

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** : 7

### PARTIE A

#### Comparaison de deux appareils à fondue (10 points)

Des élèves souhaitent comparer deux appareils à fondue, l'un traditionnel utilisant comme source de chaleur un petit réchaud à alcool et l'autre fonctionnant à l'électricité.

Les données qui suivent représentent les résultats de leurs expériences et le fruit de quelques recherches documentaires.

#### Énergie thermique reçue par un système

L'énergie thermique  $E$  reçue par un système lorsque sa température passe d'une valeur initiale  $\theta_{\text{initiale}}$  à une température finale  $\theta_{\text{finale}}$  dépend de :

- sa masse  $m$  (kg) ;
- sa capacité thermique massique  $c$  ( $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) ;
- sa variation de température  $\theta_{\text{finale}} - \theta_{\text{initiale}}$  ( $^{\circ}\text{C}$  ou K).

Elle s'écrit  $E = m \cdot c \cdot (\theta_{\text{finale}} - \theta_{\text{initiale}})$ .

La capacité thermique massique de l'eau vaut :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

#### Partie 1. Étude de l'appareil à fondue utilisant le réchaud à alcool.

Le montage présenté ci-dessous est réalisé par le professeur. L'eau contenue dans le récipient, appelé caquelon, est chauffée à l'aide du réchaud dans lequel de l'éthanol a été enflammé à l'aide d'une allumette. Un thermomètre immergé dans l'eau permet de suivre



l'évolution de la température de l'eau au cours du temps. À l'issue de l'expérience l'alcool a été entièrement brûlé.



**Matériel et produits :**

- eau, éthanol ;
- béchers de 50 et 100 mL ;
- éprouvette graduée de 200,0 mL ;
- caquelon (casserole en terre cuite ou en fonte), réchaud.

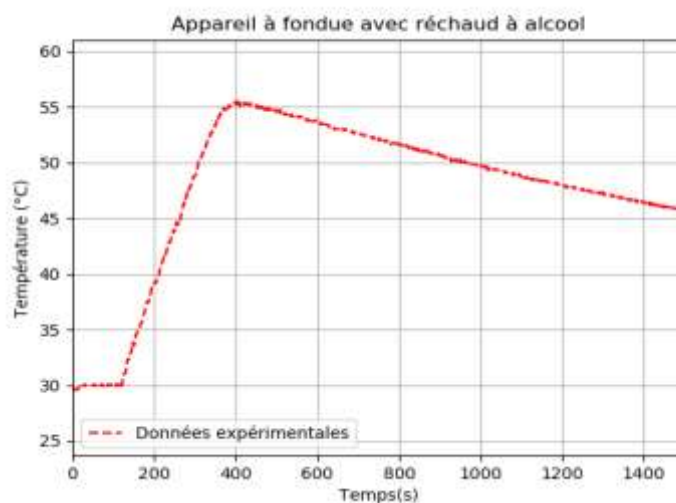
**Cahier d'expérience**

Le cahier d'expérience regroupe les résultats des mesures effectuées.

**Grandeurs mesurées :**

- masse du réchaud vide :  $m_{\text{réchaud vide}} = 73,61 \text{ g}$  ;
- masse du réchaud avec l'éthanol :  $m_{\text{réchaud rempli}} = 78,96 \text{ g}$  ;
- masse du récipient vide :  $M_{\text{récipient vide}} = 1,735 \text{ kg}$  ;
- masse du récipient rempli avec de l'eau :  $M_{\text{récipient rempli}} = 2,049 \text{ kg}$ .

**Courbe représentant l'évolution de la température de l'eau au cours du temps**



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 :  /  /

 Liberte - Egalite - Fraternite  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

### Masses molaires atomiques

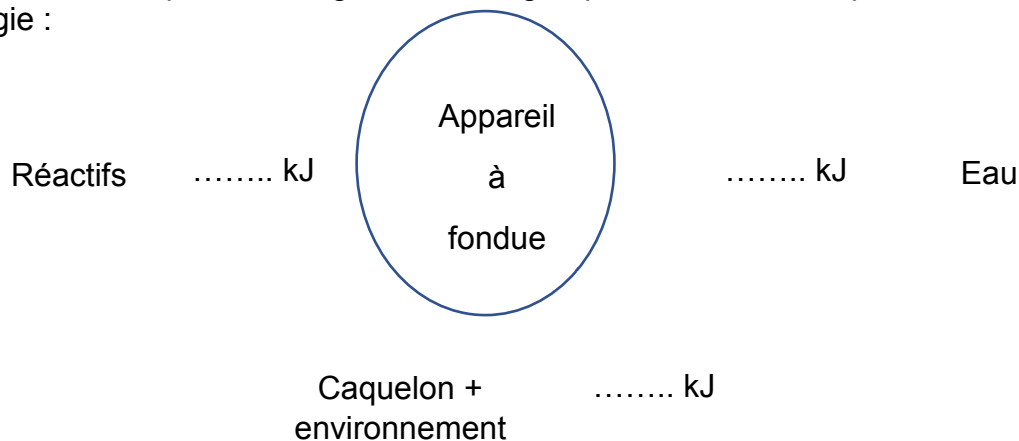
Élément	H	C	O
M (g.mol <sup>-1</sup> )	1	12	16

### Réaction de combustion

Une réaction de combustion totale modélise une transformation chimique faisant intervenir un combustible (alcane ou alcool) et un comburant (dioxygène) et produisant du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.

### Formule brute de l'éthanol : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

1. À l'aide des données expérimentales, calculer la valeur de l'énergie thermique  $E_{\text{eau}}$  reçue par l'eau lors de la combustion de l'éthanol.
2. Écrire l'équation de la réaction de combustion de l'éthanol. On rappelle que les produits formés lors de cette transformation chimique sont l'eau et le dioxyde de carbone.
3. Déterminer la valeur de la quantité de matière  $n_{\text{éthanol}}$  d'éthanol utilisée dans l'expérience.
4. On admet que la valeur de l'énergie molaire de la réaction de combustion de l'éthanol est  $E_{\text{combustion}} = -1,02 \cdot 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . En déduire que la valeur de l'énergie thermique produite lors de la combustion de la totalité de l'éthanol est de  $1,18 \cdot 10^2 \text{ kJ}$ .
5. Reproduire et compléter le diagramme énergétique suivant en indiquant les transferts d'énergie :



6. Définir le rendement énergétique de cet appareil à fondue.
7. Montrer que ce rendement énergétique est proche de 30 %.

### Partie 2. Étude de l'appareil à fondue fonctionnant à l'électricité.

#### Caractéristiques de l'appareil à fondue :

- tension 230 V ~ 50 Hz / 60Hz ;
- puissance électrique consommée 900 W.



### **Cahier d'expérience**

On chauffe 0,50 kg d'eau à l'aide d'un appareil à fondue électrique.

Pour élever la température de l'eau de 40 °C, il faut 1 min 55 s.

La capacité thermique massique de l'eau vaut :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

8. Montrer que le rendement énergétique de l'appareil à fondue électrique est d'environ 80 %.
9. Proposer une hypothèse permettant d'expliquer les différences de rendement énergétique entre les deux appareils.

## **PARTIE B**

### **Exposition au soleil et protection (10 points)**

Le Soleil est la principale source du rayonnement électromagnétique reçu par la Terre. Une partie de ce rayonnement est constituée de radiations ultraviolettes (UV). Une exposition prolongée aux rayons ultraviolets peut provoquer des dommages au niveau des yeux ou de la peau, tels que brûlures, vieillissement prématuré ou cancers. Il est donc nécessaire de prendre certaines précautions pour s'en protéger.

#### **1. Les différents types de rayons ultraviolets**

Il existe trois catégories de rayonnements ultraviolets, classés par domaines de longueur d'onde selon leurs effets biologiques et leur pouvoir de pénétration dans la peau :

- les UV-A :  $320 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$  ;
- les UV-B :  $280 \text{ nm} < \lambda < 320 \text{ nm}$  ;
- les UV-C :  $100 \text{ nm} < \lambda < 280 \text{ nm}$  ;

Plus l'énergie d'un rayonnement UV est élevée, plus celui-ci sera dangereux pour la peau.

#### **Données :**

- constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;
- la valeur de la célérité de la lumière  $c$  dans le vide est supposée connue du candidat ;
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

**1.1.** Calculer, en eV, la valeur de l'énergie  $E$  d'un photon de longueur d'onde  $\lambda = 280 \text{ nm}$  dans le vide.

**1.2.** Classer, en justifiant, les différents types d'UV par nocivité croissante.

#### **2. L'ozone, l'écran solaire de la Terre**

Avant d'atteindre la surface de la Terre, le rayonnement solaire subit des phénomènes d'absorption et de diffusion dans les couches de l'atmosphère, notamment en raison de la présence de dioxygène et d'ozone ( $\text{O}_3$ ).

L'ozone est particulièrement présent dans la stratosphère, couche située entre dix et cinquante kilomètres d'altitude.

La couche d'ozone atmosphérique absorbe totalement les rayonnements ultraviolets de fréquence comprise entre  $11 \times 10^{14} \text{ Hz}$  et  $30 \times 10^{14} \text{ Hz}$ .

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.)

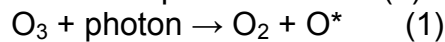
Né(e) le :  /  /

 LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

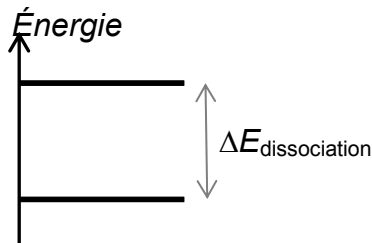
**2.1. Déterminer quelle catégorie d'ultraviolets ne parvient pas jusqu'à la surface terrestre.**

Lorsque le rayonnement UV traverse la stratosphère, certains photons incidents possèdent une énergie suffisante pour être absorbés par l'ozone. La transformation (dissociation) qui en résulte est modélisée par la réaction (1) :



La notation  $\text{O}^*$  signifie que l'atome d'oxygène formé est dans un état excité.

**2.2. Le diagramme énergétique simplifié ci-dessous présente les niveaux d'énergie mis en jeu avant et après dissociation de l'ozone modélisée par la réaction (1).**



**2.2.1. Recopier ce diagramme sur la copie et représenter par une flèche la transition correspondant au phénomène d'absorption des photons incidents par l'ozone.**

**2.2.2. L'énergie de dissociation de l'ozone  $\Delta E_{\text{dissociation}}$  est égale à 4,97 eV. Montrer que cette valeur est en accord avec la réponse donnée à la question 2.1.**

**3. Le Soleil... sans coup de soleil**

Pour limiter les effets des rayonnements UV sur la peau, il est recommandé par les dermatologues de porter des vêtements et accessoires protecteurs, et d'utiliser une crème solaire. Il existe deux grandes catégories de protection solaire offerte par les cosmétiques selon la nature des filtres et leur mode d'action ; tous doivent être expressément autorisés par la réglementation :

- les filtres organiques qui agissent par absorption des rayonnements UV ;
- les filtres minéraux, à savoir le dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ) et l'oxyde de zinc ( $\text{ZnO}$ ), qui agissent par réflexion des rayons UV : ceux-ci ne pénètrent pas dans l'épiderme.

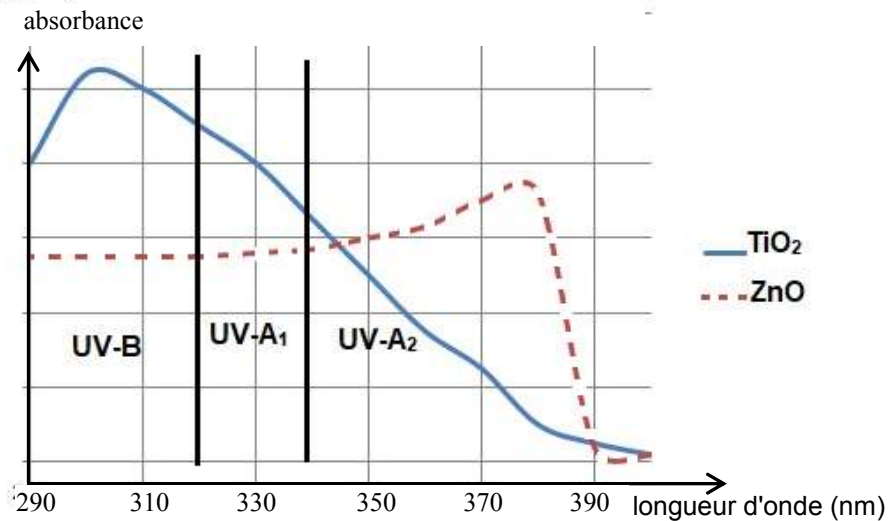
Ces différents filtres, chimiques ou minéraux [...] peuvent être combinés entre eux par les fabricants [...].

D'après <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Protection-solaire>



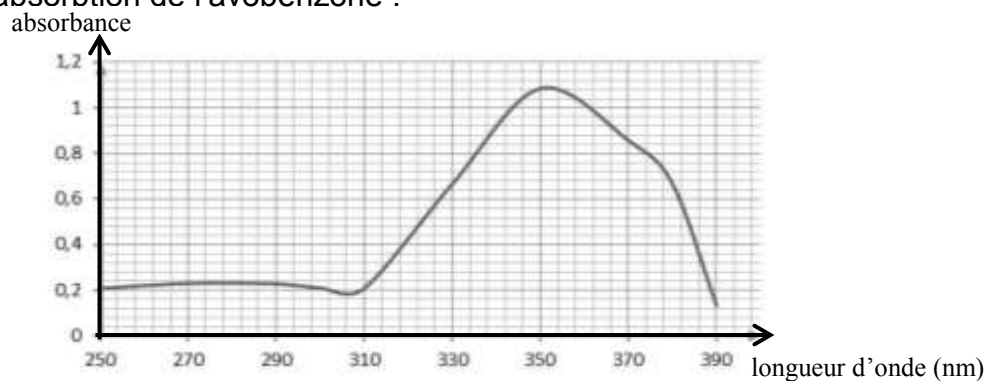
**Données :**

- Spectre d'absorption de deux filtres minéraux,  $\text{TiO}_2$  et  $\text{ZnO}$  :



D'après <http://www.chimix.com/an19/bts/chim180.html>

- L'avobenzone est un filtre organique dont la masse molaire  $M$  est égale à  $310,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Spectre d'absorption de l'avobenzone :



**3.1.** Expliquer l'intérêt pour un fabricant de crème solaire de combiner un filtre organique tel que l'avobenzone avec un filtre minéral tel que  $\text{TiO}_2$ .

Une crème solaire, dont le seul principe actif est l'avobenzone, est étudiée au laboratoire afin de vérifier son efficacité dans le temps.

Sa formulation est à 3 %, ce qui signifie que le pourcentage en masse de principe actif est de 3,0 g d'avobenzone pour 100 g de crème.

On considère que la crème solaire reste efficace et peut être conservée tant que le pourcentage en masse du principe actif est supérieur à 2,5 %.

La période de conservation maximale après ouverture d'un produit cosmétique est indiquée par un symbole représentant un pot ouvert sur lequel la durée est précisée : 6 M pour 6 mois, 12 M pour 12 mois, 24 M pour 24 mois, etc.



Exemple de logo figurant sur un produit

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

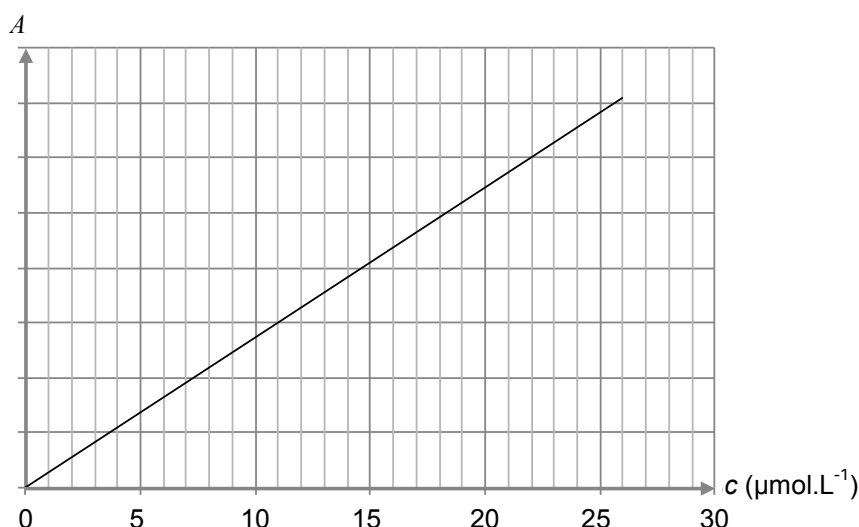
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Pour vérifier l'efficacité dans le temps de la crème solaire, on réalise la mesure de l'absorbance  $A$ , pour un rayonnement de longueur d'onde égale à 360 nm, de différentes solutions de concentration en quantité de matière  $c$  connue d'avobenzone dans du méthanol. Les résultats obtenus permettent le tracé de la courbe ci-après.



Tous les trois mois, on prépare une solution en introduisant 200 mg de crème solaire issue du même tube dans du méthanol pour obtenir un litre de solution dont on mesure l'absorbance.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

Nombre de mois écoulés depuis l'ouverture du tube	0	3	6	9	12	15
Absorbance	0,52	0,52	0,51	0,43	0,35	0,25

On considère que l'absorption des UV par des espèces chimiques autres que l'avobenzone est négligeable.

**3.2.** Justifier le choix de la longueur d'onde de travail.

**3.3.** Formulation de la crème solaire.

**3.3.1.** Déterminer la concentration en quantité de matière  $c_0$  de la solution réalisée à l'ouverture du tube de crème solaire.

**3.3.2.** La formulation de la crème solaire est-elle bien celle attendue ?

**3.4.** Évolution de la formulation de la crème solaire au cours du temps.

**3.4.1.** Indiquer, en justifiant, comment évolue la concentration en avobenzone au cours du temps.

**3.4.2.** La mention « 12 M » peut-elle être inscrite sur le logo figurant sur le tube de crème solaire ?

*Le candidat est évalué sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre une démarche de résolution, ainsi que sur la qualité de sa rédaction.*

*Toutes les prises d'initiative et toutes les tentatives de résolution, même partielles, seront valorisées.*