

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

Allantoïne (10 points)

L'allantoïne est un composé chimique azoté, de formule brute $C_4H_6N_4O_3$, découvert par Louis-Nicolas Vauquelin. On le trouve en particulier dans l'urine de veau ou la bave d'escargot, cependant aujourd'hui, il est synthétisé à grande échelle à partir de l'acide glyoxylique $C_2H_2O_3$ et de l'urée CH_4N_2O pour l'utiliser dans l'industrie cosmétique, car ce composé possède des propriétés adoucissantes et apaisantes. On le trouve principalement dans les produits de soins de la peau et les produits de maquillage, mais aussi dans les dentifrices, shampoings, crèmes à raser, rouges à lèvres, etc.

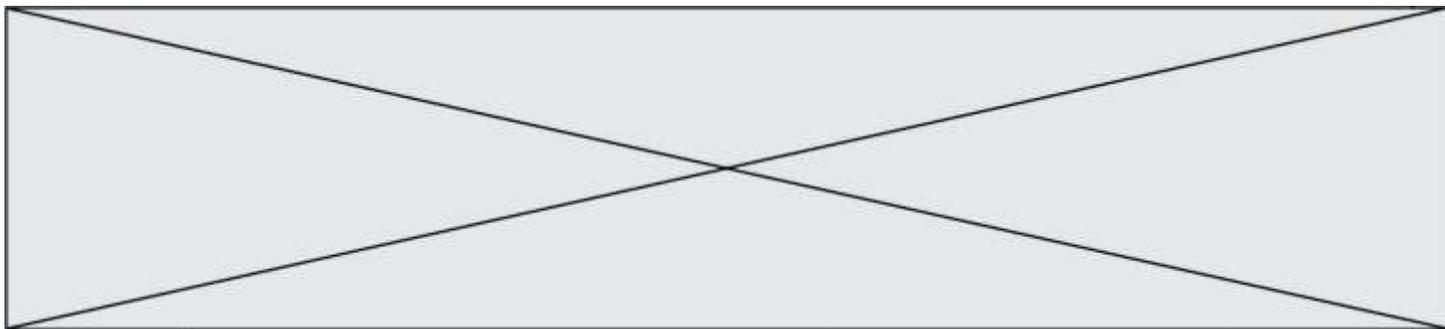
D'après <https://fr.wikipedia.org/wiki/Allantoïne>

L'objectif de l'exercice est d'étudier l'acide glyoxylique et l'urée, puis un protocole de synthèse de l'allantoïne au laboratoire.

Données

Données physiques de quelques espèces chimiques

| Espèce chimique | Masse molaire (g/mol) | Température de fusion (°C) | Solubilité dans l'eau |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|--|
| Urée | 60,0 | 134 | Très soluble : 1360 g/L à 20°C |
| Acide glyoxylique | 74,0 | 98 | Très soluble |
| Allantoïne | 158,1 | 238 | Peu soluble, 150 g/L si eau bouillante 5 g/L si eau très froide |
| Acide sulfurique | 98,1 | 734 | Très soluble |



Données de spectroscopie infrarouge

| Liaison | Nombre d'onde (cm ⁻¹) | Intensité |
|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Liaison C – NH ₂ | 3100 - 3500 | Bande double forte |
| Liaison C - NH | 3100 - 3500 | Bande simple forte |
| Liaison O – H acide carboxylique | 2500-3200 | Bande forte à moyenne, large |
| Liaison C – H | 2800-3000 | Bande forte |
| Liaison C = O avec N voisin | 1660 - 1685 | Bande forte et fine |
| Liaison C = O aldéhyde et cétone | 1650-1730 | Bande forte et fine |
| Liaison C = O acide carboxylique | 1680-1710 | Bande forte et fine |
| Liaison C = C | 1640-1680 | Bande moyenne |

Masse volumique de la solution d'acide glyoxylique à 50 % en masse : $\rho = 1,3 \text{ g.mL}^{-1}$

Valeurs d'électronégativité de quelques atomes :

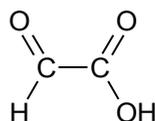
$$\chi(\text{H}) = 2,20 \quad \chi(\text{C}) = 2,55 \quad \chi(\text{N}) = 3,04 \quad \chi(\text{O}) = 3,44$$

Numéros atomiques de quelques éléments :

$$Z(\text{H}) = 1 \quad Z(\text{C}) = 6 \quad Z(\text{N}) = 7 \quad Z(\text{O}) = 8$$

1. À propos de l'acide glyoxylique.

L'acide glyoxylique est un solide, très utilisé dans l'industrie, de formule semi-développée :



- 1.1. Recopier sur la copie la formule semi-développée de la molécule d'acide glyoxylique et identifier les groupes caractéristiques qui la composent.
- 1.2. Représenter le schéma de Lewis de la molécule.
- 1.3. Donner, en justifiant, la géométrie de cette molécule autour de l'un ou l'autre des atomes de carbone.

2. A propos de l'ammoniac et urée

L'urée est un composé organique de formule chimique semi-développée : $\text{H}_2\text{N} - \text{CO} - \text{NH}_2$
L'urée naturelle fut découverte en 1773 par le pharmacien Hilaire Rouelle. Formée dans le foie, à partir de l'ammoniac, NH_3 , provenant de la dégradation d'acides aminés, l'urée naturelle est éliminée au niveau des reins par l'urine.

En 1828, le chimiste allemand Friedrich Wöhler réussit à synthétiser en laboratoire l'urée, molécule dite « organique » à l'époque, à partir d'ammoniac. On considérait avant cette synthèse que les molécules « organiques » ne pouvaient provenir que de constituants ou de dérivés d'organismes vivants habités par la « force vitale » (*vis vitalis*). Cette date, gravée dans l'histoire, est retenue comme étant celle fondatrice de la chimie organique.

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.)

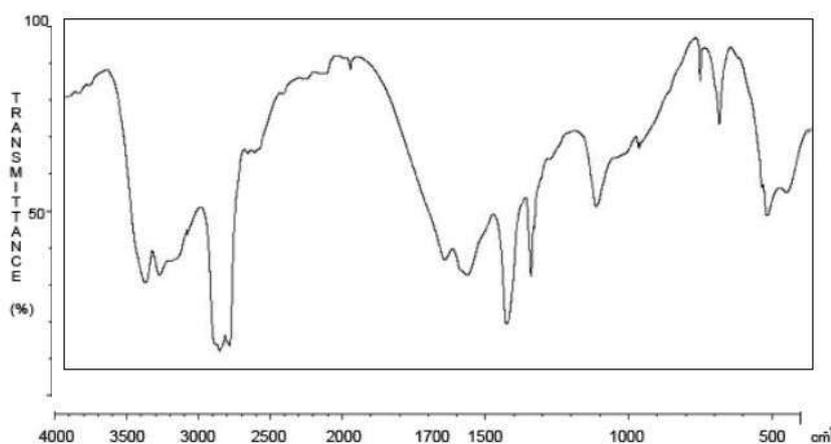
Né(e) le : / /

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

D'après <http://www.societechimiquedefrance.fr/uree.html>

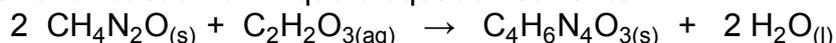
- 2.1. Donner la configuration électronique de l'azote N et de l'hydrogène H. En déduire la géométrie de la molécule d'ammoniac.
- 2.2. Justifier le caractère polaire de la molécule d'ammoniac.
- 2.3. On s'intéresse au spectre Infrarouge de l'urée.



- 2.3.1. Nommer la grandeur qui figure en abscisse du spectre Infrarouge.
- 2.3.2. Que confirme la bande la plus à gauche du spectre ?
- 2.3.3. Repérer la bande du spectre qui confirme la présence d'une liaison C = O. Peut-elle être attribuée sans ambiguïté à la liaison C=O de l'urée ? Justifier.

3. Synthèse de l'allantoïne

Une voie de synthèse de l'allantoïne s'effectue à partir d'urée et d'acide glyoxylique et peut être modélisée par une réaction chimique d'équation suivante :



Le protocole expérimental d'une synthèse de l'allantoïne, réalisée au laboratoire, est décrit ci-après :

- a. Placer un barreau aimanté dans un erlenmeyer de 100 mL puis, à l'aide d'un entonnoir à solide, verser 13,6 g d'urée et 10,0 mL de solution aqueuse d'acide glyoxylique à 50% en masse. Agiter jusqu'à l'obtention d'une solution limpide. Introduire lentement 1,5 mL d'acide sulfurique concentré, sous agitation magnétique. L'acide sulfurique a pour rôle d'accélérer la réaction. Adapter un réfrigérant ascendant.
- b. Placer l'erlenmeyer dans un bain-marie. Maintenir l'agitation, le chauffage et l'ébullition de l'eau du bain-marie pendant 45 minutes. Le milieu réactionnel se trouble au bout de 15 à 20 minutes avec l'apparition d'un précipité blanchâtre.
- c. Plonger ensuite le bécher dans de la glace pendant quelques minutes. Récupérer le solide à l'aide d'un dispositif de filtration sous vide de type Büchner.
- d. Laver avec suffisamment d'eau glacée. Sécher à l'étuve le temps nécessaire.
- e. Peser le solide obtenu.



- 3.1. Associer aux différentes étapes (**a, b, c, d, e**) mises en oeuvre les différentes étapes d'un protocole de synthèse : transformation ; séparation, purification, analyse.
- 3.2. Préciser Expliquer l'apparition progressive du précipité blanchâtre.
- 3.3. Justifier l'utilisation de la glace dans l'étape **c**.
- 3.4. Justifier l'intérêt de laver à l'étape **d** du protocole, le solide obtenu avec suffisamment d'eau glacée.
- 3.5. Déterminer le rendement de la synthèse ainsi effectuée, sachant que la masse d'allantoïne sèche obtenue vaut $m = 8,60$ g.

PARTIE B

Aspects énergétiques des phénomènes électriques (10 points)

Autour du petit électroménager

À la maison, l'électricité est facile d'accès, semble inépuisable et nombre de ses utilisations ne peuvent pas être remplacées par une autre source d'énergie. Ces usages spécifiques représentent plus de la moitié de la consommation d'électricité des ménages, chaque foyer possédant en moyenne près d'une centaine d'appareils électriques ou électroniques.

L'efficacité énergétique de nos équipements électriques s'améliore régulièrement. Pourtant, notre consommation d'électricité ne cesse d'augmenter : la consommation d'électricité pour les petits appareils électroménagers a doublé en vingt ans.

Maîtriser sa consommation d'électricité, c'est possible : il suffit souvent de bien choisir ses équipements, de bien les utiliser et de bien les entretenir.

En France, le prix du kWh électrique est de l'ordre de 15 centimes d'euros en 2019.

Sources : guide pratique « réduire sa facture d'électricité » de l'ademe.fr et edf.fr

Une famille profite de la foire de Paris pour acheter du nouveau petit électroménager.

Dans les stands, ils repèrent un grille-pain, une machine à café et une bouilloire.

La famille compte utiliser le grille-pain 5 minutes par jour tous les jours lors du petit-déjeuner.

Les deux parents prennent chacun un café par jour.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

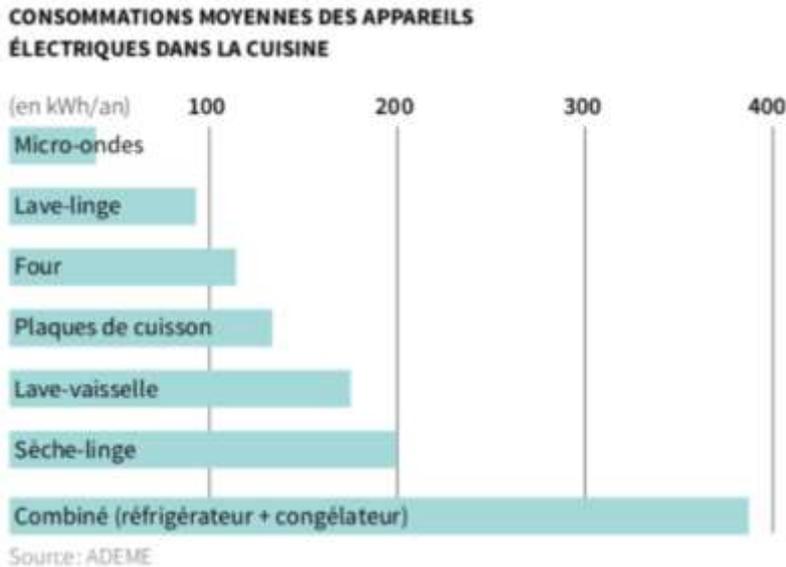
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Consommations moyennes des appareils électriques d'une famille dans la cuisine.



Données :

- l'énergie thermique E reçue par une masse m d'eau lors de la variation de sa température est proportionnelle à cette variation :

$$E = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$$

avec m la masse d'eau en kg, c la capacité thermique massique de l'eau : $c = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et $T_2 - T_1$: l'élévation de température en °C ou en K ;

- $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Extrait des fiches techniques des appareils

| fiche technique du grille-pain | fiche technique de la bouilloire | fiche technique de la machine à café |
|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| Puissance* : 1500 W | Puissance* : 2200 W Arrêt automatique Capacité : 1,6 L | 30 secondes pour faire un expresso |
| Prix : 29,99 euros | Prix : 19,99 euros | Prix : 99 euros |

* puissance moyenne reçue par l'appareil en fonctionnement.

Partie 1 : consommation énergétique des appareils électroménagers

- 1.1. En utilisant vos connaissances, choisir un ordre de grandeur pour la puissance de la machine à café parmi les trois propositions suivantes :
a : 10 W ; b : 1 kW ; c : 100 kW.
- 1.2. Nommer le phénomène physique commun mis en jeu pour griller les tartines dans le grille-pain ou pour chauffer l'eau de la machine à café ou de la bouilloire.



- 1.3. Calculer la consommation supplémentaire d'énergie qu'apporterait l'usage de la machine à café et du grille-pain sur une année. En déduire la dépense engendrée en euros sur une année.

Partie 2 : rendement de la bouilloire

- 2.1. Pourquoi peut-on qualifier le grille-pain ou la bouilloire de convertisseurs d'énergies ?
2.2. Définir le rendement d'un convertisseur. Expliquer sans calcul pourquoi le rendement de ces deux appareils électriques n'est pas de 100 %.
2.3. La bouilloire contient un volume $V = 0,60$ L d'eau initialement à la température $T_1 = 20$ °C et la chauffe à la température $T_2 = 90$ °C en 1 min 30 s. Calculer le rendement énergétique de cette bouilloire. Établir un bilan énergétique relatif à la bouilloire sous la forme d'un schéma énergétique. Commenter.

Partie 3 : modélisation d'une résistance chauffante au laboratoire

La résistance chauffante d'une bouilloire peut être assimilée à un conducteur ohmique. Au laboratoire, on dispose d'un conducteur ohmique immergeable de résistance R que l'on place dans un calorimètre (récipient fermé et isolé thermiquement ; les échanges d'énergie thermique avec l'extérieur sont ainsi très faibles). On réalise le montage représenté ci-dessous.



La résistance est en série avec un générateur de tension, de force électromotrice E , ainsi qu'un rhéostat de résistance variable $R' = 33$ Ω .
Le calorimètre est rempli d'un volume V d'eau.

Un voltmètre indique la valeur de la tension aux bornes de la résistance immergeable :
 $U = 12,18$ V.

L'ampèremètre indique que la valeur de l'intensité dans le circuit est $I = 2,26$ A.

On mesure également la valeur de la température de l'eau à l'aide d'un thermomètre électronique.

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 : / /

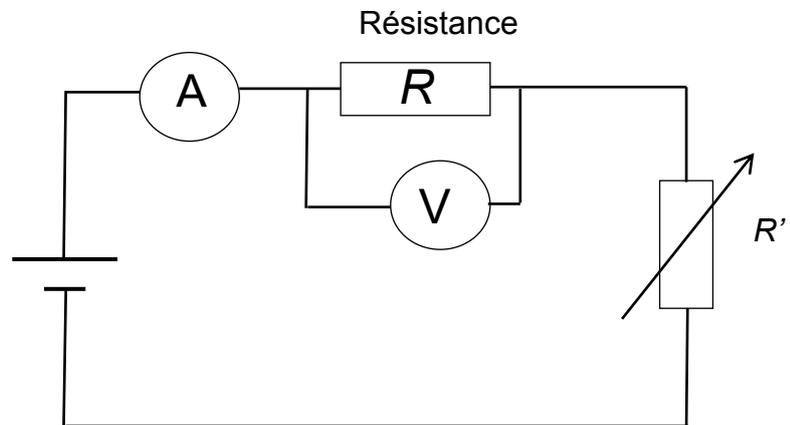
Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Initialement la température de l'eau est $T_1 = 28,1 \text{ }^\circ\text{C}$.
 On déclenche le chronomètre au moment où allume le générateur.
 Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

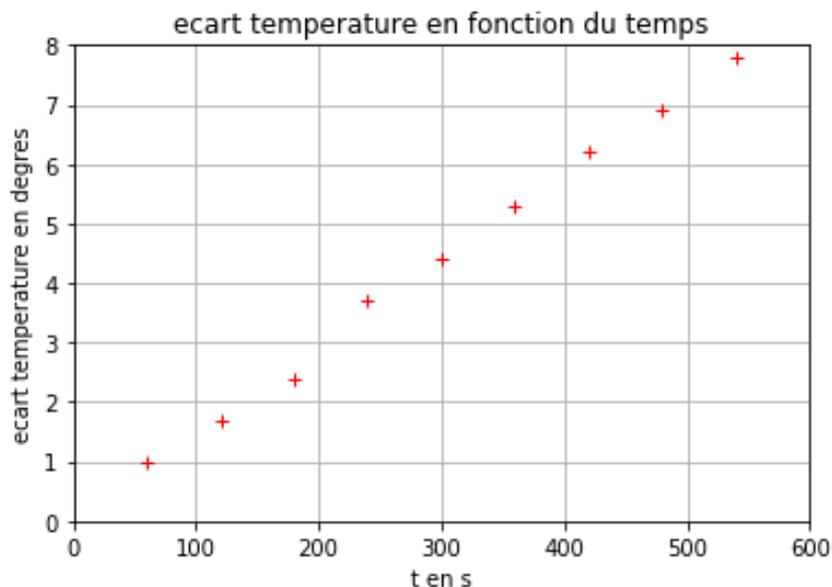
| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t (s) | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 |
| température T de l'eau (en $^\circ\text{C}$) | 29,1 | 29,8 | 30,5 | 31,8 | 32,5 | 33,4 | 34,3 | 35,0 | 35,9 |

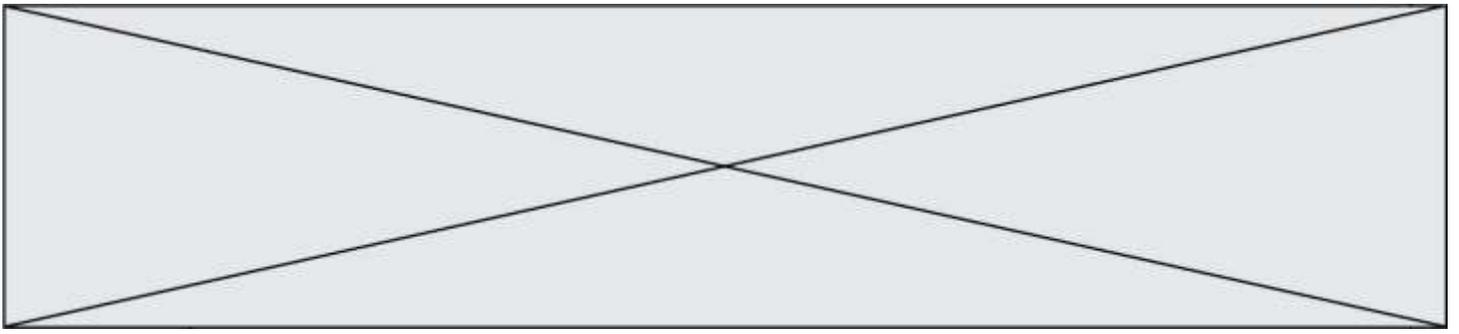
Le schéma du montage est représenté ci-dessous :



- 3.1. Calculer la valeur de la résistance R immergeable.
- 3.2. Compléter le programme écrit en langage Python et proposé en **annexe à rendre avec la copie** aux lignes 2, 3 et 4 afin que celui-ci réalise le tracé de l'écart de température $T - T_1$ en fonction du temps exprimé en secondes.

Le graphe représentant $T - T_1$ en fonction du temps est donné ci-après.





3.3. On montre que :

$$(T - T_1) = \frac{R \cdot I^2}{mc} \cdot t$$

avec m la masse d'eau introduite, c la capacité thermique massique de l'eau. Déterminer la valeur du volume d'eau V introduit dans le calorimètre à l'aide du graphe. On prendra $R = 5,4 \Omega$.

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

Question 3.2.

Programme permettant de tracer $T-T_1$ en fonction du temps.

```

1 import matplotlib.pyplot as plt
2 temps=          #liste des valeurs de temps en secondes
3 ecart_T=        #liste des valeurs des écarts de températures en °C
4 plt.plot(      ,      , 'ro', marker='+')
5 #tracé de ecart_T en fonction du temps
6 plt.grid(True) #affiche une grille sur le graphe
7 plt.xlabel("t en s") #nom de l'abscisse
8 plt.ylabel("ecart temperature en degres") #nom de l'ordonnée
9 plt.title("ecart temperature en fonction du temps")
10 plt.savefig('graphe2.png')
11 plt.show()

```