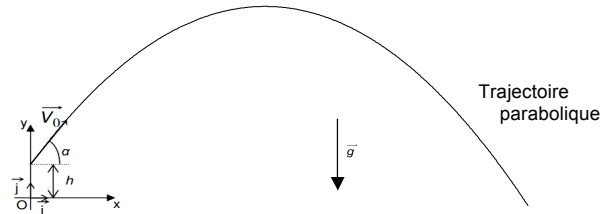


BAC BLANC : CORRECTION

EXERCICE 1 : UNE « ARME » POUR COMMUNIQUER. (16 points)

PARTIE 1 : TRAJECTOIRE DE LA FUSEE ECLAIRANTE

1)



2) Dans le référentiel terrestre considéré galiléen, on peut appliquer la **deuxième loi de Newton** au système {fusée éclairante} pour déterminer les coordonnées du vecteur accélération.

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m_f \cdot \vec{a}$$

On néglige toutes les actions dues à l'air, alors la fusée est en chute libre, soumise uniquement à la force poids \vec{P} . Ainsi $\vec{P} = m_f \cdot \vec{a}$. donc $m_f \cdot \vec{g} = m_f \cdot \vec{a}$ donc $\vec{g} = \vec{a}$

Dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) , on obtient
$$\vec{a} \begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = -g \end{cases}$$

3) Comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, en intégrant on obtient
$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -g \cdot t + C_2 \end{cases}$$
 où $C_1 = v_{0x}$ et $C_2 = v_{0y}$, sont des constantes

liées aux conditions initiales. On a ici:
$$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

En intégrant, on obtient:
$$\vec{OG} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + C_4 \end{cases}$$
 où $C_3=0$ et $C_4=h$, les constantes liées aux conditions initiales.

$$\vec{OG} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + h \end{cases}$$

4) a) $t = x/28$ donc l'équation de la trajectoire est : $y = -4,9 (x/28)^2 + 44(x/28) + 2,2$
 $y = -0,0063 x^2 + 1,6 x + 2,2$

b) Pour déterminer la valeur de la durée du vol de la fusée éclairante, on cherche la date t_{vol} pour laquelle la fusée touche le sol, ainsi $y(t_{vol}) = 0$.

La résolution de l'équation $-4,9 \cdot t_{vol}^2 + 44 \cdot t_{vol} + 2,2 = 0$ conduit à deux solutions $t_1 = -0,040$ s et $t_2 = 9,0$ s, c'est bien sur cette dernière valeur positive qui correspond à t_{vol} .

c) On sait que la fusée commence à éclairer au bout d'une seconde.

Pour connaître l'altitude à partir de laquelle la fusée commence à éclairer, calculons $y(t = 1$ s).
 $y(t=1) = -4,9 \times 1,0^2 + 44 \times 1,0 + 2,2 = 41$ m

On cherche l'altitude à laquelle la fusée cesse d'éclairer.

La fusée éclaire ensuite de façon intense pendant 5,0 secondes, elle atteint alors l'altitude $y(t = 5,0+1,0) = -4,9 \times 6,0^2 + 44 \times 6,0 + 2,2 = 90$ m.

On a trouvé que la fusée éclairait entre 41 et 90 m d'altitude. La fusée étant très haute elle éclaire une large zone et elle est vue de loin, ce qui semble adapté au but recherché.

d) Au sommet de la trajectoire le vecteur vitesse est horizontal donc $v_y = 0$ m/s
 $v_y(t_{(y_{max})}) = -9,8 \cdot t_{(y_{max})} + 44 = 0$ donc $t_{(y_{max})} = 44/9,8 = 4,5$ s.

On a donc $y_{max} = -4,9 \times 4,5^2 + 44 \times 4,5 + 2,2 = 101$ m

PARTIE 2 : LE REcul DU PISTOLET

1) $\vec{p}_0 = (m_p + m_f) \cdot \vec{v}$ Avant que la fusée ne quitte le pistolet, on a $\vec{v} = \vec{0}$ donc $\vec{p}_0 = \vec{0}$.

2) a) La quantité de mouvement d'un système isolé se conserve : $\vec{p} = Cte$.

b) Juste après l'éjection de la fusée, la quantité de mouvement du système a pour expression :
 $\vec{p} = m_p \cdot \vec{v}_p + m_f \cdot \vec{v}_0$ Comme $\vec{p} = Cte$ alors $\vec{0} = m_p \cdot \vec{v}_p + m_f \cdot \vec{v}_0$ donc $\vec{v}_p = -\frac{m_f}{m_p} \cdot \vec{v}_0$

c) Le soldat tient fermement le pistolet lors du tir, ainsi il exerce une force sur le système ce qui réduit la vitesse de recul du pistolet. D'autre part, le système subit des forces de frottement non prises en compte.

EXERCICE 2 : DIFFERENTES TECHNIQUES DE NETTOYAGE (14 POINTS)

PARTIE 1 : NETTOYER AVEC DES ULTRASONS

A) Étude des ultrasons

1.

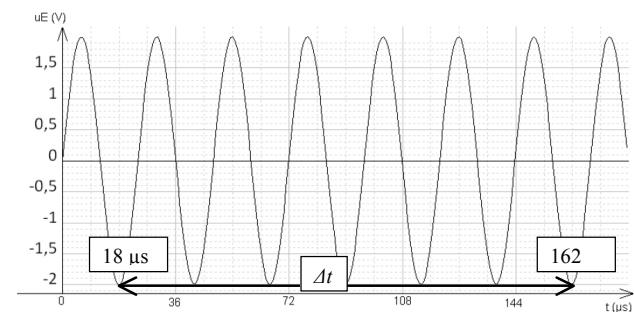


Figure 1

On mesure la durée Δt du plus grand nombre N possible de périodes, on en déduit la période

$$T = \frac{\Delta t}{N}, T = \frac{162 - 18}{6} = 24 \mu\text{s} = 24 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$2. f = \frac{1}{T}, f = \frac{1}{24 \times 10^{-6}} = 41\,667 \text{ Hz que l'on arrondit à deux chiffres significatifs donc } f = 4,2 \times 10^4 \text{ Hz} = 42 \text{ kHz}$$

3. On souhaite déterminer la longueur d'onde λ des ultrasons.

a) La longueur d'onde est la plus petite distance entre deux points du milieu dans le même état vibratoire.

b) Initialement l'émetteur et le récepteur étant dans la même tranche d'air, les signaux sont en phase. En éloignant le récepteur d'une distance égale à la longueur d'onde $\lambda = 8 \text{ mm}$, on observe à nouveau des signaux en phase. Pour augmenter la précision de la mesure, il faut mesurer plusieurs longueurs d'onde. On procède à plusieurs décalages successifs des signaux. Ainsi la distance mesurée est plus grande.

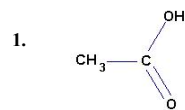
c) $\lambda = v \cdot T$ donc $v = \frac{\lambda}{T}, v = \frac{8 \times 10^{-3}}{24 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$. La valeur attendue est de 340 m.s^{-1} à 25°C . L'écart entre les deux valeurs est dû au manque de précision sur la valeur expérimentale de la célérité et on peut aussi remarquer que l'expérience a été réalisée à 20°C et non pas à 25°C .

4. La fréquence f des ultrasons émis est la même quel que soit le milieu de propagation. Par contre la célérité v des ultrasons varie selon ce milieu. Comme $\lambda = \frac{v}{f}$ alors la longueur d'onde varie suivant le milieu de propagation.

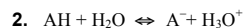
B) Étude du nettoyage

- Les ultrasons nécessitent un milieu matériel pour se propager, ce sont effectivement des ondes mécaniques.
- fréquence (vitesse de propagation dans le même milieu accepté).

PARTIE 2 : NETTOYAGE CHIMIQUE



La chaîne carbonée comporte deux atomes de carbone \rightarrow éthan
La molécule comporte le groupe caractéristique carboxyle \rightarrow acide ...oïque



3.

a) Dilution:

Solution mère : vinaigre pur
 $C_0 \text{ mol.L}^{-1}$
 V_0 à prélever

Solution fille : vinaigre dilué dix fois
 $C_1 = C_0/10$
 V_1 préparé

Au cours d'une dilution la quantité de matière de soluté se conserve, donc $C_0 V_0 = C_1 V_1$

$$C_0 V_0 = \frac{C_0}{10} V_1, V_0 = \frac{V_1}{10}$$

On prélève à l'aide d'une pipette jaugée 10,0 mL de vinaigre pur. On verse ce volume dans une fiole jaugée de 100,0 mL. On ajoute de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole. On agite.

On ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge. Puis on agite à nouveau. On dispose alors d'une solution de vinaigre diluée dix fois.

b) La phénolphthaléine est un indicateur coloré (et non un catalyseur !) dont le changement de couleur permet de repérer l'équivalence du titrage.

c) A l'équivalence, toute l'espèce à doser (AH) est consommée.

d) En notant n_{AH} la quantité de matière d'acide éthanóïque présente dans $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de

vinaigre dilué dix fois, on a $n_{\text{AH}} = n_{\text{HCO}^- \text{ versée}}$ donc : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{\text{Béq}}$, $C_A = \frac{C_B \cdot V_{\text{Béq}}}{V_A}$

$$C_A = \frac{0,100 \times 13,3}{10,0} = 0,135 \text{ mol.L}^{-1}$$

Le vinaigre ayant été dilué dix fois on a $C_0 = 10 \times C_A = 1,35 \text{ mol.L}^{-1}$

La quantité de matière d'acide éthanóïque contenue dans un volume V de vinaigre pur est $n = C_0 \times V$. Soit une masse d'acide éthanóïque $m = n \times M = C_0 \times V \times M$.

On remplace V par 0,100 L correspondant au 100 g de vinaigre :

$$m = 1,35 \times 0,100 \times 60 = 8,1 \text{ g}$$


$$\text{Calcul d'incertitude : } U(D) = \sqrt{\left(\frac{0,1}{13,5}\right)^2 + \left(\frac{0,001}{0,1}\right)^2} \times 8,1 = 0,1^\circ \quad (\text{avec 1 seul chiffre significatif})$$

$D = (8,1 \pm 0,1)^\circ$. Ce résultat est conforme aux indications de l'étiquette.

4. Il est préférable de ne pas nettoyer ces pièces car il est dit que « Les acides réagissent sur les métaux comme le fer, le zinc, le nickel, l'aluminium et ils attaquent les oxydes métalliques. ». Les pièces risqueraient d'être dissoutes par le vinaigre. Les atomes métalliques se transformant en ions aqueux suivant la réaction : $\text{Zn}_{(s)} + 2 \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$. Les ions $\text{H}^+_{(aq)}$ étant apportés par le vinaigre.

EXERCICE 3 : LA RMN POUR RESOUDRE UNE ENIGME (10 POINTS)

1) Question préalable :

	Propositions		Doc	Justification non demandé
1	La hauteur de chaque saut vertical de la courbe d'intégration est proportionnelle au nombre de protons équivalents responsables du signal correspondant.	VRAI		Cours
2	Un groupe de protons équivalents (a) ayant pour voisins n protons (b) présente un signal de résonance sous forme d'un multiplet de (n+1) pics.	VRAI		Cours
3	La substance n°2 peut être de l'éthanol.	FAUX	2 4	Le déplacement chimique du singulet ne correspond pas
4	La molécule d'acide 2-éthyl-3-méthylbutanoïque a pour représentation topologique : 	VRAI		Cours
5	L'acide pyruvique présente 4 protons équivalents.	FAUX	1	Deux groupes protons équivalent CH_3 et O-H

2) Analyse et synthèse de documents

On cherche à identifier la boisson contenue dans la cruche. On va donc s'appuyer sur les spectres RMN pour identifier certaines des molécules présentes.

Remarque :

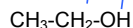
Dans les tableaux d'analyse des spectres RMN, « **h** » correspond à la **hauteur relative du palier de la courbe d'intégration**. (voir si besoin le rappel en fin de corrigé).

→ Analyse du spectre RMN de la substance n°1 : (Doc 3) : On constate la présence de 3 signaux.

Signal	δ(ppm)	h	Interprétation
Singulet	3,7	1	1 proton sans voisin appartenant à un groupe hydroxyle R-OH
Quadruplet	3,3	2	2 protons équivalents avec 3 voisins
Triplet	1,2	3	3 protons équivalents avec 2 voisins

On cherche donc une molécule relativement simple possédant un groupe hydroxyle et seulement 2 autres groupes de protons équivalents.

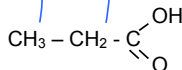
Or parmi toutes les molécules proposées dans le doc 1 seul **l'éthanol** peut donner un tel spectre.



→ Analyse du spectre RMN de la substance n°2 : (Doc 4) : On constate la présence de 3 signaux.

Signal	δ(ppm)	h	Interprétation
Singulet	12,0	1	1 proton sans voisin appartenant à un groupe carboxyle -COOH
Quadruplet	2,3	2	2 protons équivalents avec 3 voisins
Triplet	1,0	3	3 protons équivalents avec 2 voisins

Or parmi les molécules proposées dans le doc 1 seul **l'acide propanoïque** peut donner un tel spectre.

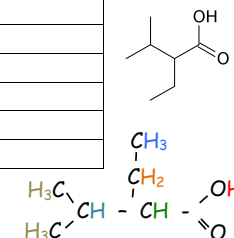


→ Analyse du spectre RMN de la substance n°3 : (Doc 5) : On dénombre 6 signaux.

Signal	δ(ppm)	h	Interprétation
Singulet	11,5	1	1 proton sans voisin appartenant à un groupe carboxyle -COOH
Quadruplet	2,4	1	1 proton avec 3 voisins
Octuplet	1,9	1	1 proton avec 7 voisins
Quintuplet	1,5	2	2 protons équivalents avec 4 voisins
Triplet	0,9	3	3 protons équivalents avec 2 voisins
Doublet	0,8	6	6 protons équivalents avec 1 voisin

L'octuplet nous amène donc à chercher une chaîne ramifiée (condition pour avoir 7 voisins), le doublet correspond sans doute à deux groupements CH₃ liés à un CH, et la molécule doit de plus comporter un groupement carboxyle.

Or parmi les molécules du doc 1 seul **l'acide 2-éthyl-3-méthyl-butanoïque** semble correspondre



→ Au final avec la présence identifiée d'éthanol, d'acide propanoïque et d'acide 2-éthyl-3-méthyl-butanoïque, la boisson contenue dans la cruche était très probablement du **rhum**.

→ Toutefois il reste possible que d'autres boissons que le rhum puissent posséder des molécules donnant les spectres obtenus. De plus seules trois molécules ont pu être isolées par distillation fractionnée et analysées par spectroscopie RMN, or le rhum en contient beaucoup plus. Donc des analyses complémentaires semblent nécessaires.