

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

MAI 2023

PHYSIQUE-CHIMIE

Durée de l'épreuve : **2 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 10 pages (Une annexe page 10) numérotées de 1/10 à 10/10.

Le candidat traite les 2 exercices

1. Etude des molécules A & B

1. Donner le nom de la fonction chimique présente dans les deux molécules **A** et **B**. Préciser la famille correspondante.
2. Parmi les molécules **A** et **B**, l'une se nomme éthanoate de 3-méthylbutyle. Laquelle ? Justifier.
3. Préciser la formule brute des composés **A** et **B**. En déduire par quelle relation les molécules **A** et **B** sont liées. Soyez précis.
4. On souhaite séparer par distillation fractionnée un mélange de composés **A** et **B**.
Annoter le schéma de distillation fractionnée en **ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**.
5. Quel est l'objectif d'une distillation fractionnée ?
À l'aide des données, dire si une séparation est possible.
En cas d'affirmation, préciser, en justifiant, quel est l'ordre dans lequel on recueille les composés dans le distillat.

2. Synthèse de la molécule A

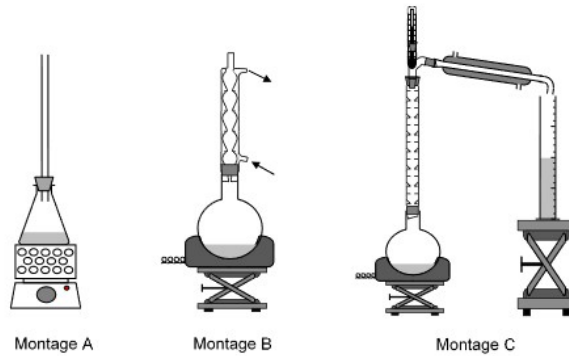
▪ Introduction des réactifs et chauffage :

- ✓ Introduire dans un ballon :
 - ✓ un volume $V = 20,0$ mL de 3-méthylbutan-1-ol,
 - ✓ puis une masse $m = 31,8$ g d'acide éthanoïque pur
 - ✓ et environ 1 mL d'acide sulfurique concentré.
- ✓ Ajouter trois grains de pierre ponce.
- ✓ Adapter le réfrigérant à boules et chauffer à reflux pendant 30 minutes.
- Extraction de la molécule A :
 - ✓ Après refroidissement, verser dans le ballon environ 50 mL d'une solution froide et saturée de chlorure de sodium et transvaser le mélange dans une ampoule à décanter.
 - ✓ Agiter, décanter, éliminer la phase aqueuse.
 - ✓ Ajouter environ 50 mL d'une solution à 5 % d'hydrogénocarbonate de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HCO}_3^-_{(aq)}$).
Agiter l'ampoule jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence. Décanter. Éliminer alors la phase aqueuse.
 - ✓ Recueillir la phase organique dans un erlenmeyer, y ajouter une spatule de sulfate de magnésium anhydre.
 - ✓ Agiter puis filtrer sur éprouvette graduée. On obtient un volume **V = 18,1 mL** de la molécule **A**.

6. Concernant le 3 méthylbutanol

- Etablir la représentation semi-développée.
- Y entourer le groupe caractéristique. Donner le nom de ce groupe
- Identifier la famille correspondante.
- Etablir la formule brute.
- En déduire la masse molaire brute.

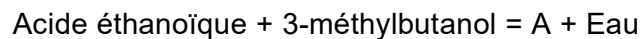
7. Identifier, parmi les montages représentés ci-dessous, celui correspondant à l'étape 1 du protocole de synthèse.



Indiquer TOUS les intérêts du chauffage à reflux.

Sur quel facteur cinétique joue-t-on ? Expliquer d'un point de vue chimique ce qu'il se passe en augmentant la température ;

8. L'équation-bilan de la réaction est la suivante :



Pour que la réaction se déroule en un temps relativement court, la présence de l'acide sulfurique est impérative.

Sachant que l'acide sulfurique n'intervient pas dans le bilan réactionnel, déduire son rôle.

Justifier en donnant la définition précise du terme que vous avez utilisé pour indiquer son rôle.

9. En utilisant les données, expliquer pourquoi on ajoute de l'eau salée (et non de l'eau) et pourquoi l'eau salée doit être froide.
10. Lors de la première décantation, dans quelle phase (organique ou aqueuse) se trouvent essentiellement la molécule **A**, l'eau, les ions, le 3-méthylbutanol (qui n'a pas réagi) et l'acide éthanoïque (en excès) ?

Quelle est la phase située au-dessus ? Justifier.

11. Etablir le diagramme de prédominance de l'acide éthanoïque
12. En vous aidant des couples donnés, préciser la nature de l'effervescence observée lors de l'ajout de l'hydrogencarbonate de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$).

Faire apparaître les demi-équations.

Écrire l'équation bilan de la réaction mise en jeu. De quel type de réaction s'agit-il ? Justifier.

Quel est le gaz qui s'échappe ? Par quel test (niveau collège) peut-on l'identifier ?

3. Calcul du rendement .

13. Calculer les quantités de matière de 3-méthylbutan-1-ol et d'acide éthanoïque introduites dans le ballon.
14. En déduire le rendement r de la synthèse, défini comme le rapport entre la quantité de matière de produit **A** obtenu et la quantité de matière de réactif limitant.
15. Proposer une méthode qui permette d'améliorer le rendement.

4. Etude du mécanisme de la réaction d'estérification.

Par souci de simplification on notera R-OH le 3-méthylbutan-1-ol

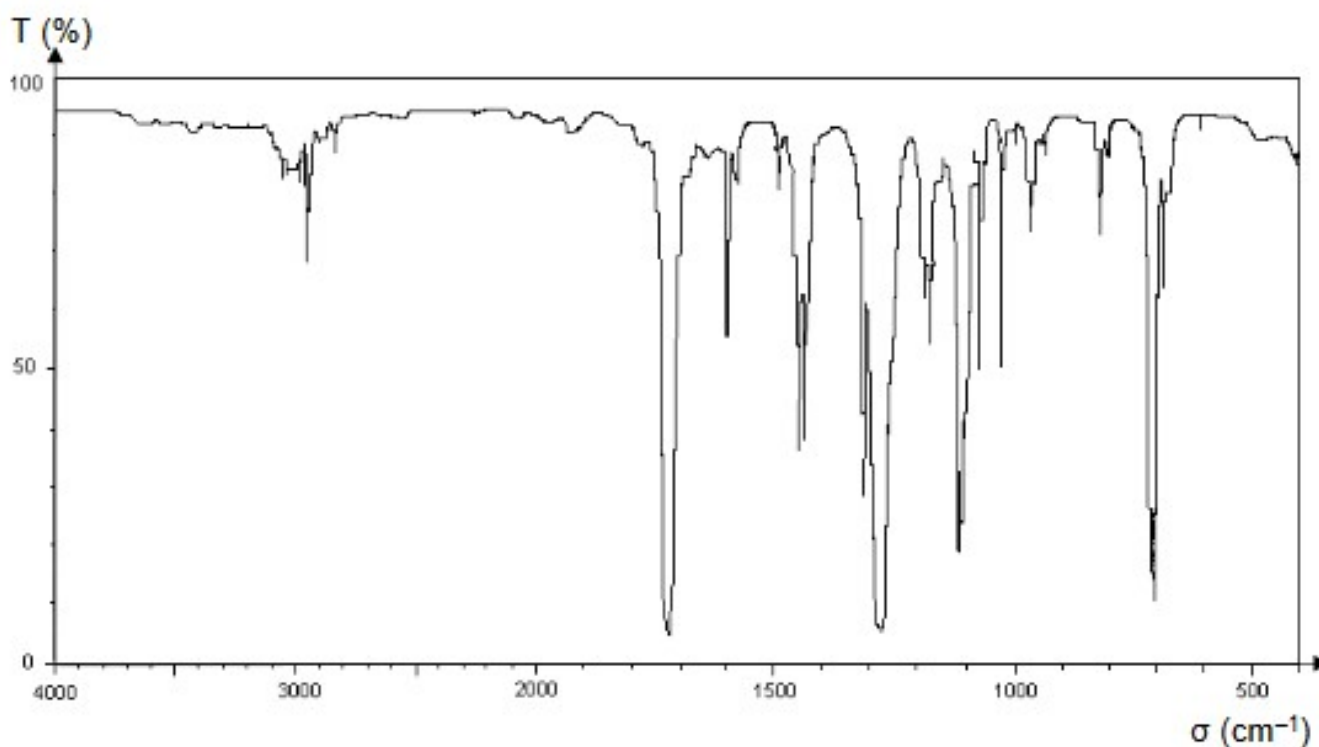
Le mécanisme réactionnel proposé pour la réaction d'estérification conduisant au composé **A** est proposé en annexe

16. Indiquer le type de réactions (addition, substitution ou élimination) correspondant aux étapes 2 et 4 du mécanisme.
17. Compléter le mécanisme en annexe (dessiner les flèches courbes) pour toutes les étapes, en schématisant les transferts électroniques.
18. Comment le cation H^+ intervient-il dans le mécanisme ? Cette observation, confirme-t-elle la réponse de la question 8 ?

5. Identification de la molécule obtenue.

19. En fin de synthèse, le spectre infrarouge en phase liquide de la molécule synthétisée a été réalisé.

En utilisant les données, montrer que le spectre ci-dessous peut correspondre à la formule chimique de l'ester obtenu. Justifier.



Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Largeur de la bande	Intensité d'absorption
O-H liée	3200 - 3400	large	forte
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	large	forte à moyenne
C-H	2800 - 3000	fine (bandes multiples)	faible
C=O	1650 - 1740	fine	forte
C-O	1000 - 1300	fine	forte

EXERCICE 2 - L'EFFET DOPPLER PEUT-IL PERTURBER UN DANSEUR ? (10 points)

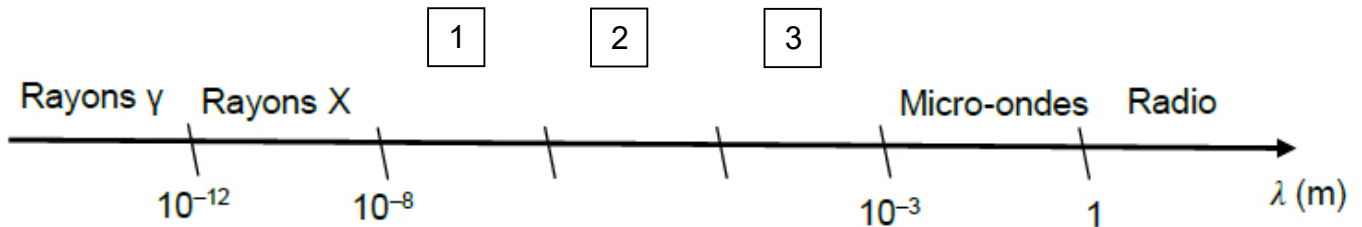
1. Quelques lointains souvenirs de début d'année ☺

Données :

- Célérités des sons dans différents milieux:

Milieu	Air	Eau	Solide
Célérité des ondes sonores en m/s à 25°C	$3,46 \times 10^2$	$1,48 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$

- La valeur de la vitesse de la lumière c dans le vide est supposée connue du candidat.
- $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$.
- Spectre des ondes lumineuse (encore appelées ondes électromagnétiques)



1. Donner la définition d'une onde.
2. L'onde sonore est-elle une onde mécanique ou non-mécanique ? Justifier en donnant la définition de votre réponse.
3. L'onde sonore est-elle une onde transversale ou longitudinale ? Justifier en donnant la définition du type d'onde (transversale ou longitudinale) qui est caractéristique de l'onde sonore.
Donner un exemple de l'autre type d'onde.
4. Proposer une explication sur la différence de célérité des ondes sonores en fonction du milieu traversé.
5. Les ondes lumineuses (ou électromagnétiques) sont-elles des ondes mécanique ou non-mécanique ? Justifier en donnant la définition de votre réponse et en citant un exemple concret d'observation dans notre vie quotidienne qui justifie votre réponse.
6. Donner la définition de la longueur d'onde.
7. Rappeler la célérité de la lumière dans le vide.
8. A l'aide du spectre donné ci-dessus de la lumière :
 - Indiquer quel domaine correspond lumière visible, Infra Rouge et Ultra Violet.
 - Préciser les valeurs limites des longueurs d'onde du domaine visible.
 - Indiquer également les couleurs correspondantes à ces longueurs d'onde.

2. L'effet Doppler

Lors de la répétition générale d'un ballet, Alice, la pianiste, ponctue la fin du 1^{er} acte en jouant une série de La3 successifs au cours desquels Kilian, le danseur, effectue un saut appelé « grand jeté ».

Après le baisser du rideau, le directeur artistique trouve Kilian et Alice en pleine discussion.

Kilian a perçu des La3 successifs qui lui semblaient de hauteurs différentes et pense qu'Alice n'a pas joué la même note. Alice conteste et affirme qu'elle a bien joué la même note.

L'objectif de l'exercice est de comprendre l'origine de ce désaccord.



Brice Bardot effectuant un grand jeté.

Tableau du déroulement chronologique de la fin du premier acte

Pianiste	Mi3	Si3	Ré3	La3	La3	La3	La3	La3	La3	La3
Danseur	Immuable					Course d'élan et grand jeté				

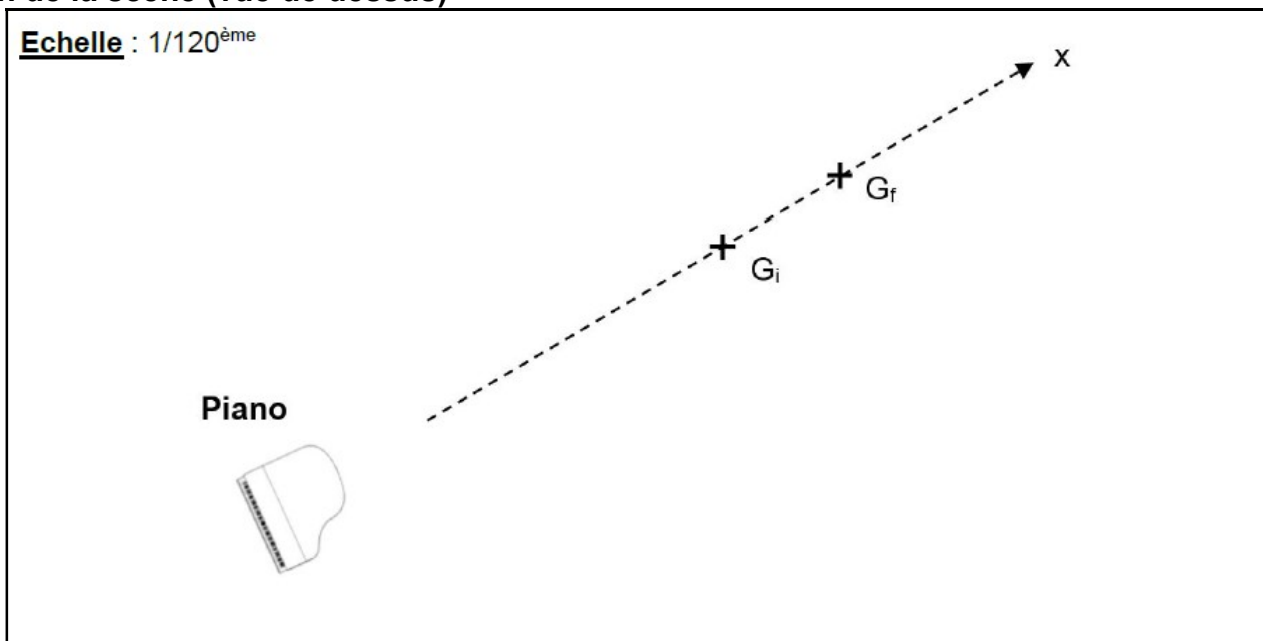
La3 = La de l'octave 3

Données

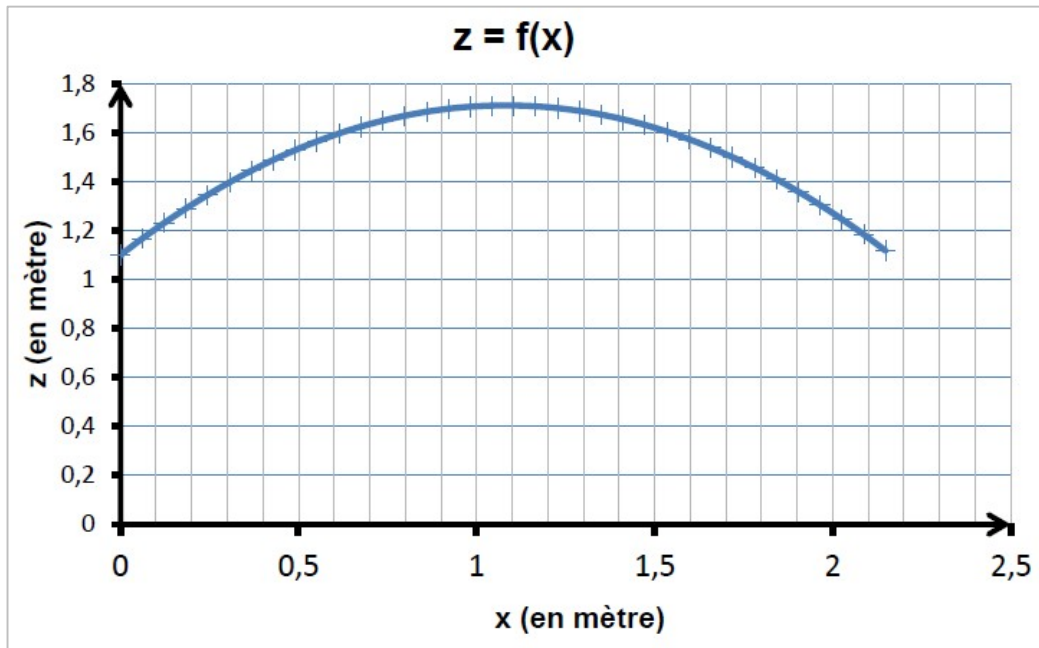
On adoptera les notations suivantes :

- G représente le centre de gravité de Kilian,
- G_i est la position de G au début du grand jeté ; G_f est la position de G à la fin du grand jeté,
- Δt est la durée du grand jeté ($\Delta t = 0,710$ s).

Plan de la scène (vue de dessus)



Trajectoire du centre de gravité G de Kilian lors de son grand jeté



Fréquence (en hertz) de quelques notes de la gamme tempérée

Note	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si
Octave 1	65	73	82	87	98	110	123
Octave 2	131	147	165	175	196	220	247
Octave 3	262	294	330	349	392	440	494

L'effet Doppler

- Si le récepteur s'approche de l'émetteur, la fréquence perçue est : $f_R = f_E \times \left(\frac{v_{son}}{v_{son} - v_R} \right)$
- Si le récepteur s'éloigne de l'émetteur, la fréquence perçue est : $f_R = f_E \times \left(\frac{v_{son}}{v_{son} + v_R} \right)$

Avec les données :

- f_R est la fréquence de l'onde perçue par le récepteur ;
- f_E est la fréquence de l'onde émise par l'émetteur ;
- v_R est la vitesse du récepteur par rapport à l'émetteur ;
- v_{son} est la vitesse de propagation du son dans l'air. Elle est estimée à $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

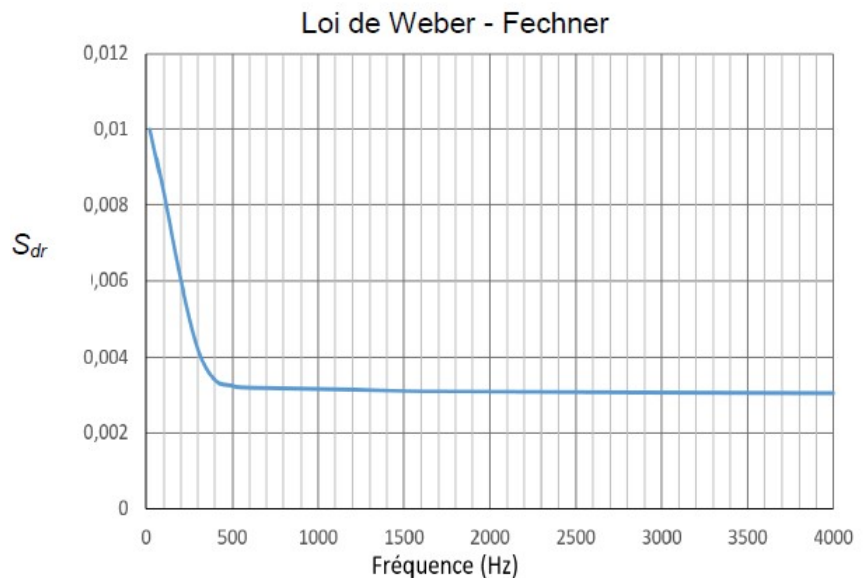
La loi de Weber-Fechner

L'oreille humaine n'est capable de percevoir la différence de hauteur entre deux sons successifs que si la variation relative des fréquences entre ces deux sons, notée $\frac{\Delta f}{f}$, est supérieure ou égale à une certaine valeur appelée *seuil différentiel relatif*, S_{dr} .

On peut tracer le *seuil différentiel relatif* S_{dr} en fonction de la fréquence f du son de référence : la courbe obtenue correspond à la loi de Weber-Fechner.

Le graphique ci-contre représente le seuil différentiel relatif pour une oreille humaine moyenne.

*D'après le site
Spiralconnect de
l'Université de Lyon 1*



Remarque : Cas d'une oreille entraînée

La représentation de la loi de Weber-Fechner est le plus souvent donnée pour une oreille moyenne. Pour une oreille entraînée, par exemple par plusieurs années d'études musicales, ce seuil est bien plus faible, il vaut environ 1/1000 quelle que soit la fréquence du son.

On obtient alors :

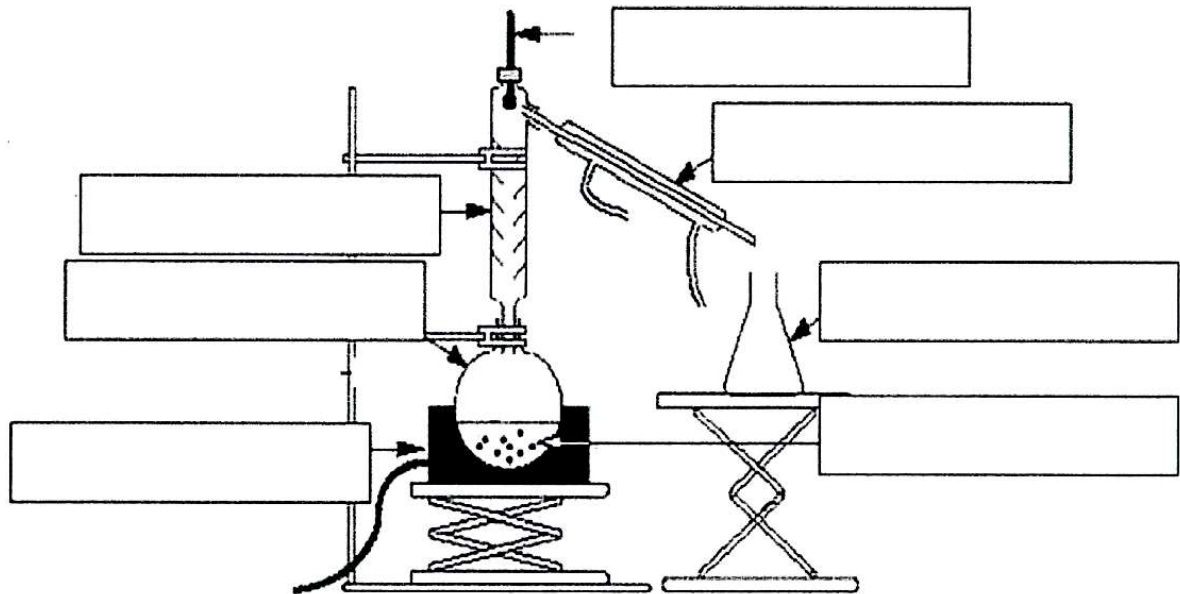
$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{oreille entraînée}} = \frac{1}{1000}$$

9. À l'aide des documents proposés, déterminer la distance horizontale parcourue par Kilian lors de son grand jeté.
10. En déduire la vitesse horizontale moyenne de Kilian lors de son grand jeté.
11. Rappeler la définition de l'effet doppler.
Donner un exemple dans votre vie quotidienne pour illustrer la définition donnée.
12. On supposera dans la suite de l'exercice que la vitesse horizontale du danseur reste constante lors du grand jeté.
Quelle est la fréquence des notes émises par le piano pendant le grand jeté de Kilian ?
13. Quelle est la fréquence des notes perçues par Kilian pendant son grand jeté ? Expliquer en détail votre raisonnement et votre calcul (on ne prendra en compte que la composante horizontale du mouvement de G).
14. Sachant que Kilian a une oreille entraînée par des années d'études musicales, expliquer s'il peut percevoir cette différence de hauteur.
15. Un autre danseur n'ayant pas l'oreille entraînée, aurait-il été capable de percevoir cette différence de fréquence ?
16. Expliquer l'origine du désaccord entre Alice et Kilian.

ANNEXES À RENDRE AVEC LA COPIE

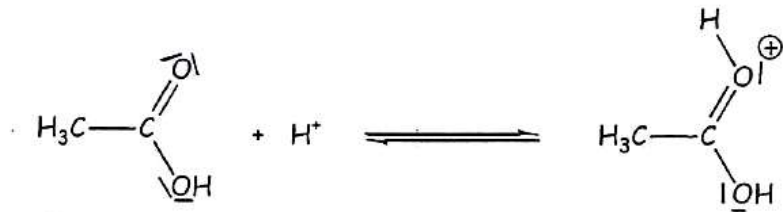
EXERCICE 1

QUESTION 4 Montage de distillation fractionnée :

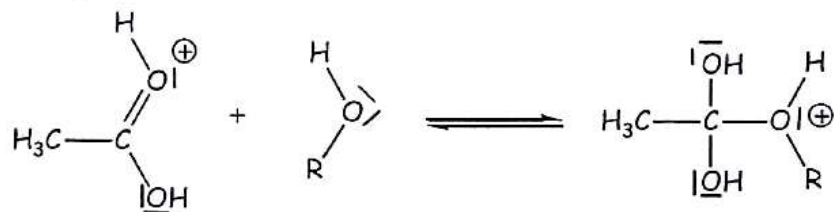


QUESTION 16 Mécanisme réactionnel:

Etape 1 :



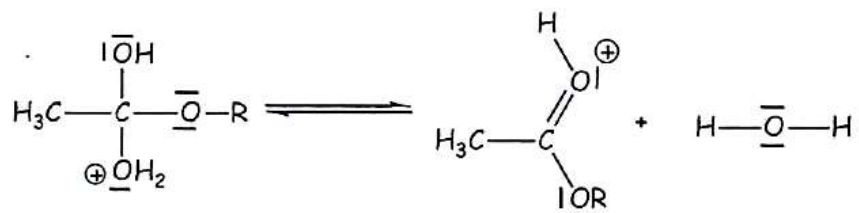
Etape 2 :



Etape 3 :



Etape 4 :



Etape 5 :

