

Calculatrice autorisée.

Le sujet traite de trois types de chauffages utilisés

Les quatre exercices et sous parties sont indépendants. Dans chaque exercice, plusieurs questions sont indépendantes. Pensez à bien lire le sujet en entier.

### Exercice 1 – Chauffage électrique (3 pts)

Sujet original

Le chauffage électrique est basé sur les propriétés des résistances électriques. On rappelle les formules suivantes :

Tension aux bornes d'une résistance :  $U = RI$

Puissance électrique :  $P = UI$

Dimension d'une puissance :  $[P] = ML^2T^{-3}$

1.1. Déterminer la dimension de la résistance R dans le système international.

1.2. Une résistance traversée par un courant électrique s'échauffe. Rappeler le nom donné à ce phénomène.

1.3. Déterminer la formule donnant l'incertitude absolu sur R, en fonction de celles de U et I.

On utilise par exemple le principe du chauffage électrique dans les chauffe-eau électriques. Lors d'utilisation prolongées et excessives pour chauffer de l'eau à l'aide d'une résistance électrique, les matériaux constituant la résistance peuvent se dissoudre dans l'eau.

1.4.1. Ecrire la réaction de dissolution dans l'eau du sulfate de fer  $FeSO_4$ .

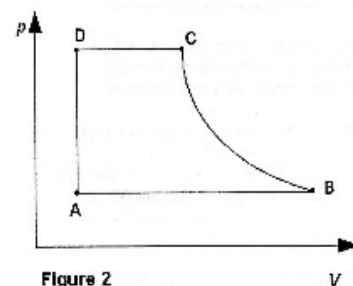
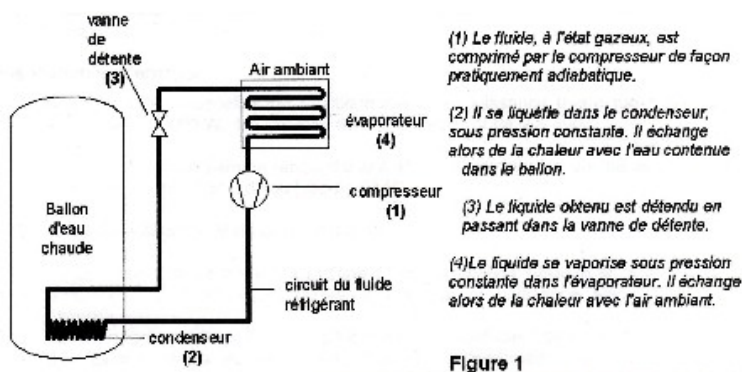
1.4.2. Ecrire la réaction de dissolution dans l'eau du chlorure de cuivre  $CuCl_2$ .

### Exercice 2 – Chauffe-eau thermodynamique (9 points)

Inspiré de BTS EEC 2009

Dans un chauffe-eau dit « thermodynamique », le chauffage de l'eau est assuré par une pompe à chaleur.

Le principe de la pompe à chaleur repose sur les transformations subies par un fluide réfrigérant, selon un cycle dont les étapes sont représentées sur la figure 1 ci-dessous.



#### A. Cycle du fluide

2.1. Rappeler la signification du terme « adiabatique » employé pour décrire l'étape (1).

2.2. Donner les termes utilisés pour désigner des transformations s'effectuant :

- à pression constante.
- à volume constant.
- à température constante.

On modélise le cycle du fluide sur le diagramme de la figure 2.

- 2.3.1.** Associer à chaque étape AB, BC, CD et DA du cycle de la figure 2, une des étapes (1), (2), (3) ou (4) du cycle décrit sur la figure 1, en justifiant.
- 2.3.2.** On appelle  $Q_2$  la chaleur échangée par le fluide lors de l'étape (4). Préciser le signe de  $Q_2$  et celui de  $Q_4$ , en justifiant.
- 2.3.3.** Quel est le travail  $W$  reçu par le fluide lors de l'étape DA ?
- 2.3.4.** Au cours de quelle étape la pompe à chaleur consomme-t-elle de l'énergie électrique ?

## B. Transfert de chaleur

- 2.4.1.** Citer les trois modes de transfert de chaleur
- 2.4.2.** Déterminer celui qui justifie l'emplacement du condensateur dans la partie basse du ballon.

## C. Consommation d'énergie

Dans les conditions usuelles de fonctionnement, la puissance thermique restituée à l'eau est de  $P_{th} = 2000$  W. La capacité du chauffe-eau est de  $V = 300$  L.

**2.5.** Le ballon étant initialement rempli d'eau à  $15^\circ\text{C}$ , déterminer la quantité de chaleur  $Q$  pour chauffer ces 300 L d'eau jusqu'à  $50^\circ\text{C}$ .

**2.6.** En déduire la durée  $t$  de cette opération.

Le coefficient de performance  $E$  d'une pompe à chaleur désigne le quotient de la puissance utile (thermique) qu'elle fournit, par la puissance électrique qu'elle absorbe.

Le fabricant indique pour la pompe à chaleur un coefficient de performance  $E = 3,5$ .

**2.7.** Déterminer la puissance électrique  $P_e$  consommée par le compresseur.

**2.8.** En déduire l'énergie électrique  $W$  consommée par le compresseur (pour le chauffage de 300 L d'eau de  $15^\circ\text{C}$  à  $50^\circ\text{C}$ ) exprimée en kWh.

**2.9.** Déterminer la dimension d'une énergie en fonction de dimensions de base du système international (on pourra s'aider de toute formule utile comportant l'énergie). Rappeler l'unité SI d'une énergie.

## Exercice 3 – Combustion dans un poêle à bois (8 points)

*Inspiré de BTS EEC 2010*

### Données :

Masses molaires atomiques :  $M(\text{C}) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{H}) = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;

Volume molaire dans les conditions de la combustion :  $V_m = 32 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

Produit ionique de l'eau :  $K_e = 10^{-14}$

L'utilisation de combustible fossile provoque un accroissement de la concentration du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère, qui peut conduire à des changements climatiques (réchauffement de l'atmosphère).

La combustion du bois garantit des rejets dans l'atmosphère avec moins de polluants que la plupart des combustibles fossiles. De plus, la quantité de  $\text{CO}_2$  dégagée lors de la combustion du bois est comparable à celle produite naturellement lors de sa décomposition, cette quantité de  $\text{CO}_2$  correspond à celle qui a été extraite de l'air pour la photosynthèse au cours de la croissance de l'arbre. Un équilibre est de la sorte obtenu. Le bilan théorique sur le  $\text{CO}_2$  produit est donc neutre.

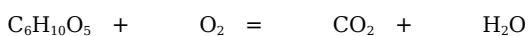
**3.1.** A quel phénomène fait-on allusion dans la première partie du texte ?

On choisit donc pour cette habitation un chauffage à l'aide d'un poêle à bois. On s'intéresse alors à la combustion du bois dans ce poêle : détermination d'un volume de  $\text{CO}_2$  dégagé ainsi que la possible utilisation des cendres.

On considèrera que le bois est principalement constitué de cellulose  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ .

**3.2.** Calculer la masse molaire moléculaire  $M$  de la cellulose. Expliciter la dimension de cette grandeur.

**3.3.** Recopier et compléter l'équation bilan équilibrée de la combustion complète de la cellulose :



On souhaite déterminer le volume de  $\text{CO}_2$  obtenu par combustion d'une masse  $m = 1620$  g de cellulose contenue dans une bûche.

**3.4.1.** Calculer le nombre de moles  $n$  contenues dans 1620 g de cellulose.

**3.4.2.** En déduire le nombre de moles  $n'$  de  $\text{CO}_2$  que produit la combustion.

**3.4.3.** En déduire dans les conditions de la combustion, le volume  $\text{CO}_2$  dégagé.

A la fin de la combustion, on peut utiliser les cendres restantes pour le jardin de l'habitation. En effet, les cendres de

bois possèdent certaines propriétés qui peuvent s'avérer utiles pour plusieurs circonstances en jardinage : la cendre est un alcalisant (diminue l'acidité d'un sol), un antiparasitaire et un insectifuge naturel. La présence de potasse de formule KOH explique son pouvoir alcalisant.

On dissout des cendres de bois dans de l'eau.

**3.5.1.** Ecrire l'équation de dissolution de la potasse dans de l'eau sachant qu'il se forme des ions potassium  $K^+$ .

**3.5.2.** La solution obtenue a un pH égal à 11, et est notée S. En déduire la concentration en ions hydroxyde.

**3.5.3.** En s'appuyant sur le texte et les questions précédentes, donner une expression synonyme de « solution alcaline ».

**3.5.4.** Expliquer pourquoi l'épandage de cendres diminuera l'acidité du sol.

20 mL de solution S est diluée dans un volume total de 2 L.

**3.6.1.** Justifier rapidement que le pH diminuera.

**3.6.2.** Vérifier par le calcul, en calculant la nouvelle concentration en hydroxyde, puis en oxonium, puis le pH.

## **Exercice 4 - Bilan énergétique**

*Partie bonus*

4. A la lecture des présentations des trois premières parties, et à l'aide de vos connaissances personnelles. Dresser un rapide bilan des avantages et inconvénients des différents modes de chauffage vis-à-vis de l'environnement. Choisissez dans cette optique le meilleur système pour chauffer une salle de classe, sans considérer l'aspect financier.