

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

CLASSE : Première

E3C : E3C1 E3C2 E3C3

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 : 9

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.

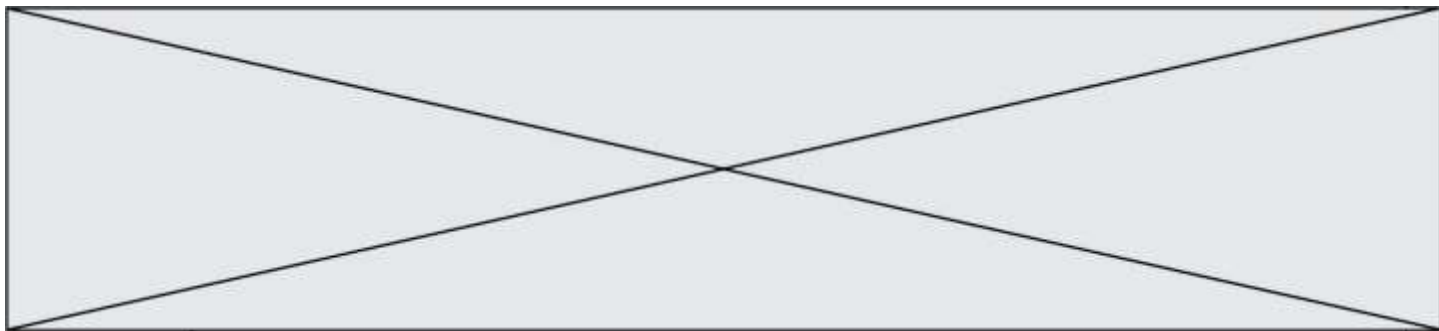
Le menthol (2-isopropyl-5-méthylcyclohexan-1-ol) est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

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 :

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

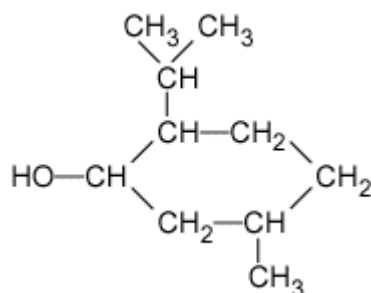


| Solvant | Dichlorométhane | Cyclohexane | Ethanol | Eau |
|----------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| Densité | 1,33 | 0,78 | 0,79 | 1 |
| Miscibilité avec l'eau | Non miscible | Non miscible | Miscible | |
| Miscibilité avec l'éthanol | Non miscible | Non miscible | | 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 (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

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

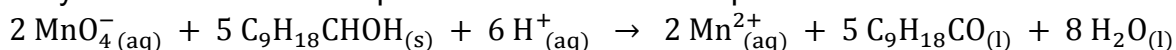
Né(e) le : / /

 Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

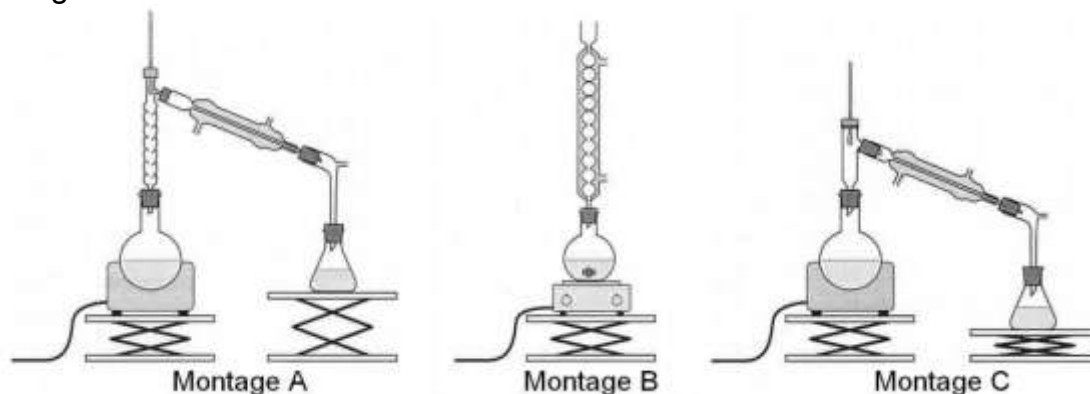
2. Sachant que lors de l'oxydation ménagée du menthol en menthone seul le groupe caractéristique est modifié et que la menthone appartient à la famille des cétones, représenter la formule semi-développée de la molécule de menthone.

3. L'oxydation du menthol en menthone s'effectue en milieu acide par l'ion permanganate MnO_4^- (aq) qui appartient au couple oxydant-réducteur MnO_4^- (aq) / Mn^{2+} (aq). 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 $C = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. 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.

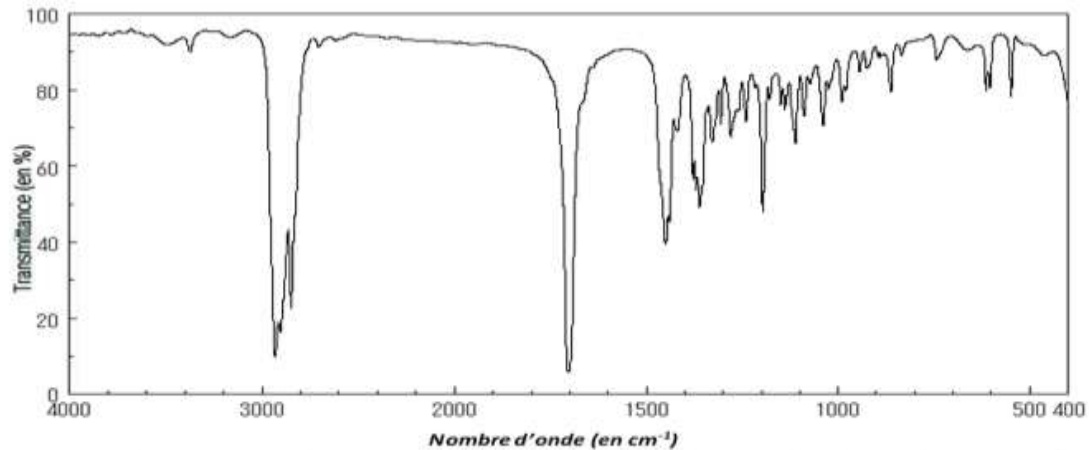
4.3. En s'aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que, lors de cette oxydation, le menthol est le réactif limitant.

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)

- 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

Le littoral sous surveillance (10 points)

Le littoral, zone de transition entre terre et mer, est un milieu fragile soumis à de fortes pressions naturelles et anthropiques*, et aux interactions entre celles-ci. Le littoral n'est pas une limite fixe et pérenne, mais au contraire, il s'agit d'une zone d'interface extrêmement sensible aux contraintes qu'elle subit. Cela conduit à des évolutions contrastées du trait de côte, qu'il est nécessaire de prévoir, en particulier dans un contexte de changement climatique avec une élévation attendue du niveau de la mer qui aura à terme des répercussions locales sur les sociétés littorales.

* *anthropique* : relatif à l'activité humaine

www.brgm.fr

Le tableau ci-dessous présente les principales techniques utilisées pour réaliser des mesures topographiques (pour représenter sur un plan des formes du terrain) et bathymétriques (mesures de la profondeur du fond sous-marin) :

| | | |
|-------|-----------------------------------|----------------------------|
| Sonar | Sondeur acoustique monofaisceau | Bathymétrie |
| | Sondeur acoustique multifaisceaux | |
| Lidar | Lidar aéroporté | Bathymétrie et topographie |
| | Scanner laser terrestre (TLS) | Topographie |

Le sonar utilise un signal acoustique (en général ultrasonore).

Le lidar (light detection and ranging) utilise un signal électromagnétique obtenu par technologie laser.

Cet exercice se propose d'étudier quelques aspects de ces techniques.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Partie 1 : le sondeur acoustique bathymétrique monofaisceau

Le sondeur émet, sous forme d'impulsions, une onde ultrasonore de fréquence réglable. Cette onde se propage vers le bas, à la verticale du bateau. Après réflexion sur le fond marin, elle est captée par le sondeur qui mesure la durée mise par le signal pour effectuer l'aller-retour (schéma a). Connaissant la célérité des ultrasons dans l'eau, il est possible d'en déduire la profondeur du fond sous-marin. Le déplacement du sondeur en surface permet d'obtenir une succession de mesures (schéma b).

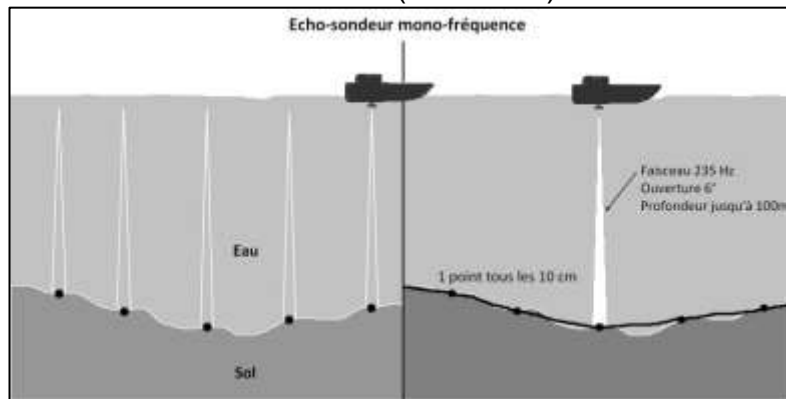


Schéma a

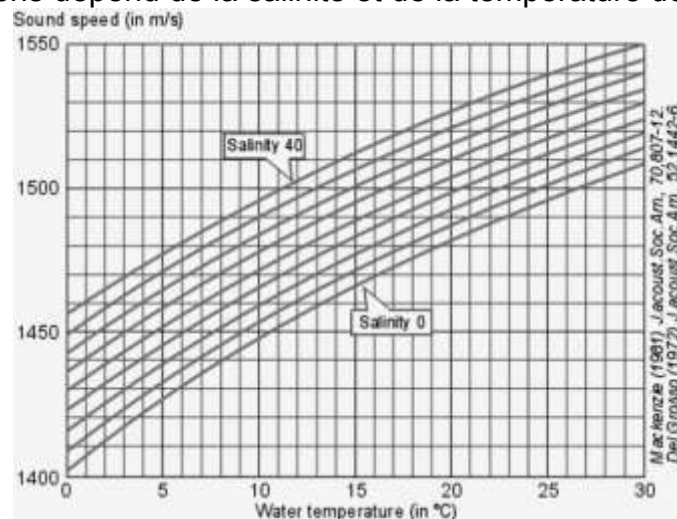
Schéma b

Principe de la mesure bathymétrique monofaisceau
d'après <https://escadrone.com/drones-marins/bathymetrie-drone/>.

Le technicien qui utilise le sondeur peut modifier la fréquence des ultrasons en fonction de la profondeur du fond sous-marin qu'il désire étudier.

| Plein océan | Grands fonds | Plateaux continentaux | Petits fonds |
|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 10 kHz | 40 kHz | 200 kHz | 400 kHz |

La célérité des ultrasons dépend de la salinité et de la température de l'eau de mer :



Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en °C) et de la salinité (en g/L). Welcome to SIMRAD Training Course Basic Acoustic By Kjell Eger Kongsberg Maritime AS, Simrad



- 1.1. Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques. Rappeler la définition d'une onde mécanique progressive. Parmi les deux schémas a et b proposés ci-dessous, lequel modélise le mieux la propagation des ultrasons ? Justifier.

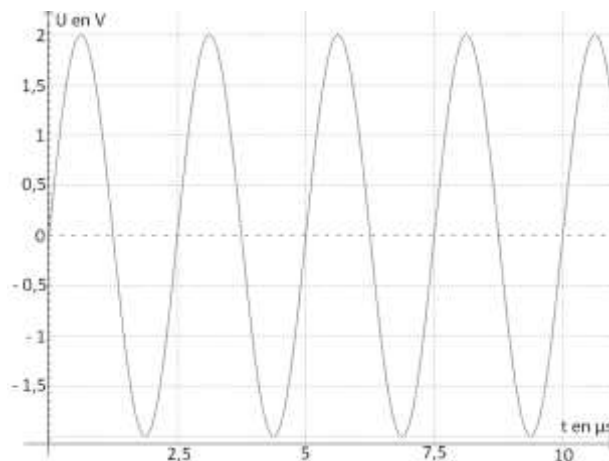


(a) Propagation le long d'une corde



(b) Propagation le long d'un ressort

- 1.2. Le signal simulé ci-dessous possède les mêmes caractéristiques temporelles que celles du signal émis par le sondeur acoustique prévu pour effectuer des mesures près du littoral. Les réglages effectués sont-ils cohérents avec l'utilisation prévue ?



Simulation du signal émis par le sondeur acoustique

- 1.3. Les valeurs moyennes de température et de salinité de la mer à Toulon au mois de mai sont les suivantes : température $16\text{ }^{\circ}\text{C}$, salinité 35 g.L^{-1} .
- 1.3.1. Grâce au document *Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en $^{\circ}\text{C}$) et de la salinité (en g/L)*, déterminer, dans ces conditions, la valeur de la célérité des ultrasons dans l'eau de mer.
- 1.3.2. Lors de la mesure, le retard Δt entre l'émission et la réception du signal vaut $\Delta t = 50,9\text{ ms}$. La mesure correspond-elle à une mesure effectuée au-dessus d'une profondeur correspondant à la zone A ou à la zone B, repérées sur la carte ci-dessous ? Justifier la réponse par un calcul.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

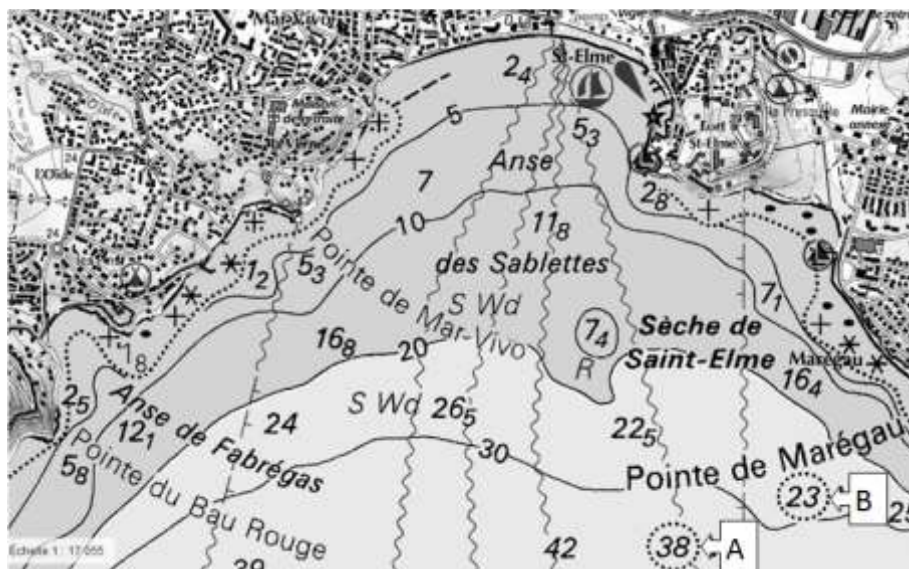
N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Libérés - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1



Carte littorale de l'anse des Sablettes (Var) – Géoportail.gov

- 1.4. On s'intéresse dans cette question aux mesures faites pour la zone de 42 mètres de profondeur. Cette zone se trouvant à moins de 300 mètres du littoral, la réglementation maritime exige que la vitesse d'un navire doive rester inférieure à 3 nœuds.

Dans les zones de fonds inférieurs à 100 mètres où la hauteur d'eau sous quille est peu critique, l'incertitude horizontale totale acceptée est : IHT = 5 mètres + 5 % de la profondeur.

Le fabricant présente dans sa documentation un fonctionnement du sondeur à 10 impulsions par seconde : ce fonctionnement vous paraît-il adapté aux mesures pour la zone de 42 mètres de profondeur ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Données :

- 1 nœud = 1 mile nautique par heure ; 1 mile nautique = 1,852 km.

Partie 2 : le LIDAR

Le principe de télémétrie du lidar est similaire à celui du sonar : l'onde électromagnétique émise se réfléchit sur une surface (le sol ou le fond marin) ; la mesure de la durée mise par le signal pour effectuer l'aller-retour permet de calculer la hauteur ou la profondeur, connaissant la vitesse de propagation de l'onde dans le milieu considéré (air ou eau).

Un lidar topographique utilise une seule longueur d'onde (en général $\lambda = 1064 \text{ nm}$) alors qu'un lidar bathymétrique émet deux longueurs d'onde différentes : $\lambda = 1064 \text{ nm}$ (qui se réfléchit à la surface de l'eau) et $\lambda = 534 \text{ nm}$ (qui pénètre dans l'eau et se réfléchit sur le fond marin)

Cette partie s'intéresse au rayonnement issu d'un laser de type YAG dopé au néodyme (laser Nd-YAG) dont un extrait de la notice se trouve ci-dessous :

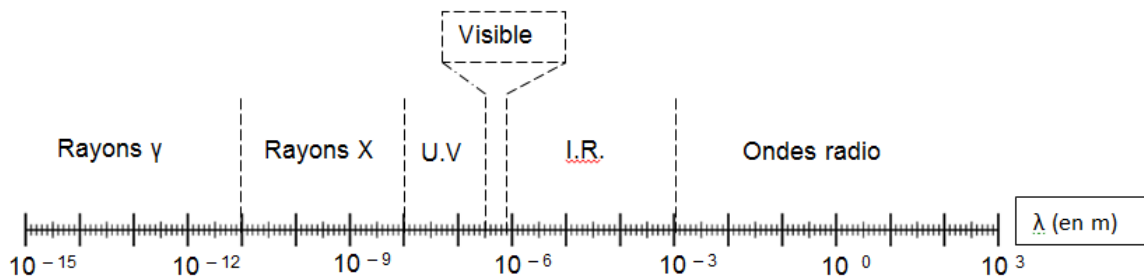


| Caractéristiques d'un laser Nd-YAG |
|---|
| Mode de fonctionnement : continu ou impulsionnel |
| Durée de l'impulsion : 1 à 20 millisecondes |
| Énergie maximale par impulsion : 150 joules |
| Puissance de crête maximale : 30 kilowatts |
| Amplificateur laser : grenat d'aluminium et d'yttrium dopé au néodyme |
| Longueur d'onde : 1064 nanomètres |
| Poids d'un laser de puissance : plusieurs centaines de kilos |

D'après www.cea.fr

Données :

- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- la célérité c des ondes électromagnétiques dans le vide (et dans l'air) est supposée connue de l'élève ;
- constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- domaine des ondes électromagnétiques :



- 2.1. À quel domaine de longueurs d'ondes appartient le rayonnement émis par le laser Nd-YAG ? Justifier.
- 2.2. Calculer la valeur de l'énergie d'un photon émis par le laser Nd-YAG.
- 2.3. Un diagramme énergétique simplifié de la partie émission du laser Nd-YAG est fourni **en annexe à rendre avec la copie**.
 - 2.3.1. Vérifier, par un calcul, que les niveaux d'énergie mis en jeu lors de l'émission du faisceau laser sont les niveaux E2 et E4.
 - 2.3.2. Représenter cette transition par une flèche sur le diagramme **en annexe à rendre avec la copie**.
- 2.4. Déterminer l'ordre de grandeur du nombre maximal de photons émis pendant une impulsion.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Partie 2 : diagramme de niveaux d'énergie du laser Nd YAG

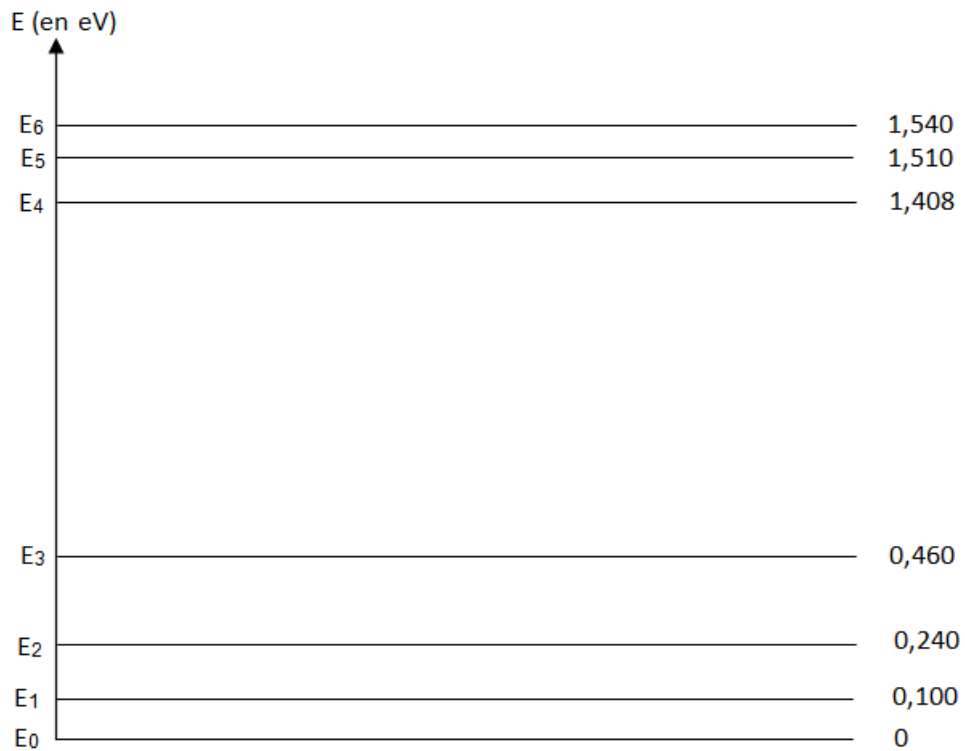


Diagramme d'énergie simplifié de l'ion néodyme Nd^{3+}