

# **ÉVALUATION**

**CLASSE :** Première **voie :**  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

## **ENSEIGNEMENT : physique-chimie**

**DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h**

**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☑ Oui ☐ Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

**Nombre total de pages : 8**

## PARTIE A

## Synthèse de la menthone à partir du menthol (10 points)

Le menthol et la menthone sont deux espèces chimiques organiques présentes dans certaines espèces de menthe.

Le menthol (2-isopropyl-5-méthylcyclohexan-1-ol) est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

La menthone (2-isopropyl-5-méthylcyclohexan-1-one) entre dans la composition de certains parfums et arômes naturels : elle est obtenue par oxydation, en milieu acide, du menthol.

Dans cet exercice, on s'intéresse à la synthèse de la menthone à partir du menthol, réalisable au laboratoire du lycée.

### Données :

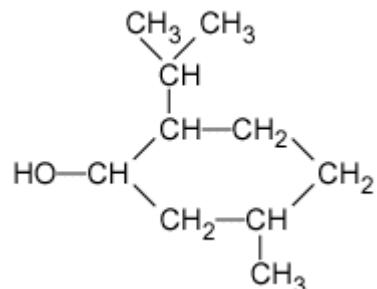
	<b>Menthol</b>	<b>Menthone</b>
Couleur	Blanche	Incolore
Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	156	154
Température de fusion (°C)	43	- 6,5
Température d'ébullition (°C)	212	209

Solvant	Dichlorométhane	Cyclohexane	Ethanol	Eau
Densité	1,33	0,78	0,79	1
Miscibilité avec l'eau	Non miscible	Non miscible	Miscible	X
Miscibilité avec l'éthanol	Non miscible	Non miscible	X	Miscible
Solubilité du menthol à 25°C	Très soluble	Peu soluble	Soluble	Non soluble
Solubilité de la menthone à 25°C	Très soluble	Très soluble	Soluble	Non soluble

Tableau de données de spectroscopie infrarouge (IR) :

Liaison	Nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Intensité
O-H libre	3500 - 3700	Forte, fine
O-H liée	3200-3400	Forte, large
O-H acide carboxylique	2500-3200	Forte à moyenne, large
C-H	2800-3000	Forte
C=O aldéhyde et cétone	1650-1730	Forte
C=O acide carboxylique	1680-1710	Forte
C=C	1640-1680	Moyenne

1. La formule semi-développée du menthol est représentée ci-après :



Justifier le fait que le menthol fasse partie de la famille des alcools

## **Nom de famille (naissance) :**

\_\_\_\_\_

**Prénom(s) :**

N° candidat :

**N° d'inscription :**



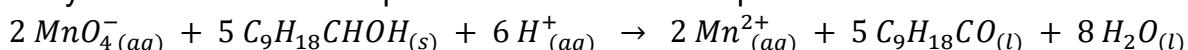
(Les numéros figurent sur la convocation.)

**Né(e) le :**

\_\_\_\_\_

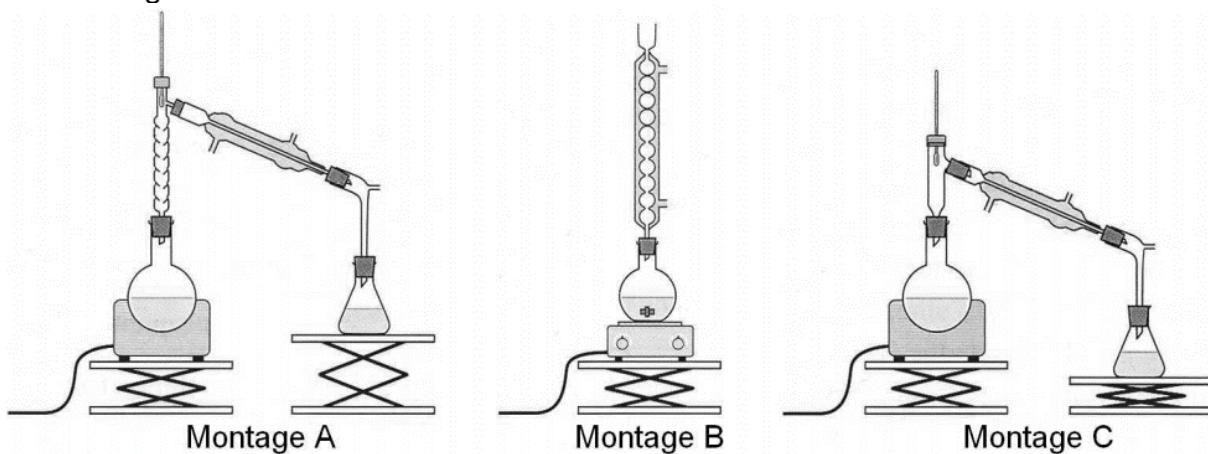
- 2.** Sachant que lors de l'oxydation ménagée du menthol en menthone seul le groupe caractéristique est modifié et que la menthone appartient à la famille des cétones, représenter la formule semi-développée de la molécule de menthone.

3. L'oxydation du menthol en menthone s'effectue en milieu acide par l'ion permanganate  $MnO_4^-$ <sub>(aq)</sub> qui appartient au couple oxydant-réducteur  $MnO_4^-$ <sub>(aq)</sub>/Mn<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub>. Cette oxydation est modélisée par une réaction dont l'équation est la suivante :



Justifier le fait que le menthol subit une oxydation.

4. On réalise, au laboratoire du lycée, l'oxydation d'une masse  $m = 15,6\text{ g}$  de menthol par un volume  $V = 200\text{ mL}$  d'une solution aqueuse acide permanganate de potassium dont la concentration en ions permanganate est  $C = 0,5\text{ mol.L}^{-1}$ . Le mélange est acidifié par quelques millilitres d'acide sulfurique concentré. Le dispositif expérimental utilisé est celui du chauffage à reflux.

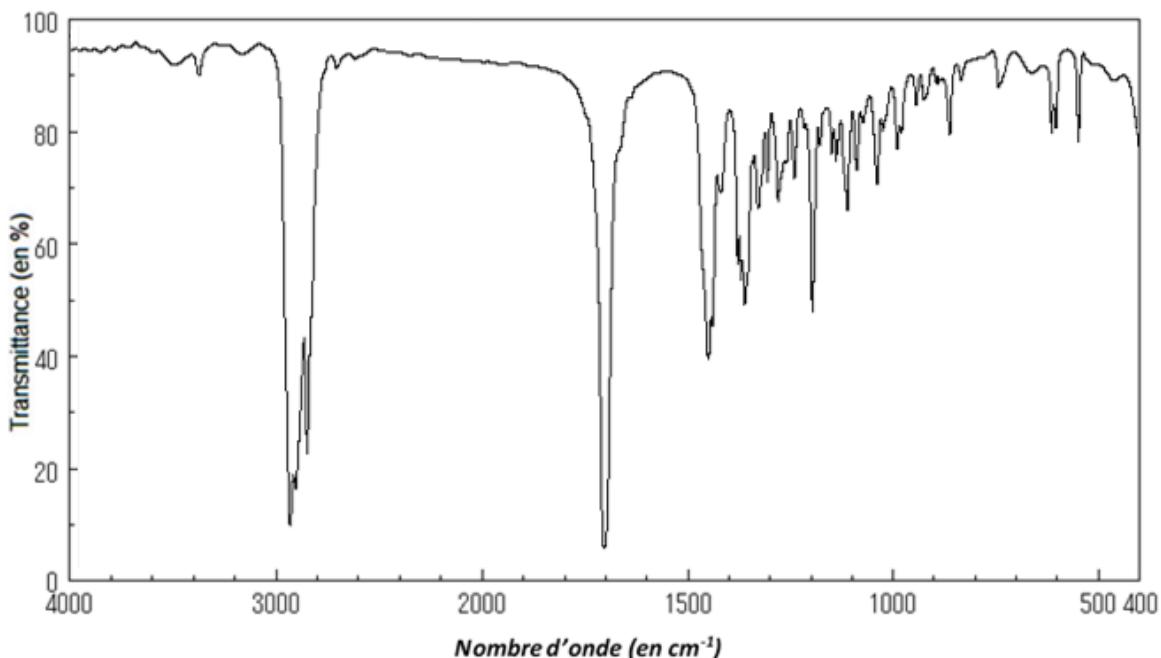


- 4.1.** Parmi les montages A, B et C précédents, indiquer celui qu'il convient de choisir pour réaliser le chauffage à reflux.
  - 4.2.** Expliquer le rôle des différents éléments de verrerie dans le montage à reflux.
  - 4.3.** En s'aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que, lors de cette oxydation, le menthol est le réactif limitant.
  - 4.4.** Déterminer la masse théorique maximum  $m_{th}$  de menthone que l'on peut obtenir.

- 5.** On transvase le contenu du ballon dans une ampoule à décanter et on y ajoute 20 mL d'un solvant extracteur. On agite puis on laisse reposer. On observe la séparation de 2 phases, la phase organique surnageant.

Déterminer quel solvant, parmi le dichlorométhane, le cyclohexane, l'éthanol et l'eau, a été utilisé pour extraire la menthone du mélange réactionnel. Justifier

6. La séparation de la menthone du solvant extracteur se fait en réalisant une distillation. En fin d'opération on obtient une masse  $m_{exp} = 10,3\text{ g}$  de distillat que l'on considère être de la menthone pure. On réalise le spectre infrarouge du distillat ; il est reproduit ci-après.



Source : Spectral database for organic compounds ([https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre\\_index.cgi](https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi))

- 6.1. Justifier que le spectre précédent est compatible avec celui de la menthone.
- 6.2. Déterminer le rendement de cette synthèse. Conclure.

## PARTIE B

### Ballon-sonde (10 points)

Le 17 mars 1898, le premier ballon-sonde météorologique français était lancé depuis l'observatoire de Trappes, en région parisienne. Il emportait, dans un panier d'osier, un « météorographe », destiné à enregistrer la pression et la température en altitude. Aujourd'hui, les ballons-sondes sont toujours utilisés (**figure 1**). Ces radiosondages fournissent des informations sur l'état des premières couches de l'atmosphère (troposphère et stratosphère).



D'après : [meteofrance.com](http://meteofrance.com) 16/03/2018

Figure 1 : lâcher de ballon automatique  
© Météo-France, Pascal Taburet

Modèle CCYC : ©DNE	
Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
N° d'inscription :	
 Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	(Les numéros figurent sur la convocation.)
Né(e) le :	

1.1

Dans le cadre d'un atelier scientifique, des lycéens ont conçu un ballon-sonde constitué :

- d'une enveloppe fermée remplie d'hélium ;
- d'une nacelle contenant des appareils de mesure et un parachute.

Lors du lâcher, le ballon-sonde communique avec une station au sol. Des mesures de pression, température, position sont récoltées au cours de l'ascension. L'objectif de cet exercice est de justifier le choix de valeur de la fréquence de télécommunication et de confronter certaines mesures réalisées à des modèles physiques.

### Données :

- la valeur de la célérité  $c$  des ondes électromagnétiques dans le vide ou dans l'air est supposée connue des candidats
- masse(enveloppe) =  $3,2 \times 10^2$  g ;
- masse(nacelle) = 3,6 kg ;
- masse(hélium) =  $7,0 \times 10^2$  g ;
- intensité du champ de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- pression atmosphérique au niveau du sol :  $P_0 = 1,0 \times 10^3 \text{ hPa}$  ;
- volume initial du ballon :  $V_0 = 4,0 \text{ m}^3$  ;
- volume du ballon juste avant éclatement :  $V_{max} = 51 \text{ m}^3$ .

## 1. Choix technique pour la télécommunication

Pour éviter les interférences avec d'autres systèmes, les lycéens doivent respecter les normes en vigueur. Leur ballon-sonde doit émettre des ondes électromagnétiques dans le domaine radioélectrique UHF (Ultra Hautes Fréquences), que l'union internationale des télécommunications a attribué au service de la météorologie.

Les lycéens ont choisi de régler la valeur de la fréquence d'émission de leur ballon-sonde à  $f = 403,2 \text{ MHz}$ .

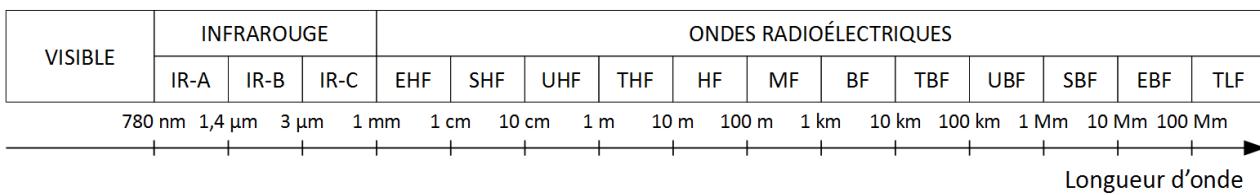
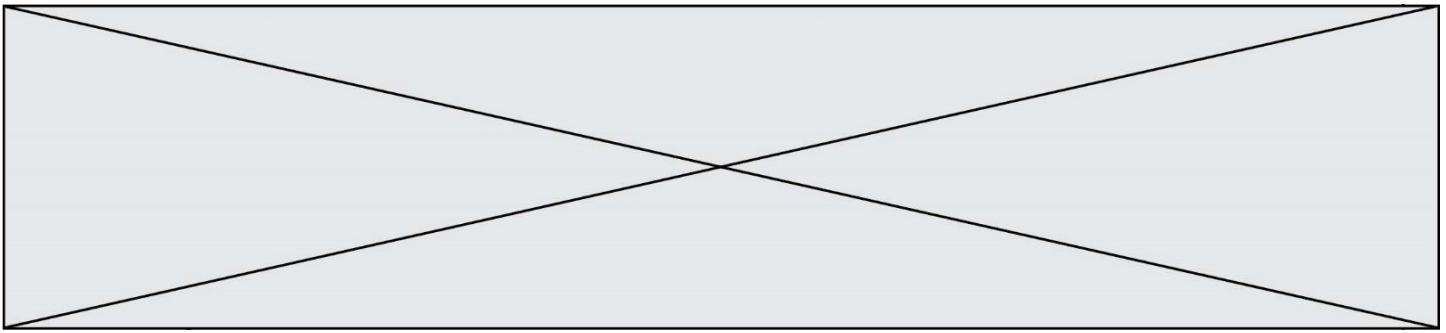


Figure 2 : différents domaines du spectre des ondes électromagnétiques

- 1.1. Citer un autre type d'ondes que les ondes électromagnétiques. En donner un exemple.
- 1.2. Exprimer la relation entre célérité  $c$ , longueur d'onde  $\lambda$  et fréquence  $f$ .



**1.3.** Déterminer la valeur de la longueur d'onde des ondes émises par le ballon-sonde. Commenter le choix effectué par les lycéens par rapport aux normes de télécommunication.

## 2. Décollage du ballon-sonde

On considère le ballon juste après le décollage, étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. On néglige les frottements exercés par l'air.

Le système {ballon + nacelle + hélium} est soumis à deux forces :

- son poids, noté  $\vec{P}$  ;
- la poussée d'Archimède, notée  $\vec{F}$ , verticale, dirigée vers le haut telle que sa norme  $F = 50 \text{ N}$ .

- 2.1.** Calculer la valeur de la masse  $m$  totale du système étudié.
- 2.2.** Calculer la valeur du poids du système {ballon + nacelle + hélium}.
- 2.3.** Représenter les forces exercées sur le système {ballon + nacelle + hélium} modélisé par un point matériel noté **S** (échelle :  $10 \text{ N} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$ ).
- 2.4.** En déduire le vecteur représentant la somme des forces appliquées sur le système et donner les caractéristiques de ce vecteur (direction, sens, norme).

Le ballon possède une trajectoire verticale ascendante. Les lycéens ont calculé la vitesse du ballon-sonde à partir des mesures de positions. La vitesse est  $V_1 = 1,1 \text{ m.s}^{-1}$  à  $t_1 = 1,0 \text{ s}$  et  $V_3 = 3,2 \text{ m.s}^{-1}$  à  $t_3 = 3,0 \text{ s}$ .

- 2.5.** Calculer la variation de la valeur de la vitesse entre les instants  $t_1$  et  $t_3$ .
- 2.6.** Montrer que cette variation est cohérente avec les caractéristiques de la somme des forces appliquées sur le système.

## 3. Éclatement

Dans cette partie, on considère que l'enveloppe du ballon-sonde est parfaitement souple et extensible de sorte que la pression de l'hélium à l'intérieur est constamment égale à la pression atmosphérique.

<b>Modèle CCYC : ©DNE</b>	<b>Nom de famille (naissance) :</b>															
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)																
<b>Prénom(s) :</b>																
<b>N° candidat :</b>								<b>N° d'inscription :</b>								
(Les numéros figurent sur la convocation.)																
<b>Né(e) le :</b>			/			/										

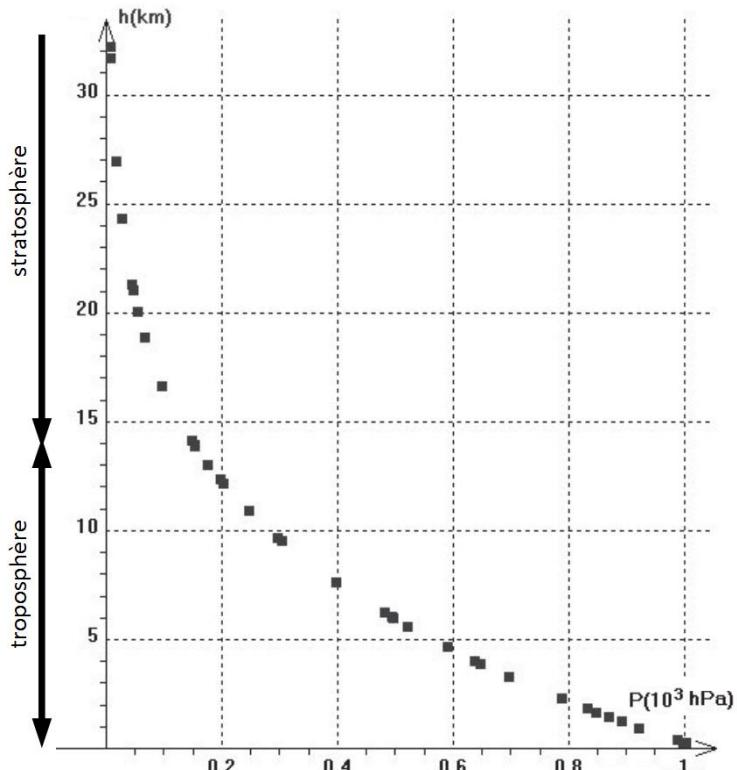


Figure 3 : Relevé de pression dans la troposphère et la stratosphère pour différentes altitudes  $h$ . (D'après : Concours Centrale-Supélec, TSI, 2008.)

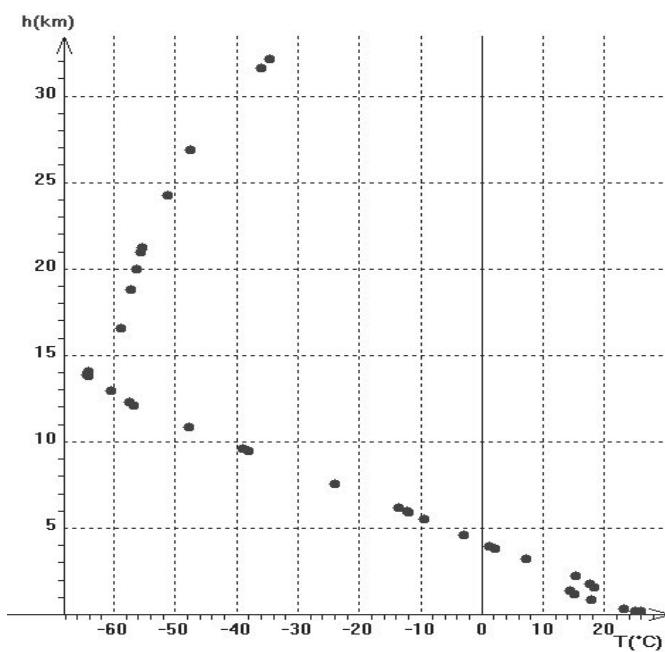
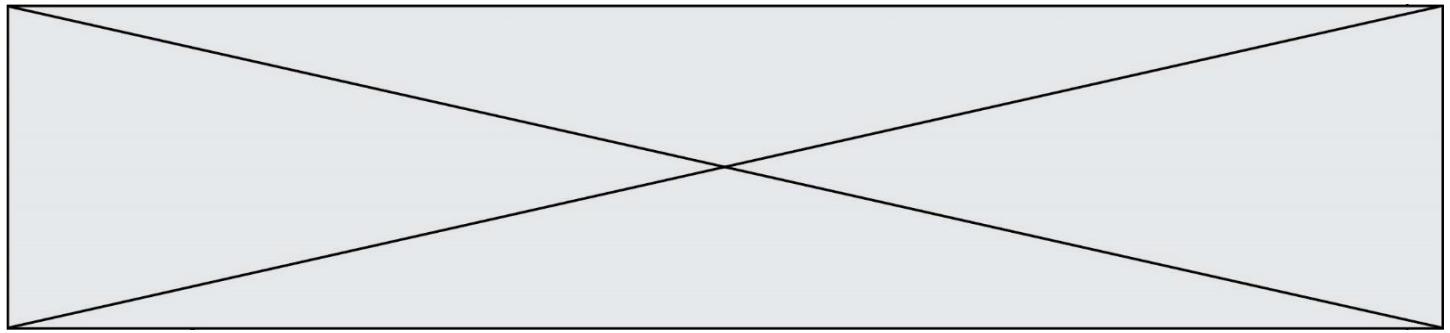


Figure 4 : Relevé de température dans la troposphère et la stratosphère pour différentes altitudes  $h$ . (D'après : Concours Centrale-Supélec, TSI, 2008.)



- 3.1. À l'aide de la **figure 3**, expliquer comment varie la pression dans le ballon sonde lorsque l'altitude augmente.
- 3.2. Énoncer la loi de Mariotte relative au produit de la pression  $P$  par le volume  $V$  d'un gaz pour une quantité de matière donnée et une température constante.
- 3.3. À l'aide de la loi de Mariotte, indiquer comment varie qualitativement le volume du ballon au cours de son ascension. Déterminer ensuite l'altitude maximale atteinte par le ballon au moment de l'éclatement.
- 3.4. En réalité le ballon a atteint une altitude de 31 km, elle est supérieure à celle prévue dans la question précédente. Proposer une explication.