et cohérentes. (ou : de même nature, de même fréquence et en phase).

2. En O, la différence de marche $\delta = S_2O - S_1O = 0$. (ou : elle est de la forme $\delta = k \cdot \lambda$ avec $k = 0$.) On a donc une frange brillante en O.

3. a. i est une longueur. 2) $[\lambda \cdot D^2] = [L^3]$.

Dans 2) on a une longueur au cube, l'expression n'est donc pas cohérente, **elle est à éliminer**.

b.

- Si λ diminue, i diminue : **la relation 3) n'est pas compatible. (0,25 pts)**
- Si D augmente, i augmente : **la relation 4) n'est pas compatible. (0,25 pts)**
- Si d varie, i n'est pas modifié : **la relation 5) n'est pas compatible. (0,25 pts)**
- Si λ diminue, i augmente : **les relations 3) et 4) ne sont pas compatibles. (0,25 pts)**

4. On en déduit que **seule 1) est correcte**.

5.
$$i = \frac{\lambda \cdot D}{a} = \frac{633 \cdot 10^{-9} \times 4,0}{500 \cdot 10^{-6}} = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Exercice 2 : DÉCOMPOSITION DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE

Partie I

1. Eau oxygénée. C'est un désinfectant
2. $O_2/H_2O_2 \Rightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2O_2$ O_2 oxydant et H_2O_2 réducteur
 $H_2O_2/H_2O \Rightarrow H_2O + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$ H_2O_2 oxydant et H_2O réducteur
L'équation s'écrit : $2H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$
3. Le peroxyde d'hydrogène se décompose
4. La décomposition est lente

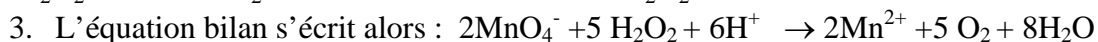
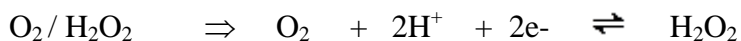
Partie II

1. Dans la solution S_0 on a prélevé 5mL transvasés dans une fiole jaugée de 500mL donc facteur de dilution est : $F = \frac{V}{V_0} = \frac{500}{5} = 100$ La solution S_0 est diluée dans un premier temps 100 fois ensuite à partir de cette solution diluée on a préparé les solution S_1, S_2 et S_3

Ou Lors de première dilution on a : $t_0 \cdot v_0 = t_1 \cdot v_1$ (1) avec $v_0 = 5\text{mL}$ et $v_1 = 500\text{mL}$ Lors de deuxième dilution on a : $t_1 \cdot v'_1 = t_2 \cdot v_2$ (2) avec $v'_1 = 10\text{mL}$ et $v_2 = 80\text{mL}$

de la relation (2) on obtient : $t_1 = \frac{t_2 \cdot v_2}{v'_1}$. puis on remplace t_1 par son expression dans la relation (1) pour

obtenir : $t_0 \cdot v_0 = \frac{t_2 \cdot v_2}{v'_1} \cdot v_1$ d'où le facteur de dilution : $F = \frac{t_0}{t_2} = \frac{v_1 \cdot v_2}{v'_1 \cdot v_0} \Rightarrow F = \frac{t_0}{t_2} = \frac{500 \times 80}{10 \times 5} = 8 \cdot 10^2$



4. Dans l'équation bilan il y a la présence des ions H^+ d'où l'ajout de l'acide sulfurique

5. La persistance de la coloration rose correspond à l'équivalence .

6. A l'équivalence $n(H_2O_2)_0 = \frac{5}{2} n(MnO_4^-)_E$

Pour la solution S_1 : $n(H_2O_2)_0 = \frac{5 \times 0,019 \times 24,3 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,001154 \text{ mol dans } 10\text{mL}$

Pour la solution S_2 : $n(H_2O_2)_0 = \frac{5 \times 0,019 \times 24,1 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,00114475 \text{ mol dans } 10 \text{ mL}$

Pour la solution S_3 : $n(H_2O_2)_0 = \frac{5 \times 0,019 \times 22,8 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,001083 \text{ mol dans } 10\text{mL}$

7. Dans chaque flacon la quantité de matière dans 10mL est égale à la quantité dans 500mL. Comme la solution obtenue est diluée cette quantité est égale à la quantité dans 5mL de S_0 .

Pour la solution pH=3 :

La quantité dans 10 mL vaut 0,001154 mol

Dans 500mL la quantité vaut : $\frac{0,001154 \times 500}{10} = 0,0577$ mol . Comme la dilution ne modifie pas la quantité, la

quantité dans 500mL de la solution diluée est égale à la quantité dans 5mL de S_0 .

0,0577 mol \rightarrow 5mL de S_0

11,54mol \rightarrow 1000mL soit la quantité de matière dans le flacon de **pH=3** vaut 11,54mol. (11,54mol/L).

Donc le litre massique vaut : **$11,54 \times 34 = 392,45$ g/L**

Pour la solution pH=6 :

La quantité dans 10 mL vaut 0,00114475 mol

Dans 500mL la quantité vaut : $\frac{0,00114475 \times 500}{10} = 0,0572375$ mol .

Comme la dilution ne modifie pas la quantité, la quantité dans 500mL de la solution diluée est égale à la quantité dans 5mL de S_0 .

0,0572375 mol \rightarrow 5mL de S_0

11,4475mol \rightarrow 1000mL soit la quantité de matière dans le flacon de **pH=6** vaut 11,4475mol. (11,54mol/L).

Donc le litre massique vaut : **$11,4475 \times 34 = 389,2$ g/L**

Pour la solution pH=9 :

La quantité dans 500mL vaut : $\frac{0,0011083 \times 500}{10} = 0,05415$ mol

Comme la dilution ne modifie pas la quantité, la quantité dans 500mL de la solution diluée est égale à la quantité dans 5mL de S_0 .

0,05415 mol \rightarrow 5mL de S_0

10,83mol \rightarrow 1000mL soit la quantité de matière dans le flacon de **pH=9** vaut 10,83mol. (10,83mol /L).

Donc le titre massique vaut : **$10,83 \text{mol} \times 34 = 368,2$ g/L**

8. Pour pH=3

Le pourcentage de perte en masse de H_2O_2 vaut : $\left| \frac{395 - 392,45}{395} \right| \times 100 = 0,66\%$

Pour pH=6

Le pourcentage de perte en masse de H_2O_2 vaut : $\left| \frac{395 - 389,2}{395} \right| \times 100 = 1,5\%$

Pour pH=9

Le pourcentage de perte en masse de H_2O_2 vaut : $\left| \frac{395 - 368,2}{395} \right| \times 100 = 6,8\%$

Pour une bonne conservation de la solution de peroxyde d'hydrogène il faut que le pourcentage de perte en masse soit la plus faible donc le pH qui convient est le pH=3

Partie III

1. Les ions Fe^{2+} sont des catalyseurs et la catalyse est homogène.
- 2.

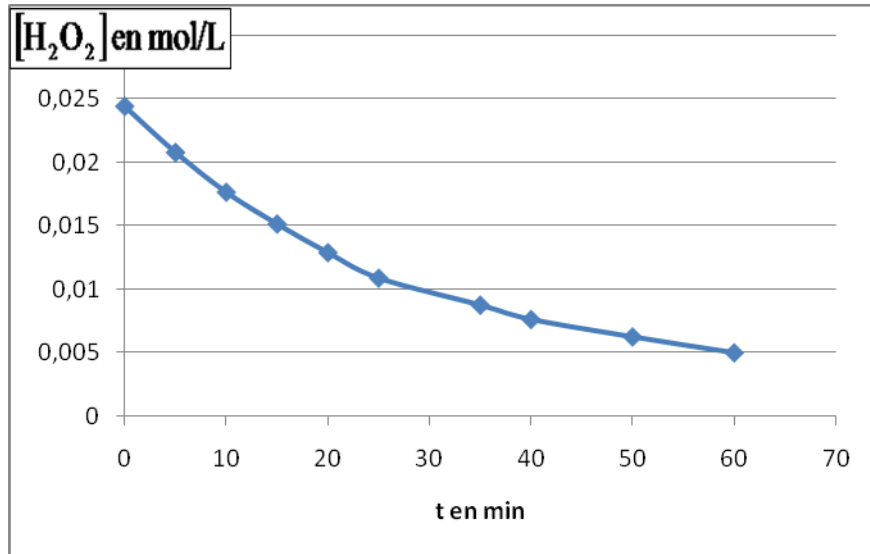
	$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$				
A $t=0$	$n(\text{MnO}_4^-)_0$	$n(\text{H}_2\text{O}_2)_0$	excé s	0	0
$t > 0$	$n(\text{MnO}_4^-)_{0-}$ 2x	$n(\text{H}_2\text{O}_2)_{0-}$ 5x		2x	5x

A l'équivalence $n(\text{H}_2\text{O}_2)_0 = \frac{5}{2} n(\text{MnO}_4^-)_E$ soit $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{5}{2} \times c \times V_E$

- 3.

t en min	V en mL	$-\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}$
0	9,75	0,024375
5	8,3	0,02075
10	7,05	0,017625
15	6,05	0,015125
20	5,15	0,012875
25	4,35	0,010875
35	3,5	0,00875
40	3,05	0,007625
50	2,5	0,00625
60	2	0,005

- 4.



5. La vitesse diminue en cours de temps

6. $t_{1/2}$ est la durée au de laquelle l'avancement la moitié de l'avancement maximale ou finale.

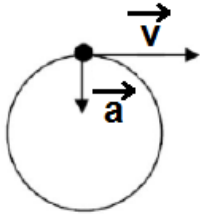
$$t_{1/2} = 21 \text{ min}$$

Exercice 3 : PERFORMANCE D'UNE ATHLÈTE

A. Étude du mouvement du boulet avant le lâcher du marteau par l'athlète

1. Par définition $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ or le mouvement étant circulaire, la direction du vecteur vitesse change à chaque instant. Le vecteur vitesse \vec{v} varie ce qui est à l'origine d'une accélération.

2.



3.
$$\vec{a} = \frac{v^2}{R} \vec{n} + \frac{dv}{dt} \vec{t}$$

4. Le mouvement est circulaire uniforme. Donc $\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{0}$ d'où $a = \frac{v^2}{R}$ $a = \frac{v^2}{R} = \frac{27^2}{1,6} \approx 4,6 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-2}$

B. Étude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau par l'athlète

5.

$\vec{v}_0 \left \begin{array}{l} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \end{array} \right.$	$O\vec{G}_0 \left \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{array} \right.$
--	---

6. Application de la deuxième loi de Newton :

$$\Rightarrow \Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}_G$$

$$\Rightarrow \vec{P} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{g} = \vec{a}_G$$

\Rightarrow

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_x = v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \end{array} \right.$$

$$O\vec{G} \left| \begin{array}{l} x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + h \end{array} \right.$$

7. $y(x) = -\frac{1}{2} g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \cdot \tan \alpha + h$

8. Vitesse initiale v_0 , angle α et la hauteur h .

9. Equation de la forme : $Y(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ avec $a = -0,0134$; $b = 1,00$ et $c = 2,7$.

Pour déterminer la performance de l'athlète il faut résoudre $y(x) = 0$

La résolution de cette équation du second degré en x donne deux racines :

$$x_1 = -2,604 \text{ m} = -2,6 \text{ m} < 0 \text{ donc à rejeter ;}$$

$$x_2 = 77,01 \text{ m} = 77 \text{ m ce qui placerait l'athlète à la 4}^{\text{ème}} \text{ place des J.O. de Londres de 2012.}$$

SUJET 19

Exercice 1 : MOUVEMENT D'UNE BILLE

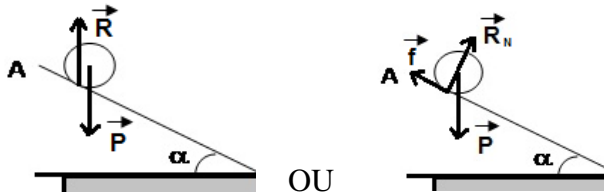
Exercice 2 : ACIDIFICATION DES OCÉANS

Exercice 3 : ETUDE D'UN TRANSDUCTEUR, LE HAUT-PARLEUR

Exercice 1 : MOUVEMENT D'UNE BILLE

I. Mouvement de la bille sur la planche AO

1. Le poids \vec{P} , la réaction du support \vec{R} et la force de frottement \vec{f} Ou Le poids \vec{P} et la réaction verticale du support \vec{R}



2. OU
 3. Non, car l'énergie mécanique n'est pas conservée.
 4. Le mouvement est rectiligne uniforme. Donc

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \quad \text{ou} \quad \vec{R}_N + \vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$$

 5. **Cas 1 :** $\vec{P} = -\vec{R}$. $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ et $\vec{R} = -m \cdot \vec{g}$ Donc $P = m \cdot g = 6,90 \cdot 10^{-3} \times 10 = 6,90 \cdot 10^{-2} \text{ N}$
 et $\vec{R} = 6,90 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

Cas 2 :

- Selon la pente : $\vec{P} \cdot \sin \alpha - \vec{f} = 0$;

$$P = m \cdot g = 6,90 \cdot 10^{-2} \text{ N} \quad \text{et} \quad \underline{\vec{f} = P \cdot \sin \alpha = 3,45 \cdot 10^{-2} \text{ N}}$$

- Selon la normale : $\vec{R}_N - \vec{P} \cdot \cos \alpha = 0$; $\underline{\vec{R}_N = P \cdot \cos \alpha = 5,98 \cdot 10^{-2} \text{ N}}$

II. Mouvement de la bille sur la phase OC.

1. $V_b = m_b / \rho_b = 6,90 / 7,70 = 0,896 \text{ cm}^3$.
 2. a. $F_A = \rho_{\text{air}} \cdot V_b \cdot g = 1,22 \times 0,896 \cdot 10^{-6} \times 10 = 1,09 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ $P = m \cdot g = 6,90 \cdot 10^{-3} \times 10 = 6,90 \cdot 10^{-2} \text{ N}$
 b. $\frac{P}{F_A} = \frac{6,90 \cdot 10^{-2}}{1,09 \cdot 10^{-5}} = 6,31 \cdot 10^3$ Donc la poussée d'Archimède F_A est négligeable devant le poids P .
 c. F_A et f sont négligeables devant le poids P . donc la bille est en chute libre.

3. a.

$$\begin{aligned} v_{0x} &= v_0 \cdot \cos \beta \\ \vec{v}_0 \quad v_{0y} &= 0 \\ v_{0z} &= v_0 \cdot \sin \beta \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} x_0 &= 0 \\ \vec{O}\vec{G}_0 \quad y_0 &= 0 \\ z_0 &= 0 \end{aligned}$$

$$c. \sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a} ; \quad m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} ; \quad \vec{g} = \vec{a}$$

Les caractéristiques de vecteur accélération \vec{a} sont : point d'application le centre de gravité de la bille ; direction verticale ; sens vers le bas et valeur égale 10 m.s^{-2} .

d. D'après le paragraphe II.3.c, les coordonnées du vecteur accélération sont :

$$\vec{a}_G \quad \begin{aligned} a_{Gx} &= 0 \\ a_{Gy} &= 0 \\ a_{Gz} &= -g \end{aligned}$$

Or $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}}{dt}$; par intégration, on obtient :

$$\vec{v} \quad \begin{aligned} v_x &= v_{0x} = v_0 \cdot \cos \beta \\ v_y &= v_{0y} = 0 \\ v_z &= -g \cdot t + v_{0z} = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \beta \end{aligned}$$

e.

$$\overline{OG} \quad \begin{aligned} x(t) &= (v_0 \cdot \cos \beta) \cdot t \\ y(t) &= 0 \\ z(t) &= -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \beta) \cdot t \end{aligned}$$

f. On effectue un changement de variable : $t = \frac{x(t)}{v_0 \cos \beta}$ et on l'introduit dans l'équation de $z(t)$. On

obtient : $z(x) = -\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v_0^2 \cos^2 \beta} + x \cdot \tan \beta$.

g. Le point C est la Portée de la bille. Au point C, $z(x) = 0$. $x = 0$ ou $-\frac{1}{2} g \cdot \frac{x_p^2}{v_0^2 \cos^2 \beta} + \tan \beta = 0$

$$x_p = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g} = d ; \quad d = \frac{(20)^2 \cdot \sin(2 \times 20)}{10} = 0,26 \text{ m} = 26 \text{ cm}$$

III. Mouvement de la bille dans l'eau.

1. La valeur de la durée t qu'il faut écarter est **1,10s**. car cette valeur est très écartée des autres valeurs.

2. $t_{\text{exp}} = (0,66 + 0,64 + 0,65 + 0,64) / 4 = \mathbf{0,6475s}$.

3. $z(t) = - (1/2) \cdot g \cdot t^2$; $-h = - (1/2) \cdot g \cdot t^2$ on obtient $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,30}{10}} = 0,24 \text{ s}$; **0,24s < 0,6475 s**

la bille n'effectue pas une chute libre. Il y a d'autres forces exercées sur la bille.

4. Le poids \vec{P} , la poussée d'Archimède \vec{F}_A et la force de frottement \vec{f} .

5. D'après la 2^{ème} loi de Newton : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}$ $\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$ On projette les forces sur

l'axe (O, \vec{k}) : $-P + F_A + f = -m \cdot a$ $-m \cdot g + m_{\text{eau}} \cdot g + \lambda \cdot v^2 = -m \cdot \frac{dv}{dt}$

(on divise tout par $(-m)$; on obtient : $g - \frac{m_{\text{eau}}}{m} \cdot g - \frac{\lambda}{m} v^2 = \frac{dv}{dt}$ on accepte cet éq dif On pose : $m = \rho \cdot V$

et $m_{\text{eau}} = \rho_e \cdot V$ On obtient : $g(1 - \frac{\rho_e}{\rho}) - \frac{\lambda}{m} v^2 = \frac{dv}{dt}$

$$6. f = \lambda \cdot v^2 \Rightarrow \lambda = \frac{f}{v^2} \quad [\lambda] = \left[\frac{f}{v^2} \right] = \left[\frac{\text{M.L.T}^{-2}}{\text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2}} \right] = \left[\frac{\text{M}}{\text{L}} \right] = [\text{M.L}^{-1}] \quad \text{Donc l'unité de } \lambda \text{ est le } \mathbf{kg \cdot m^{-1}}$$

$$7. \text{ Vitesse limite si : } g \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho}\right) - \frac{\lambda}{m} v_{\text{lim}}^2 = 0 \quad v_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{\lambda} \cdot \left(1 - \frac{\rho_e}{\rho}\right)}$$

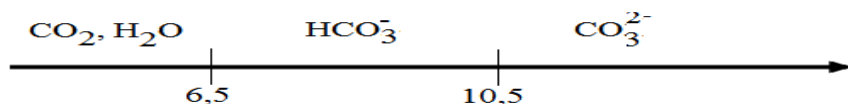
Exercice 2 : ACIDIFICATION DES OCÉANS

1. Étude du texte

- 1.1. Les deux conséquences citées dans le texte sont : le réchauffement climatique et l'acidification des océans.
- 1.2. Le réchauffement climatique est à l'effet de serre. Le gaz responsable de cet effet est le CO₂.
- 1.3. La dissolution du CO₂ dans l'eau de mer entraîne une diminution de son pH donc une augmentation de la concentration des ions oxonium H₃O⁺.
- 1.4. Il faut limiter l'utilisation des combustibles fossiles et favoriser les énergies renouvelables.

2. Une conséquence de la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau.

- 2.1. a. Les couples sont : (CO₂, H₂O) / HCO₃⁻; HCO₃⁻ / CO₃²⁻
 b. Lorsque la forme acide et la forme basique d'un couple ont la même concentration, on a pH = pKa. Pour : (CO₂, H₂O) / HCO₃⁻, on lit sur le graphe: pka₁ = 6,5 ; Pour HCO₃⁻ / CO₃²⁻: pka₂ : 10,5
- 2.2. Diagramme de prédominance



- 2.3. L'ion HCO₃⁻ est un ampholyte.
- 2.4. Le CO₂ dissous réagit avec les ions CO₃²⁻ présents dans l'eau de mer, qui ne sont plus disponibles pour former du calcaire.
- 2.5. À pH = 8,2 ; l'espèce prédominante est l'ion hydrogénocarbonate

3. Titration des ions hydrogénocarbonates dans de l'eau de mer.

- 3.1. L'équivalence correspond lorsque les réactifs ont été ajoutés en proportions stœchiométriques **OU** changement de réactif limitant.
- 3.2. En utilisant le minimum de la dérivée, on obtient V_E = 10,3 mL et pH_E = 4,7.
- 3.3. D'après l'équation de la réaction de titrage n_i(HCO₃⁻) = n_E(H₃O⁺)
- 3.4. [HCO₃⁻] · V_{eau} = c_a · V_E d'où [HCO₃⁻] = $\frac{c_a V_E}{V_{\text{eau}}}$ [HCO₃⁻] = $\frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 10,3}{40,0} = \mathbf{2,63 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}}$

Exercice 3 : ETUDE D'UN TRANSDUCTEUR, LE HAUT-PARLEUR

1. Modélisation de l'ensemble "dôme + ressorts"

1.1. Étude théorique

1.1.1. Le mobile est soumis à trois forces : le poids \vec{P} , la force de rappel \vec{F} du ressort et la réaction \vec{R} du support.

1.1.2. La seconde loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ex} = m \cdot \vec{a}$: $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. or $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. or

$$\vec{F} = -kx(t)\vec{i} \text{ et } \vec{a} = \frac{d^2x(t)}{dt^2}\vec{i} \Rightarrow -kx(t)\vec{i} = m \frac{d^2x(t)}{dt^2}\vec{i} \Rightarrow -kx(t) = m \frac{d^2x(t)}{dt^2} \Rightarrow m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + kx(t) = 0$$

1.1.3. $x(t) = X_m \cos \left[\left(\frac{2\pi}{T_0} \right) t + \phi_0 \right]$ $\frac{dx(t)}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0} X_m \sin \left[\left(\frac{2\pi}{T_0} \right) t + \phi_0 \right]$, $\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} X_m \cos \left[\left(\frac{2\pi}{T_0} \right) t + \phi_0 \right] = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} x(t)$; D'après l'équation différentielle, on a : $-\frac{4\pi^2}{T_0^2} m \cdot x(t) + kx(t) = 0 \Rightarrow$

$$\left(k - \frac{4\pi^2}{T_0^2} m \right) x(t) = 0 \Rightarrow k - \frac{4\pi^2}{T_0^2} m = 0 \Rightarrow k = \frac{4\pi^2}{T_0^2} m \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

1.1.4. $[T_0^2] = [T_0]^2 = \frac{[m]}{[k]}$ avec $[k] = \frac{[F]}{[x]} = \frac{[ma]}{[x]} = \frac{MLT^{-2}}{L} = MT^{-2}$ Ainsi $[T_0]^2 = \frac{M}{MT^{-2}} = T^2$

1.2. Étude des enregistrements

1.2.1. $8T_0 = 0,6 \text{ s} \Rightarrow T_0 = 0,075 \text{ s}$

1.2.2. Le graphe est une droite passant par l'origine donc $\frac{d^2x(t)}{dt^2}$ est proportionnel à x et le coefficient directeur est négatif. Ce qui est en accord avec l'équation différentielle que l'on peut mettre sous la

forme : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$

2. Modélisation du haut-parleur

2.1. Le système {bobine + aimant} est appelé l'**excitateur**. Le système {dôme + spider} est appelé le **résonateur**.

2.2. Il y a résonance lorsque la fréquence f de l'excitateur est égale à la fréquence propre $f_0 = \frac{1}{T_0}$ du

résonateur donc $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$.

2.3. Pour réduire les effets de la résonance, il faut un amortissement fort donc des frottements

3. Application à un haut-parleur

3.1. Analogies électrique – mécanique

3.1.1. La raideur k est analogue à l'inverse de C donc $\frac{1}{k}$ est analogue à C . La masse m est analogue à L .

$$3.1.2. T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$3.1.3. \text{ On a } k = \frac{1}{C_m} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ N.m}^{-1}$$

3.2. Vérification de la valeur de f_S

$$T_S = 2\pi \sqrt{\frac{M_m}{k}} = 15 \text{ ms} \quad f_S = \frac{1}{T_S} = 68 \text{ Hz, ce qui correspond à la valeur donnée avec un écart relatif de l'ordre de } 3 \% \text{ (écart relatif non demandé)}$$

Indicateurs colorés, conductivité molaire ionique, alphabet grec

Principaux indicateurs colorés	teinte acide	zone de virage	teinte basique
vert de malachite (1 ^{er} vir.)	jaune	0,1 - 2,0	vert
jaune d'alizarine R (1 ^{er} vir.)	rouge	1,9 - 3,3	jaune
hélianthine	rouge	3,1 - 4,4	jaune
bleu de bromophénol	jaune	3,0 - 4,6	bleu-violet
rouge d'alizarine S (1 ^{er} vir.)	jaune	3,7 - 5,2	violet
vert de bromocrésol	jaune	3,8 - 5,4	bleu
rouge de méthyle	rouge	4,2 - 6,2	jaune
bleu de bromothymol	jaune	6,0 - 7,6	bleu
rouge de crésol	jaune	7,2 - 8,8	rouge
phénolphtaléine	incolore	8,2 - 10,0	rose
rouge d'alizarine S (2 ^e vir.)	violet	10,0 - 12,0	jaune
jaune d'alizarine R (2 ^e vir.)	jaune	10,1 - 12,1	violet
vert de malachite (2 ^e vir.)	vert	11,5 - 13,2	incolore
carmin d'indigo (2 ^e vir.)	bleu	11,6 - 14,0	jaune

Doc. 1 Principaux indicateurs colorés.

ion	(mS . m ² . mol ⁻¹)	ion	(mS . m ² . mol ⁻¹)	ion	(mS . m ² . mol ⁻¹)	ion	(mS . m ² . mol ⁻¹)
H ₃ O ⁺	35,0	Ca ²⁺	11,90	HO ⁻	19,9	CH ₃ CO ₂ ⁻	4,09
Li ⁺	3,86	Ba ²⁺	12,74	F ⁻	5,54	ClCH ₂ CO ₂ ⁻	4,22
Na ⁺	5,01	Zn ²⁺	10,56	Cl ⁻	7,63,	Cl ₂ CHCO ₂ ⁻	3,83
K ⁺	7,35	Fe ²⁺	10,70	Br ⁻	7,81	C ₂ H ₅ CO ₂ ⁻	3,58
NH ₄ ⁺	7,34	Pb ²⁺	14,20	I ⁻	7,70	C ₆ H ₅ CO ₂ ⁻	3,24
Ag ⁺	6,19	Al ³⁺	18,90	NO ₃ ⁻	7,14	CrO ₄ ²⁻	17,0
CH ₃ NH ₃ ⁺	5,87	Fe ³⁺	20,40	IO ₃ ⁻	4,05	CO ₃ ²⁻	13,86
				CN ⁻	7,80	SO ₄ ²⁻	16,0
				MnO ₄ ⁻	6,10	PO ₄ ³⁻	27,84
				HCO ₂ ⁻	5,46		

Doc. 2 Conductivité molaire ionique de quelques ions à 25 °C.

nom	minuscule	majuscule	nom	minuscule	majuscule	nom	minuscule	majuscule
alpha	α	A	ïota	ι	I	rhô	ρ	P
bêta	β	B	kappa	κ	K	sigma	σ	Σ
gamma	γ	Γ	lambda	λ	Λ	tau	τ	T
delta	δ	Δ	mu	μ	M	upsilon	υ	Υ
epsilon	ε	E	nu	ν	N	phi	φ	Φ
zêta	ζ	Z	ksi	ξ	Ξ	khi	χ	X
êta	η	H	omicron	ο	O	psi	ψ	Ψ
thêta	θ	Θ	pi	π	Π	oméga	ω	Ω

Doc. 3 Alphabet grec.

TABLE DE DONNÉES SPECTROSCOPIQUES IR


Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité F : fort ; m : moyen ; f : faible
O—H alcool libre	3 580 3 670	F ; large
O—H alcool lié	3 200 3 400	F ; large
N—H amine imine	3 100 3 500	m
N—H amide	3 100 3 500	F
C _D —H	3 300 3 310	m ou f
C _{sp³} —H	3 000 3 100	m
C _{sp²} —H aromatique	3 030 3 080	m
C _{sp} —H	2 800 3 000	F
C _{sp²} —H aldéhyde	2 750 2 900	m
O—H acide carboxylique	2 500 3 200	F à m ; large
C≡C	2 100 2 250	f
C≡N	2 120 2 260	F ou m
C=O anhydride	1 700 1 840	F ; 2 bandes
C=O chlorure d'acyle	1 770 1 820	F
C=O ester	1 700 1 740	F
C=O aldéhyde et cétone	1 650 1 730	F
	abaissement de 20 à 30 cm ⁻¹ si conjugaison	
C=O acide	1 680 1 710	F
C=C	1 625 1 685	m
C=C aromatique	1 450 1 600	variable ; 3 ou 4 bandes
N=O	1 510 1 580	F ; 2 bandes
	1 325 1 365	
C=N	1 600 1 680	F

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité F : fort ; m : moyen ; f : faible
N—H amine ou amide	1 560 1 640	F ou m
C _{sp³} —H	1 415 1 470	F
C _{sp³} —H (CH ₃)	1 365 1 385	F ; 2 bandes
C—O	1 050 1 450	F
C—C	1 000 1 250	F
C—F	1 000 1 040	F
C _{sp²} —H aromatique	730 770	F ; 2 bandes
monosubstitué	690 770	
C _{sp²} —H aromatique o - disubstitué	735 770	F
m - disubstitué	750 810 680 725	F et m ; 2 bandes
p - disubstitué	800 860	F
C _{sp²} —H aromatique trisubstitué	770 800	F et m ; 2 bandes
1,2,3	685 720	
1,2,4	860 900 800 860	F et m ; 2 bandes
1,3,5	810 865 675 730	F ; 2 bandes
C—Cl	700 800	F
C—Br	600 750	F
C—I	500 600	F

Tables de déplacements chimiques δ (ppm) des protons en RMN

Méthyle -CH ₃		Méthylène -CH ₂ -		Méthyne -CH 	
Proton	δ (ppm)	Proton	δ (ppm)	Proton	δ (ppm)
CH ₃ -C	0,9	C-CH ₂ -C	1,3	C-CH-C	1,5
CH ₃ -C-O	1,4	C-CH ₂ -C (cycle)	1,5	C-CH-C-O	2,0
CH ₃ -C=C	1,6	C-CH ₂ -C-O	1,9	C-CH-Ar	3,0
CH ₃ -Ar ⁽¹⁾	2,3	C-CH ₂ -C=C	2,3	C-CH-CO-R	2,7
CH ₃ -CO-R ⁽²⁾⁽³⁾	2,2	C-CH ₂ -Ar	2,7	C-CH-O-R	3,7
CH ₃ -CO-Ar	2,6	C-CH ₂ -CO-R	2,4	C-CH-O-H	3,9
CH ₃ -CO-O-R	2,0	C-CH ₂ -CO-O-R	2,2	C-CH-O-CO-R	4,8
CH ₃ -CO-O-Ar	2,4	C-CH ₂ -O-R	3,4	C-CH-N	2,8
CH ₃ -CO-N-R	2,0	C-CH ₂ -O-H	3,6	C-CH-Cl	4,0
CH ₃ -O-R	3,3	C-CH ₂ -O-Ar	4,3	C-CH-C-Cl	1,6
CH ₃ -OH	3,4	C-CH ₂ -O-CO-R	4,1	C-CH-Br	3,6
CH ₃ -O-Ar	3,8	C-CH ₂ -N	2,5	C-CH-C-Br	1,7
CH ₃ -O-CO-R	3,7	C-CH ₂ -C=C-CO	2,4	C-CH-I	4,2
CH ₃ -	2,3	C-CH ₂ -Cl	3,4	C-CH-C-I	1,9
CH ₃ -C=C-CO	2,0	C-CH ₂ -C-Cl	1,7	C-CH-C≡N	2,7
CH ₃ -Cl	3,0	C-CH ₂ -Br	3,3		
CH ₃ -C-Cl	1,5	C-CH ₂ -C-Br	1,7		
CH ₃ -Br	2,7	C-CH ₂ -I	3,1		
CH ₃ -C-Br	1,7	C-CH ₂ -C-I	1,8		
CH ₃ -I	2,2	-CH ₂ -C≡N	2,3		
CH ₃ -C-I	1,9	C-CH ₂ -C-C=C	1,5		
CH ₃ -C≡N	2,0	-CO-CH ₂ -Ar	3,8		

Proton	δ (ppm)	Proton	δ (ppm)	Proton	δ (ppm)
-C=CH ₂	5,3	R-CO-H	9,9	-C=C-OH	11-17
-C=CH-	5,1	Ar-CO-H	9,9	R-OH	0,5-5,5
C ₆ H ₆	7,2	H-CO-O	8,0	Ar-OH	4,2-7,1
Ar-H	7,0-9,0	H-CO-N	8,0	R-NH-	0,6-5
R-C≡C-H	3,1	-CO-OH	8,5-13	R-CC-NH-	5-8,5

- (1) Ar : désigne un composé avec un cycle aromatique comme le benzène () ou ses dérivés.
- (2) R : désigne un radical alkyle comme les radicaux méthyl(-CH₃), éthyle (C₂H₅) etc.
- (3) -CO- : désigne le groupe C=O, présents dans les aldéhydes, les cétones, les acides carboxyliques, les esters, les amides, les anhydrides d'acides etc.

Classification périodique des éléments

Période		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																			
↓		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		2																																			
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon																									
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar																									
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9																											
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8		131,3		222																	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
hydrogène		lithium		beryllium		sodium		potassium		rubidium		caesium		francium		scandium		titane		vanadium		chrome		manganèse		fer		cobalt		nickel		cuivre		zinc		aluminium		silicium		phosphore		soufre		chlore		argon		hélium		néon		krypton		xénon		radon															
H		Li		Be		Na		K		Rb		Cs		Fr		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Al		Si		P		S		Cl		Ar		He		Ne		Kr		Xe		Rn															
1,0		6,9		9,0		23,0		39,1		85,5		132,9		223		45,0		47,9		50,9		52,0		54,9		55,8		58,7		63,5		65,4		27,0		28,1		31,0		32,1		35,5		39,9		4,0		20,2		83,8																					

Dans la même collection vous trouverez :

PRESSE Bac

Terminale S



ANNALE 2016-2017

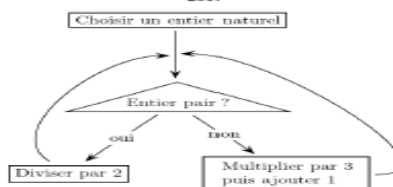
- Tous les sujets de bac adaptés au nouveau programme
- Corrigés détaillés
- Conseils pour réussir la physique-chimie au Bac



AlgOmega

Terminale S

2017



OmégaBAC

Terminale S

