

BAC BLANC 2020

Épreuve de : Physique-Chimie Obligatoire

Série(s) : S

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 6

Précisions particulières propres au sujet/épreuve

- Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9 y compris celle-ci.
- Chaque exercice sera commencé sur **une copie double différente**.
- Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.
- Les différentes parties de chaque exercice sont indépendantes les unes des autres.

L'usage des calculatrices électroniques est **autorisé seulement si le mode examen est activé**.

L'usage du dictionnaire est **interdit**.

Partie 1 : Les caractéristiques d'un home-cinéma

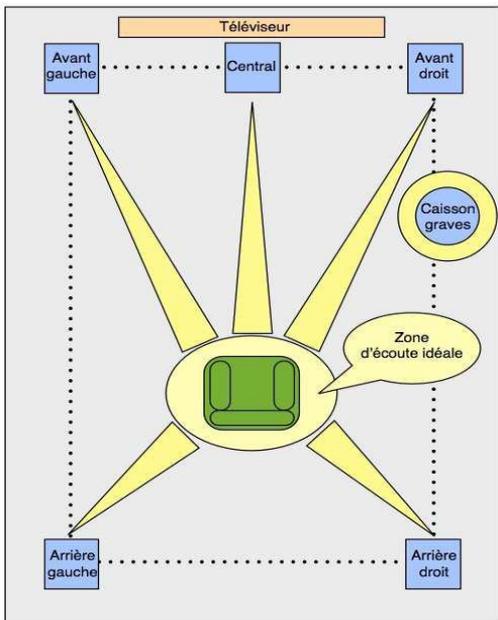
Les systèmes home-cinéma sont de plus en plus utilisés à domicile. L'objectif est de reproduire le plus fidèlement possible l'image et le son du cinéma à la maison. Le choix pour le consommateur est parfois difficile, perdu au milieu de sigles et autres arguments commerciaux : HD, full HD, UHD, 4K, OLED, LCD, son 2.0, 5.1, TV connectée, etc... Dans cet exercice, on se propose d'étudier les principales caractéristiques d'un home-cinéma.

1. L'installation sonore

Les cinémas ont été les premiers à être équipés de sons multicanaux afin d'offrir une spatialisation des effets sonores (le son vient alors de toutes les directions).

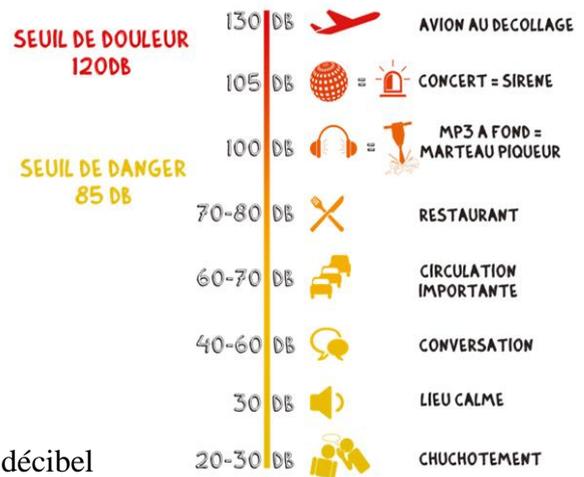
Caractéristique d'une installation sonore 5.1

Un équipement 5.1 signifie que « 5 » haut-parleurs (enceintes) sont utilisés pour retranscrire les voix, les musiques et les effets sonores (alimentés par 5 signaux différents) et que « 1 » caisson de graves est utilisé pour retranscrire les sons très graves (explosions dans un film par exemple). Les enceintes sont disposées comme sur le schéma ci-dessous. Le caisson de graves (subwoofer) peut être placé n'importe où.



D'après <http://www.bienchoisirmonlectromenager.com/>

Échelle des niveaux sonores

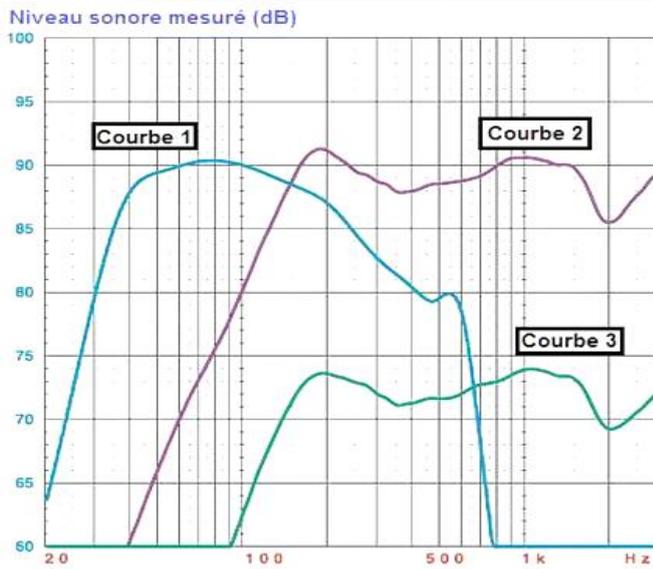


dB : décibel

L'intensité sonore de référence pour le calcul d'un niveau sonore vaut : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

D'après <http://www.pass-santejeunes-bourgoigne.org/>

Niveaux sonores restitués par les enceintes avant, arrière et par le subwoofer



D'après <http://forumhardware.fr>

1.1. À quelle grandeur physique est liée la hauteur d'un son ?

0,5

1.2. Laquelle des trois courbes représentées dans les documents précédents correspond au caisson de graves ? Justifier.

1

1.3. Un technicien souhaite calibrer correctement une installation home-cinéma. Équipé d'un sonomètre, il se place sur le canapé. À l'aide de la télécommande, il déclenche un son sur l'enceinte centrale uniquement et règle son niveau sonore pour que le sonomètre indique 70 dB. Il répète l'opération pour chacune des quatre autres enceintes. L'installation est alors parfaitement équilibrée.

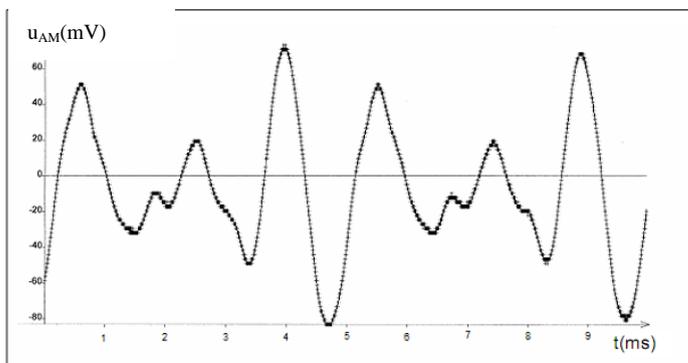
Pour finaliser ses réglages, il met en marche simultanément les cinq enceintes (le caisson de graves restant éteint). Le son produit présente-t-il un danger pour l'audition du technicien ?

1,5

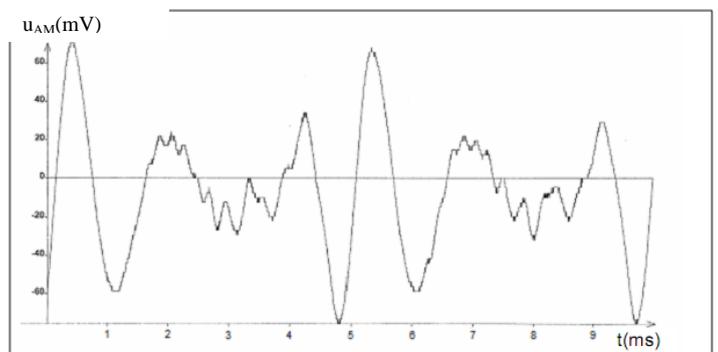
1.4. Pour apprécier la qualité des réglages, le technicien écoute alors la musique d'un groupe composé d'un chanteur, de deux guitaristes, d'un violoniste, d'un bassiste et d'un batteur.

Un enregistrement, séparé pour chaque instrument, est réalisé à l'aide de micros reliés à un système informatisé.

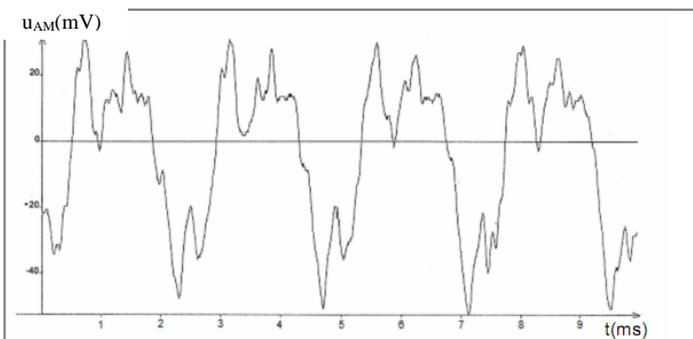
La tension électrique notée U_{AM} en mV, détectée au niveau de l'interface informatique, est proportionnelle à la pression acoustique du son ou encore à l'intensité sonore. Cette tension en fonction du temps est représentée ci-dessous.



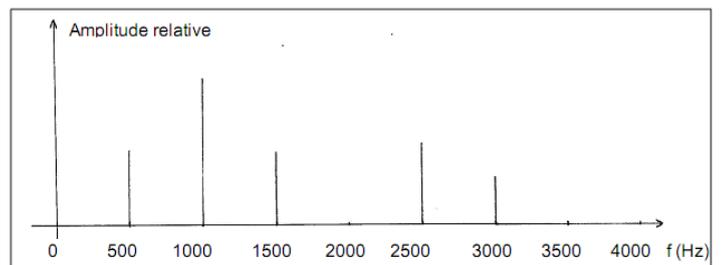
Document 1 :
enregistrement numérique d'un son de la guitare.



Document 2 :
enregistrement numérique d'un son de la basse.



Document 3 :
enregistrement numérique d'un son du violon



Document 4 :
spectres de fréquences d'un son de violon.

L'enregistrement informatisé d'une note jouée par l'une des guitares du groupe est représenté par le **document 1** ci-dessus.

a/ Le son joué par la guitare est-il pur ou complexe ? Justifier.

0,5

b/ À partir du **document 1**, déterminer la période de la note jouée par la guitare. En déduire sa fréquence.

1

Un son de basse a été enregistré dans les mêmes conditions que celui de la guitare.

c/ Le son émis par la guitare (**document 1**) et celui émis par la basse (**document 2**) ont-ils approximativement la même hauteur ? Justifier.

1

d/ La basse et la guitare ont-elles le même timbre ? Justifier.

0,5

e/ La note émise par le violon (**document 3**) est-elle plus ou moins aiguë que celle émise par la guitare ? Justifier.

0,5

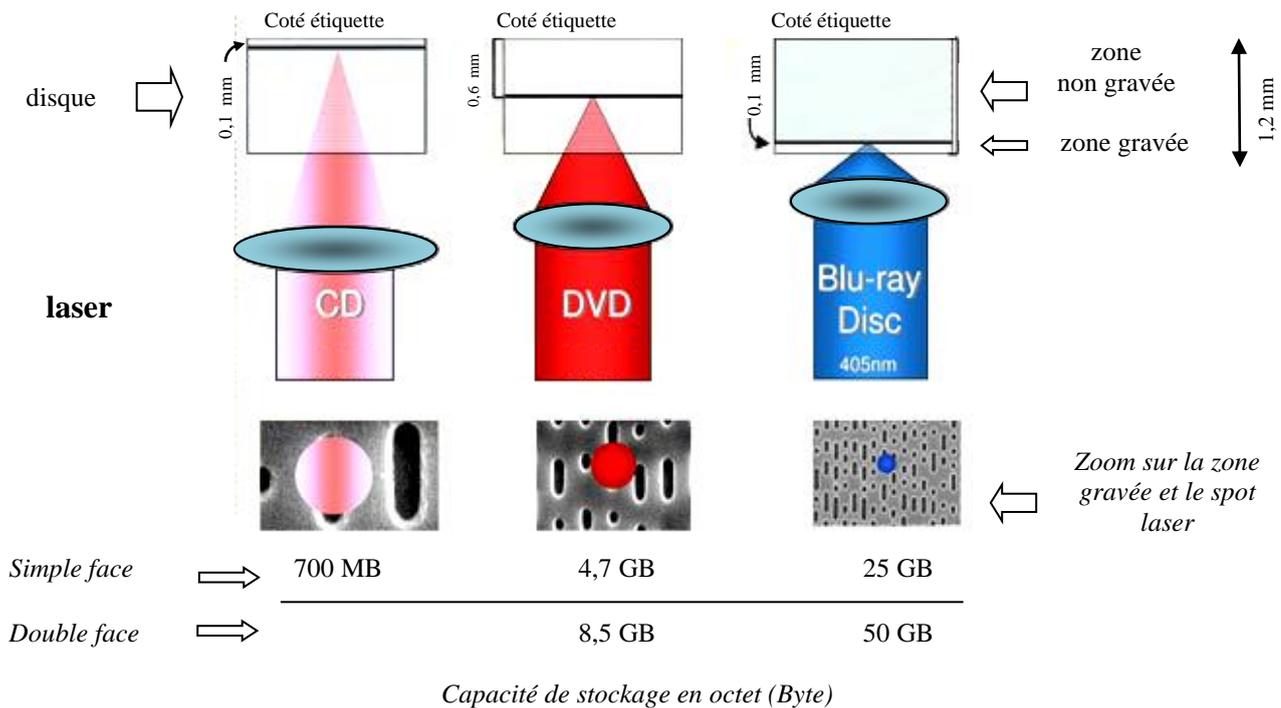
Partie 2 : Lecteur DVD du Home cinéma

Saviez-vous que si vous regardez des DVD, naviguez sur le web, scannez les codes barre et si certains peuvent se passer de leurs lunettes, c'est grâce à l'invention du laser, il y a 60 ans !

Intéressons-nous aux lecteurs CD et DVD. Les lecteurs Blu-ray utilisent une diode laser fonctionnant à une longueur d'onde $\lambda_B = 405 \text{ nm}$ dans le vide, d'une couleur bleue (en fait violacée) pour lire et écrire les données. Les CD et les DVD conventionnels utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges. Les disques Blu-ray fonctionnent d'une manière similaire à celle des CD et des DVD.

Le laser d'un lecteur blu-ray émet une lumière de longueur d'onde différente de celles des systèmes CD ou DVD, ce qui permet de stocker plus de données sur un disque de même taille (12 cm de diamètre), la taille minimale du point sur lequel le laser grave l'information étant limitée par la diffraction.

Pour stocker davantage d'informations sur un disque, les scientifiques travaillent sur la mise au point d'un laser ultra violet.



Donnée : On prendra ici pour la célérité de la lumière dans le vide et dans l'air : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

1. A propos du texte

- 1.1. Schématiser le domaine des longueurs d'onde des ondes électromagnétiques visibles, IR et UV.
- 1.2. Calculer la valeur de la fréquence ν de la radiation utilisée dans la technologie Blu-ray.
- 1.3. Comparer la longueur d'onde du laser Blu-ray à celle des systèmes CD ou DVD.

0,5
0,5
0,25

2. Diffraction

On veut retrouver expérimentalement la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD. On utilise pour cela le montage de la **figure 2** a étant le diamètre du fil, θ le demi-écart angulaire.

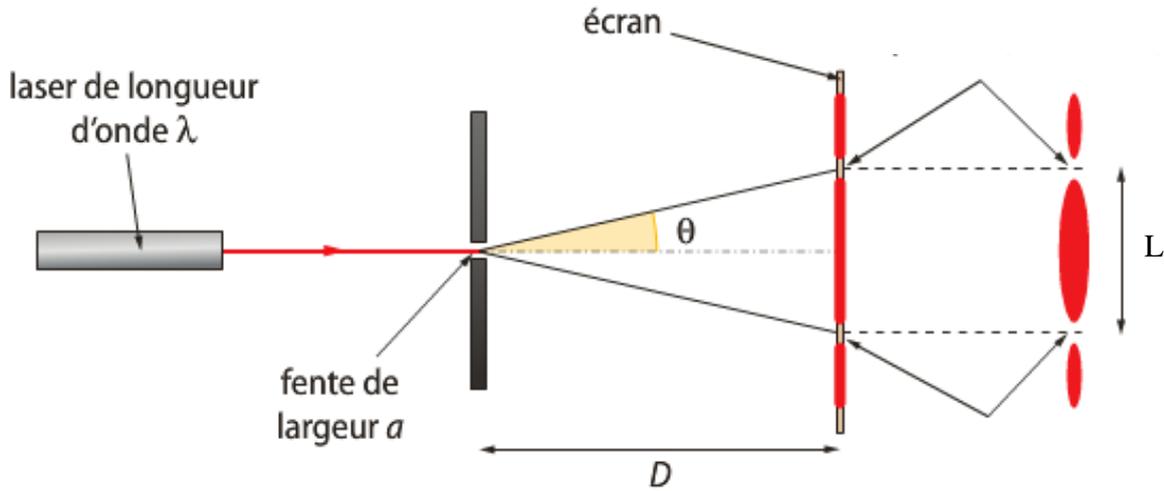


Figure 2

2.1. Expression de λ

- a/ Etablir la relation entre θ , L (largeur de la tache centrale de diffraction) et D (distance entre le fil et l'écran). On supposera θ suffisamment petit pour considérer $\tan \theta \approx \theta$ avec θ en radian.
- b/ Donner la relation entre θ , λ_D et a en indiquant l'unité de chaque grandeur.
- c/ En déduire la relation :

$$\lambda_D = \frac{L \times a}{2 \times D}$$

2.2. Détermination de la longueur d'onde λ_D de la radiation d'un laser de lecteur DVD

Pour la figure de diffraction obtenue avec un laser « DVD », on mesure $L = 4,8$ cm.

On remplace alors le laser « DVD » par le laser utilisé dans le lecteur Blu-ray sans modifier le reste du montage, on obtient une tache de diffraction de largeur $L' = 3,0$ cm.

A partir de ces deux expériences, calculer la valeur de la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD.

0,25

0,5

0,25

0,75

Nom/prénom :
Classe :

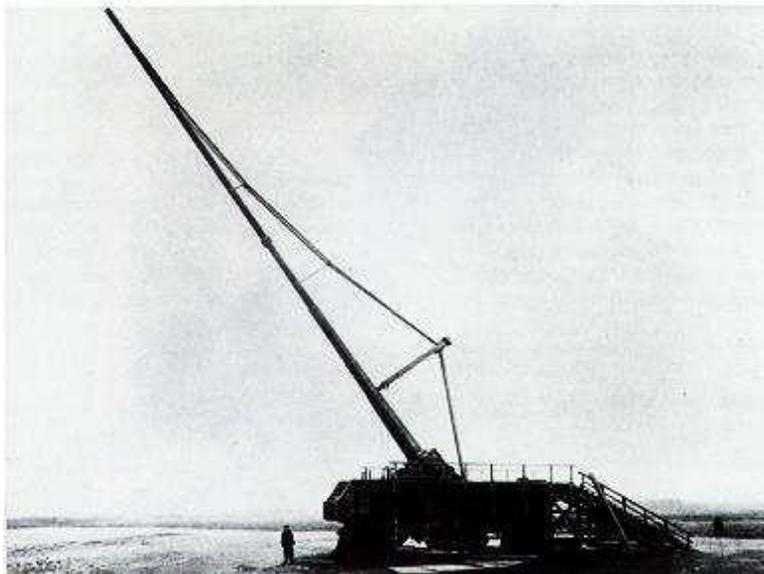
Bac Blanc 2020
Physique-Chimie

Lycée Genevoix
Bressuire

Exercice 2 : Le canon de Paris (5,5 points)

Souvent confondu à tort avec la grosse Bertha, le canon de Paris est à la fois le plus célèbre et le plus mystérieux des canons de toute l'histoire de l'artillerie. Ce canon a bombardé Paris à la fin de la Première Guerre mondiale.

Le tube du canon mesure 36 m et pèse 100 tonnes. La longueur et la masse exceptionnelles du canon ont obligé les ingénieurs de la société allemande Krupp à concevoir un système de soutènement inédit en artillerie. Comme pour un pont suspendu, des haubans et un mât central viennent rigidifier le long tube, l'empêchant de se courber sous son propre poids. Monté, le canon de Paris atteignait la masse de 750 tonnes.



Mais le secret du canon de Paris réside dans la trajectoire de l'obus. Avec une élévation égale à 50,0 degrés, le projectile est propulsé dans la haute atmosphère où l'air raréfié oppose moins de résistance à l'obus et accroît ainsi sa portée.

Le 30 janvier 1918, lors des essais finaux au pas de tir de la marine à Altenwalde, le canon tira un obus de 105 kg avec une vitesse d'éjection de $1600 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La durée de vol de l'obus a été de 176 s et il est tombé à 126 km de distance avec une assez bonne précision.

Les obus ont atteint une altitude de 42 km à l'apogée de leur trajectoire. C'était à l'époque la plus haute altitude jamais atteinte par un projectile lancé par l'homme. Le canon de Paris conserva ce record de 1918 à 1939.

D'après : <http://html2.free.fr/canons/canparis.htm>

Le but de cet exercice est de vérifier quelques données de ce document sur le vol de l'obus.

Données Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

On négligera les frottements et la poussée d'Archimède.

L'obus sera assimilé à un point matériel.

On rappelle que $1 \text{ tonne} = 10^3 \text{ kg}$.

1. Expulsion de l'obus

On suppose que le système {tube du canon + obus} est pseudo-isolé pendant cette phase d'expulsion, c'est-à-dire que l'ensemble des forces extérieures appliquées au système se compensent.

- 1.1. Comment varie la quantité de mouvement du système pendant cette phase de tir ?
- 1.2. En déduire la vitesse de recul du tube lors de l'expulsion de l'obus.
- 1.3. Quelle serait cette vitesse si le tube était 10 fois plus léger (10 tonnes) ? Justifier la masse importante du tube du canon de Paris.

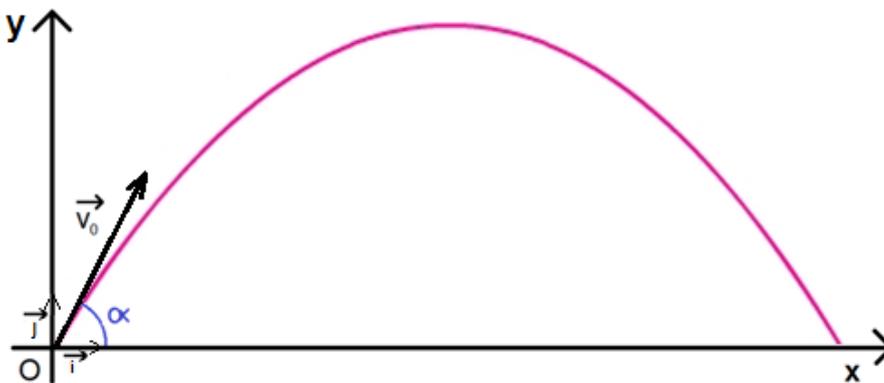
2. Trajectoire de l'obus

On étudie le mouvement de l'obus dans le repère xOy donné ci-dessous.

Le point O est la gueule du canon (l'endroit où l'obus sort du tube du canon).

L'angle α entre le tube du canon et le sol correspond à l'élévation citée dans le document.

\vec{v}_0 est le vecteur vitesse initiale de l'obus à la sortie du canon.



- 2.1. En utilisant une loi de Newton, déterminer les coordonnées du vecteur accélération de l'obus : $a_x(t)$ suivant l'axe Ox et $a_y(t)$ suivant l'axe Oy .
- 2.2. En déduire les expressions des coordonnées $v_x(t)$ et $v_y(t)$ du vecteur vitesse de l'obus et montrer que les équations horaires du mouvement de l'obus s'écrivent :

$$\begin{pmatrix} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{pmatrix}$$

Avec t en secondes, v_0 en mètres par seconde et $x(t)$ et $y(t)$ en mètres.

- 2.3. En déduire l'équation de la trajectoire $y = f(x)$.

3. Vérification des données du document

- 3.1. En utilisant la question 2.2, déterminer la durée du vol et la portée théorique (distance entre le canon et l'endroit où l'obus touche le sol). On négligera la hauteur du canon et on suppose que l'obus arrive à la même altitude que celle de son point de départ.
- 3.2. Déterminer l'altitude théorique maximale atteinte par l'obus connaissant l'expression de la composante verticale de la vitesse de l'obus : $v_y = -9,81 \times t + 1226$
- 3.3. Expliquer l'écart existant entre les résultats théoriques obtenus dans les deux questions précédentes et les données du document.

0,5

1

0,5

0,75

1

0,25

0,75

0,5

0,25

Nom/prénom :	Bac Blanc 2020 Physique-Chimie	Lycée Genevoix Bressuire
Classe :		
Exercice 3 : Le lait de chèvre (5 points)		

L'acide caprique est un acide gras saturé de longueur de chaîne moyenne, présent en petites quantités dans le lait de vache et le lait de chèvre. Par contre, il est abondant dans les huiles tropicales comme l'huile de noix de coco et l'huile de palmiste. L'acide caprique est, entre autres, responsable de bienfaits pour la santé attribués à l'huile de coco.

Cet exercice propose d'étudier la structure et les propriétés acido-basiques de l'acide caprique et de vérifier, par un titrage, que le lait de chèvre en contient environ trois fois plus que le lait de vache.

Données :

- masse molaire de l'acide caprique : 172 g.mol^{-1}
- 100 mL de lait de vache contiennent environ 0,09 g d'acide caprique (sous ses différentes formes acido-basiques)
- la conductivité σ d'une solution ionique peut s'exprimer en fonction de la concentration molaire $[X_i]$ en ions dans la solution et des conductivités molaires ioniques λ_i de chaque ion X_i selon l'expression : $\sigma = \sum_i \lambda_i \times [X_i]$
 - conductivités molaires ioniques à 25 °C :

Ion	H_3O^+	Cl^-	Na^+	HO^-	RCOO^-
$\lambda \text{ (mS.m}^2\text{.mol}^{-1}\text{)}$	34,96	7,63	5,01	19,8	< 4

1. Structure et propriétés acido-basiques de l'acide caprique

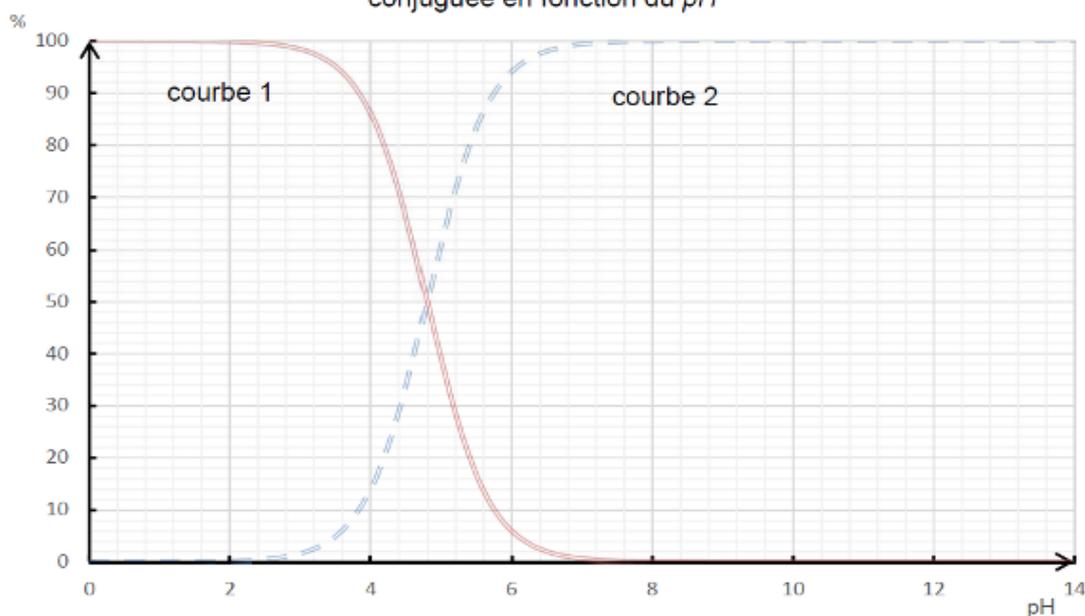
Par souci de simplification, l'acide caprique sera noté R-COOH dans la suite de l'exercice.

1.1. Définir un acide au sens de la théorie de Brønsted. Justifier que l'acide caprique possède des propriétés acido-basiques et donner le couple acide/base auquel il appartient. 0,5

Un producteur de lait souhaite connaître sous quelle forme, acide ou basique, est présent l'acide caprique dans le lait de chèvre. Une mesure du pH de ce lait indique la valeur de 6,0.

1.2. Les quantités des formes acide et basique de l'acide caprique, en solution aqueuse, dépendent du pH de la solution. À 25 °C, les proportions de ces espèces en fonction du pH sont données par les courbes de la figure 1.

figure 1: diagramme de répartition de l'acide caprique et de sa base conjuguée en fonction du pH



a/ Identifier la courbe correspondant à l'acide caprique et celle correspondant à l'autre forme du couple et déterminer la valeur du pK_a de ce couple en explicitant votre démarche.

0,75

b/ En déduire quelle est la forme acido-basique de l'acide caprique présente majoritairement dans le lait de chèvre.

0,25

2. Titrage de l'espèce majoritaire de l'acide caprique contenu dans le lait de chèvre

L'acide caprique et sa base conjuguée contenu dans le lait de chèvre ont été extraits afin de reconstituer une solution aqueuse notée S de même pH que le lait de chèvre.

Il est possible de réaliser le titrage de l'espèce majoritaire contenue dans 10,0 mL de solution S par une solution titrante de concentration molaire égale à $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à choisir entre :

- une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, $\text{Cl}^-(\text{aq})$) ;
- une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{HO}^-(\text{aq})$).

2.1. Choisir la solution titrante en justifiant votre choix et établir l'équation de la réaction support du titrage.

0,5

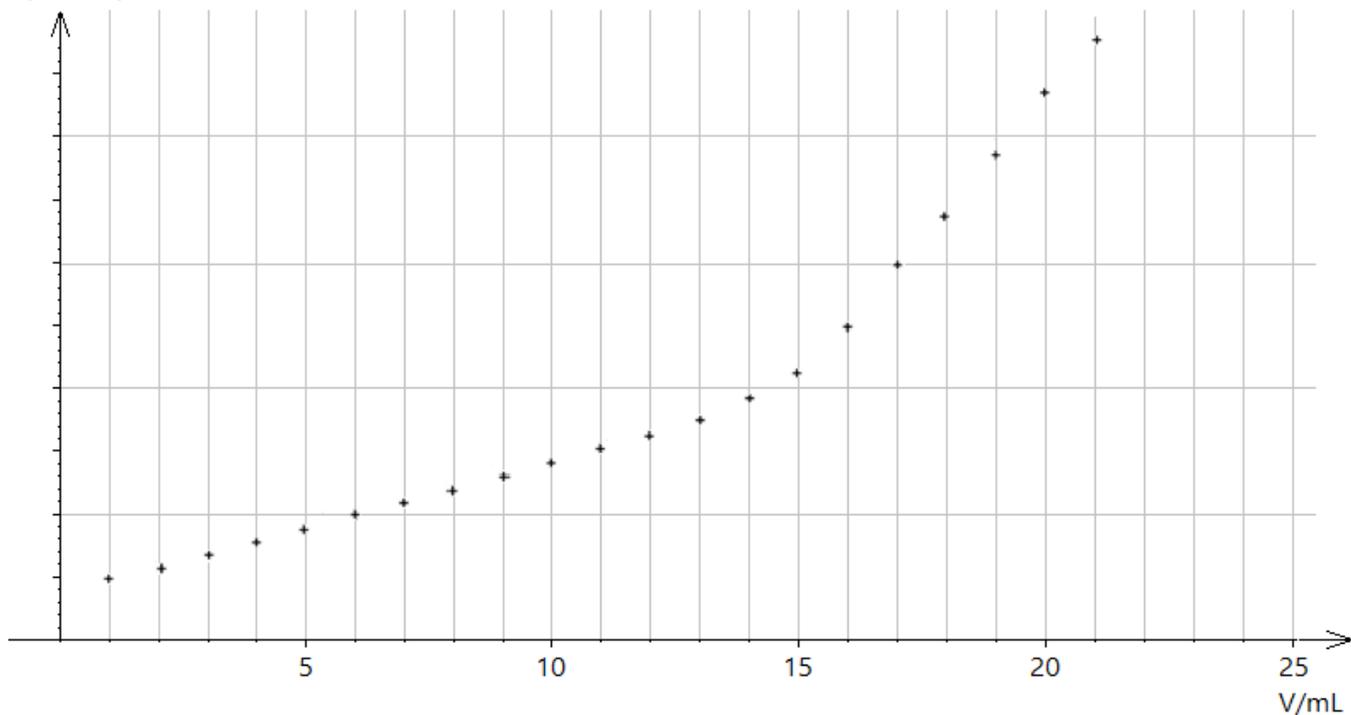
2.2. Schématiser le dispositif expérimental mis en œuvre pour réaliser le titrage et légènder le schéma (matériel et espèces chimiques présentes dans les solutions).

0,5

2.3. Définir l'équivalence d'un titrage et écrire la relation entre les quantités de matière des espèces chimiques mises en jeu.

0,5

$\sigma(\text{mS/cm})$



2.3. Justifier l'allure de la courbe en faisant notamment un bilan de l'évolution des espèces chimiques au cours du titrage.

0,5

2.4. Déterminer, avec précision, le volume équivalent.

0,5

2.5. Le lait de chèvre contient-il bien trois fois plus d'acide caprique (sous ses différentes formes acido-basiques) que le lait de vache ?

1

Pour répondre à cette question, le candidat est invité à prendre des initiatives, à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti, et à faire preuve d'esprit critique sur la méthode choisie pour effectuer cette comparaison.

La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Exercice 1 : Le numérique dans mon salon (10 points)

Partie 1 : Les caractéristiques d'un home-cinéma**1. L'installation sonore**

1.1. La hauteur du son est liée à la fréquence du fondamental exprimée en hertz.

1.2. Le caisson de graves doit restituer avec un bon niveau sonore les sons de basses fréquences (proche de 20 Hz). Il correspond à la courbe 1.

1.3. Les intensités sonores des cinq enceintes s'additionnent.

Déterminons l'intensité sonore I_1 qui correspond à une enceinte seule avec un niveau d'intensité sonore égal à $L_1 = 70$ dB.

$$L_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \quad \frac{L_1}{10} = \log \frac{I_1}{I_0} \quad \frac{I_1}{I_0} = 10^{L_1/10} \quad I_1 = I_0 \cdot 10^{L_1/10}$$

$$I_1 = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{70/10} = 1,0 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}.$$

Déterminons le niveau d'intensité sonore L_5 qui correspond au fonctionnement simultané des cinq enceintes.

$$L_5 = 10 \log \frac{I_5}{I_0} = 10 \log \frac{5I_1}{I_0} \quad L_5 = 10 \times \log \frac{5 \times 1,0 \times 10^{-5}}{1,0 \times 10^{-12}} = 77 \text{ dB}$$

Ce niveau d'intensité sonore est inférieur au seuil de danger de 85 dB, il ne présente pas de danger pour l'audition du technicien.

1.4. a/ La courbe (document 1) n'est pas une sinusoïde : le son joué par la guitare est complexe : il comportera des harmoniques.

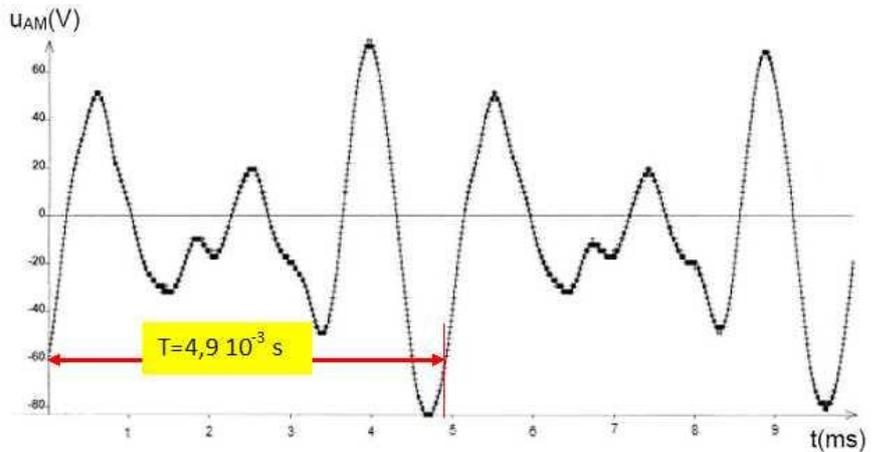
1.4. b/

Sur le graphique : 6,8 cm \Leftrightarrow 9,0 ms

$$3,7 \text{ cm} \Leftrightarrow T_1$$

$$T_1 = \frac{3,7 \times 9,0}{6,8} = 4,9 \text{ ms}$$

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{4,9 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^2 \text{ Hz}$$



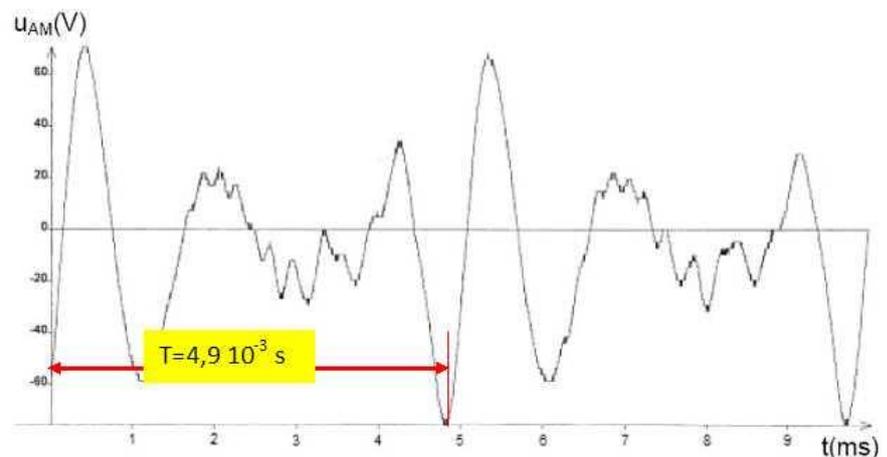
1.4. c/

Sur le graphique : 6,8 cm \Leftrightarrow 9,0 ms

$$3,7 \text{ cm} \Leftrightarrow T_2$$

$$T_2 = \frac{3,7 \times 9,0}{6,8} = 4,9 \text{ ms}$$

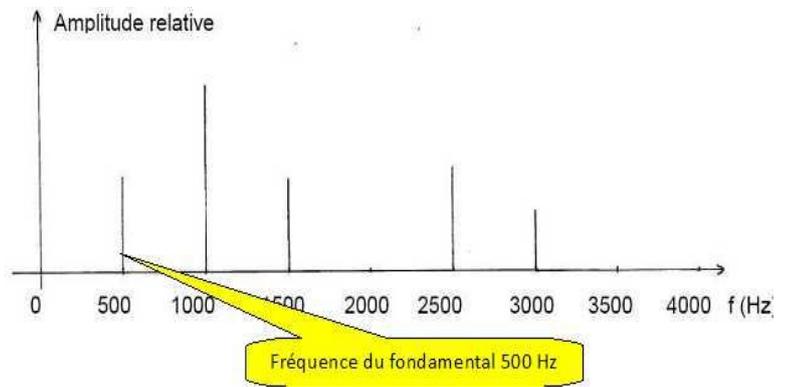
$$f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{4,9 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^2 \text{ Hz}$$



Le son émis par la guitare (document 1) et celui émis par la basse (document 2) ont approximativement la même fréquence : ils ont donc la même hauteur.

1.4. d/ Les formes des deux courbes sont bien différentes, les deux sons n'ont pas le même timbre.

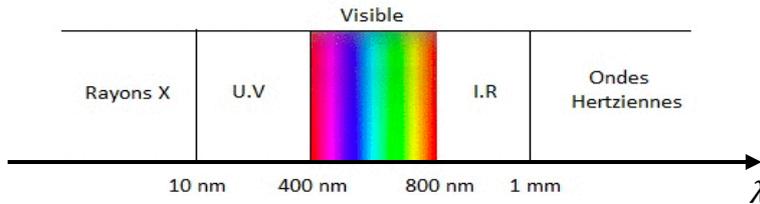
1.4. e/ La fréquence du fondamental du son émis par le violon est supérieure à la fréquence du son émis par la guitare : à une fréquence plus élevée correspond un son plus aigu.



Partie 2 : Lecteur DVD du Home cinéma

1. A propos du texte

1.1.



1.2. $\lambda_B = \frac{c}{\nu}$ donc $\nu = \frac{c}{\lambda_B}$ soit $\nu = \frac{3,00 \times 10^8}{405 \times 10^{-9}} = 7,41 \times 10^{14} \text{ Hz} = 741 \text{ THz}$

1.3. Le texte indique que « les CD et les DVD conventionnels utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges », donc de longueur d'onde **supérieures** à celle du laser blu-ray.

2. Diffraction

2.1. Expression de λ

2.1.a/ D'après le schéma, $\tan \theta \approx \theta = \frac{L}{D} = \frac{L}{2.D}$

2.1.b/ $\theta = \frac{\lambda_D}{a}$ avec λ_D en mètres, θ en radians et a en mètres.

2.1.c/ $\theta = \frac{L}{2.D} = \frac{\lambda_D}{a}$ ainsi $\lambda_D = \frac{L.a}{2.D}$

2.2. Détermination de la longueur d'onde λ_D de la radiation d'un laser de lecteur DVD

$$\lambda_D = \frac{L.a}{2.D} \quad \text{et} \quad \lambda_B = \frac{L'.a}{2.D}$$

$$\frac{\lambda_D}{\lambda_B} = \frac{\frac{L.a}{2.D}}{\frac{L'.a}{2.D}} = \frac{L}{L'} \quad \text{soit} \quad \lambda_D = \frac{L}{L'} \cdot \lambda_B$$

$$\lambda_D = \frac{4,8}{3,0} \times 405 = 648 \text{ nm} = 6,5 \times 10^2 \text{ nm}$$

On vérifie que $\lambda_D > \lambda_B$ comme on l'avait indiqué au 1.3.

Exercice 2 : Le canon de Paris (5 points)

1. Expulsion de l'obus

11. Pour un système pseudo-isolé, la vitesse du centre d'inertie ne varie pas. Comme la masse est aussi invariante, la quantité de mouvement ne change pas.

ou Le système est pseudo isolé, donc d'après la 1^{ère} loi de Newton, $\vec{p} = m \times \vec{v} = \text{cte}$

$$\vec{p}_{\text{avant}}(\text{système}) = \vec{p}_{\text{après}}(\text{système})$$

12. Initialement, l'ensemble est immobile : $\vec{p}_{\text{avant}}(\text{tube} + \text{obus}) = \vec{0}$

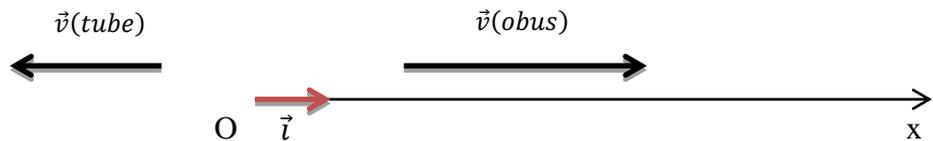
Lors du tir de l'obus, on a d'un côté le tube du canon avec sa masse et sa vitesse de recul et de l'autre l'obus avec sa masse et sa vitesse d'expulsion.

$$\vec{p}_{\text{après}}(\text{système}) = \vec{p}(\text{obus}) + \vec{p}(\text{tube}) = \vec{0}$$

$$m(\text{obus}) \times \vec{v}(\text{obus}) + m(\text{tube}) \times \vec{v}(\text{tube}) = \vec{0}$$

$$\vec{v}(\text{tube}) = - \frac{m(\text{obus}) \times \vec{v}(\text{obus})}{m(\text{tube})}$$

D'après l'égalité vectorielle, le vecteur vitesse de l'obus et celui du tube du canon sont colinéaires mais de sens opposé.



On projette les vecteurs vitesses sur l'axe (Ox) avec le vecteur unitaire \vec{i} , on a :

$$-\vec{v}(\text{tube}) \cdot \vec{i} = - \frac{m(\text{obus}) \times (\vec{v}(\text{obus}) \cdot \vec{i})}{m(\text{tube})}$$

$$v(\text{tube}) = + \frac{m(\text{obus}) \times v(\text{obus})}{m(\text{tube})} = \frac{105 \times 1600}{100 \times 10^3} = 1,68 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La vitesse de recul du tube lors de l'expulsion de l'obus est de $1,68 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

13. Si le tube est 10 fois plus léger, la vitesse de recul sera 10 fois plus grande

Il est donc préférable de choisir une masse importante pour le tube du canon pour diminuer la vitesse de recul

2. Trajectoire de l'obus

2.1

Système : {obus} (l'obus est assimilé à son centre d'inertie M)

Référentiel terrestre supposé galiléen

Le champ de pesanteur \vec{g} est supposé constant

$$\vec{g} \begin{pmatrix} g_x = 0 \\ g_y = -g \end{pmatrix}$$

Une seule force s'exerce sur le système :

- le poids de l'obus : $\vec{P} = m \times \vec{g}$

$$\vec{P} \begin{pmatrix} P_x = 0 \\ P_y = -m \times g \end{pmatrix}$$

Remarque : Les forces de frottement et la poussée d'Archimède sont négligées

Application de la 2^{ème} loi de Newton

Le référentiel terrestre est considéré comme galiléen. Nous pouvons appliquer la 2^{ème} loi de Newton (ou le principe fondamental de la dynamique)

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d(\vec{p}(t))}{dt} = \frac{d(m \times \vec{v}(t))}{dt}$$

La masse du système est constante donc :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \times \frac{d(\vec{v}(t))}{dt} = m \times \vec{a}(t)$$

or

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{P} = m \times \vec{g}$$

donc

$$\vec{P} = m \times \vec{g} = m \times \vec{a}(t)$$

soit

$$\vec{a}(t) = \vec{g}$$

$$\vec{a}(t) \begin{pmatrix} a_x(t) = g_x = 0 \\ a_y(t) = g_y = -g \end{pmatrix}$$

2.1. Conditions initiales : $\vec{v}_0(t) \begin{pmatrix} v_{0x} = +v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_{0y} = +v_0 \times \sin(\alpha) \end{pmatrix}$ et $\vec{OM}_0(t) \begin{pmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{pmatrix}$

On sait que : $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\vec{v}(t) \begin{pmatrix} v_x(t) = C_1 = v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_y(t) = -g \times t + C_2 = -g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) \end{pmatrix}$

Sachant que $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{OM}}{dt}$

soit $\vec{OM}(t) \begin{pmatrix} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t + C_3 = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{g}{2} \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + C_4 = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{pmatrix}$

2.2. $t = \frac{x}{(v_0 \times \cos \alpha)}$ donc l'équation de la trajectoire est :

$$y = -\frac{g \times x^2}{2 \times v_0^2 \times \cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha) \times x$$

3. Vérification des données du document

3.1. Le vol est terminé quand l'obus touche le sol : $y(t) = 0$

$$y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t = t \times \left(-\frac{1}{2} \times g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) \right) = 0$$

Le produit de facteurs est nul si l'un des facteurs est nul :

Soit $t = 0$

Soit $\left(-\frac{1}{2} \times g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) \right) = 0$ d'où $t = \frac{2 \times v_0 \times \sin(\alpha)}{g} = 250 \text{ s}$

La portée est donc : $x(250 \text{ s}) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t = 257 \text{ km}$

3.2. L'altitude théorique maximale est atteinte quand : $v_y(t) = 0$

$$v_y(t) = -g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) = 0 \quad \text{soit} \quad t = \frac{v_0 \times \sin(\alpha)}{g} = 125 \text{ s}$$

L'altitude maximale est donc :

$$y(125) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t = 76,6 \text{ km}$$

3.3 L'écart existant entre les résultats obtenus et les données s'explique par l'existence de forces de frottements non négligeables.

Exercice 3 : Le lait de chèvre (5 points)

1.1. Un acide, au sens de Brønsted, est une espèce chimique capable de libérer un (ou plusieurs) proton(s) H^+ . Le groupe carboxyle $-COOH$ de l'acide caprique est capable de libérer un proton H^+ : l'acide caprique possède donc des propriétés acidobasiques.

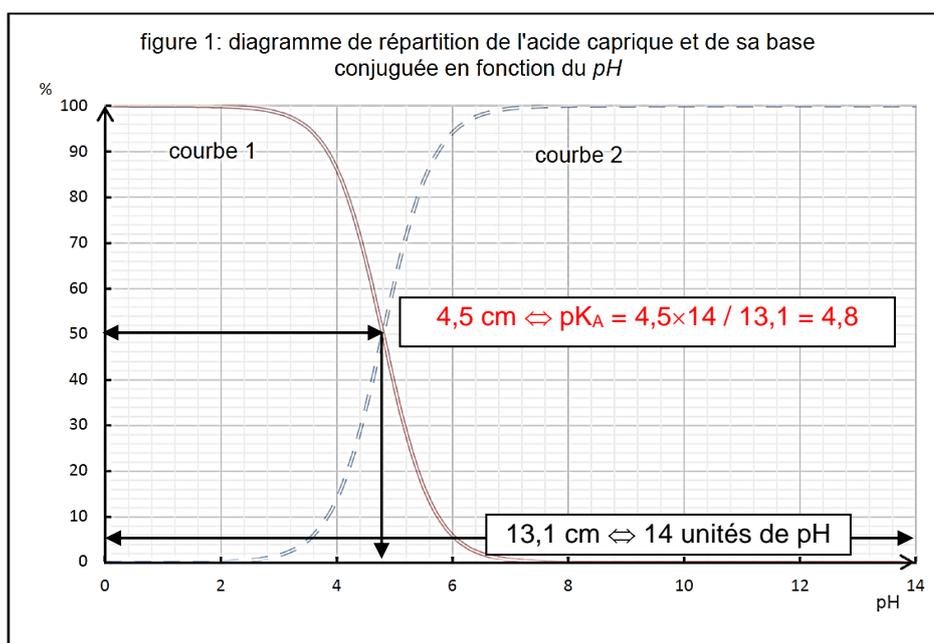
Il appartient au couple acide/ base : $RCOOH / RCOO^-$.

1.2.a/ Le pH et le pK_A du couple de l'acide caprique sont liés par la relation : $pH = pK_A + \log \left(\frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]} \right)$

• Lorsque les deux courbes se croisent sur la figure 1, les pourcentages des espèces $RCOOH$ et $RCOO^-$ sont égaux à 50 %, donc les concentrations sont égales, soit : $[RCOOH] = [RCOO^-]$.

Dans ce cas, $\log \left(\frac{[RCOO^-]}{[RCOOH]} \right) = 0$ et $pH = pK_A$.

L'abscisse du point d'intersection des deux courbes donne le pK_A du couple de l'acide caprique : $pK_A = 4,8$. (La lecture graphique me semble suffisante)



1.2.b/ Comme $pH = 6 > pK_A = 4,8$ alors la base conjuguée $RCOO^-$ de l'acide caprique prédomine dans le lait de chèvre.

2. Titrage de l'acide caprique contenu dans le lait de chèvre

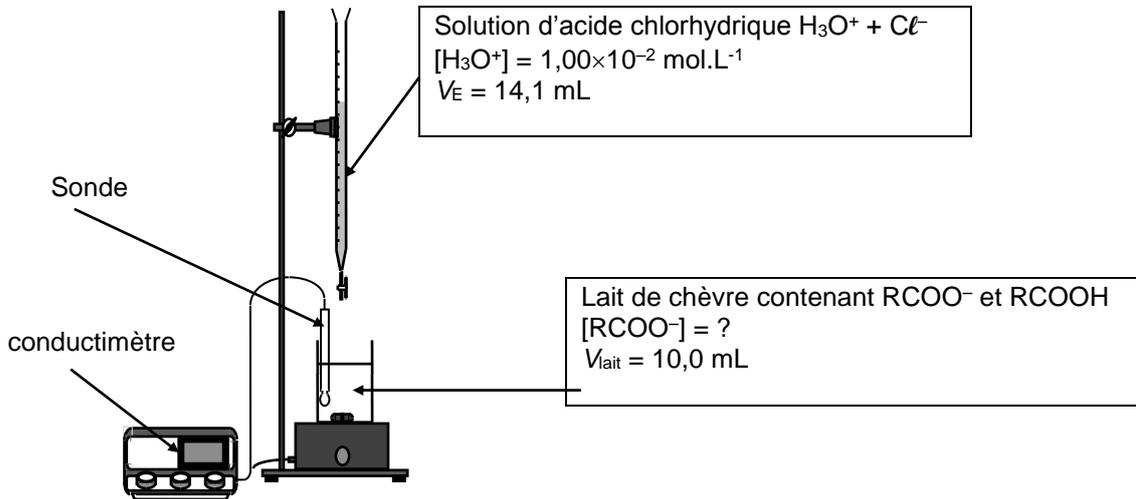
2.1. L'espèce majoritaire dans le lait étant la base conjuguée $RCOO^-$ de l'acide caprique, cette espèce est donc dosée par la solution titrante d'acide chlorhydrique.

L'équation de la réaction support du titrage est : $RCOO^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow RCOOH(aq) + H_2O(l)$

2.2. À l'équivalence du titrage, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

On a donc : $n_0(RCOO^-)_{ini} = n_E(H_3O^+)_{versé}$

2.3. Dispositif de titrage :



• **Avant l'équivalence** : l'ion H_3O^+ est le réactif limitant. Les espèces présentes dans le bécher sont RCOO^- , RCOOH et Cl^- . La conductivité de la solution, due **aux ions**, dans le becher est donc :

$$\sigma = \lambda_{\text{RCOO}^-} \cdot [\text{RCOO}^-] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]$$

RCOO^- est consommé par H_3O^+ : $[\text{RCOO}^-]$ diminue Cl^- apportés par l'acide chlorhydrique : $[\text{Cl}^-]$ augmente
 À chaque fois qu'un ion RCOO^- est consommé alors un ion Cl^- est apporté.

Or $\lambda_{\text{Cl}^-} > \lambda_{\text{RCOO}^-}$ donc $\lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]$ augmente plus fortement que $\lambda_{\text{RCOO}^-} \cdot [\text{RCOO}^-]$ ne diminue.

Par conséquent **la conductivité σ augmente avant l'équivalence.**

Autre rédaction : avant l'équivalence, tout se passe comme si dans le bécher, un ion Cl^- remplaçait un ion RCOO^- . Or l'ion chlorure est plus conducteur que l'ion RCOO^- : la conductivité σ augmente avant l'équivalence.

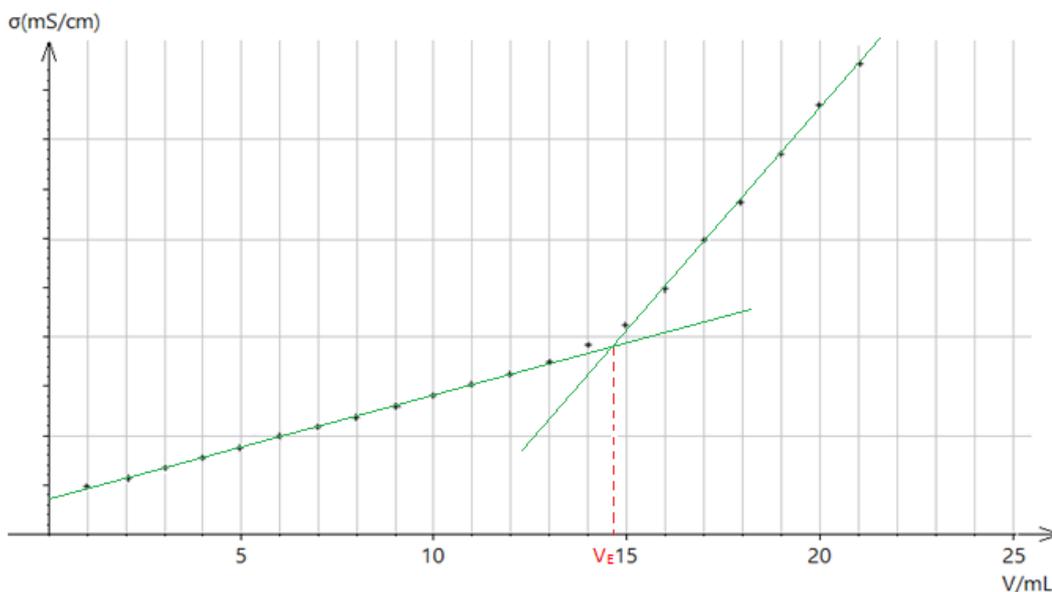
• **Au-delà de l'équivalence** : l'ion RCOO^- est le réactif limitant.

Les espèces présentes dans le bécher sont H_3O^+ , Cl^- et RCOOH .

La conductivité de la solution dans le bécher est donc : $\sigma = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} \cdot [\text{Cl}^-]$ ②

Les concentrations $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{Cl}^-]$ augmentent car les ions sont apportés par l'acide chlorhydrique.

Par conséquent **la conductivité augmente fortement après l'équivalence.**



2.4.

Par lecture graphique, on trouve $V_E = 14,6 \text{ mL}$.

2.5. À l'équivalence du titrage : $n_0(\text{RCOO}^-)_{\text{ini}} = n_E(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{versé}}$

On note c_B la concentration initiale en RCOO^- et c_A celle en H_3O^+

Alors $c_B \cdot V_{\text{lait}} = c_A \cdot V_E$

$$c_B = \frac{c_A \times V_E}{V_{\text{lait}}} = 1,46 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

La concentration massique en acide caprique dans le lait de chèvre est : $t_{\text{chèvre}} = C \cdot M$

soit $t_{\text{chèvre}} = 1,52 \times 10^{-2} \times 172,0 = \mathbf{2,51 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}$.

Le lait de vache contient 0,09 g d'acide caprique sous toutes ses formes acido-basiques.

La concentration massique en acide caprique dans le lait de vache est :

$$t_{\text{vache}} = \frac{m}{V_{\text{lait vache}}} = 0,9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{ainsi } t_{\text{chèvre}}/t_{\text{vache}} = \frac{2,62}{0,9} = 2,9$$

on vérifie bien que le lait de chèvre contient trois fois plus d'acide caprique que le lait de vache.