

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS

SCIENCES PHYSIQUES – U22

Durée : 2 H

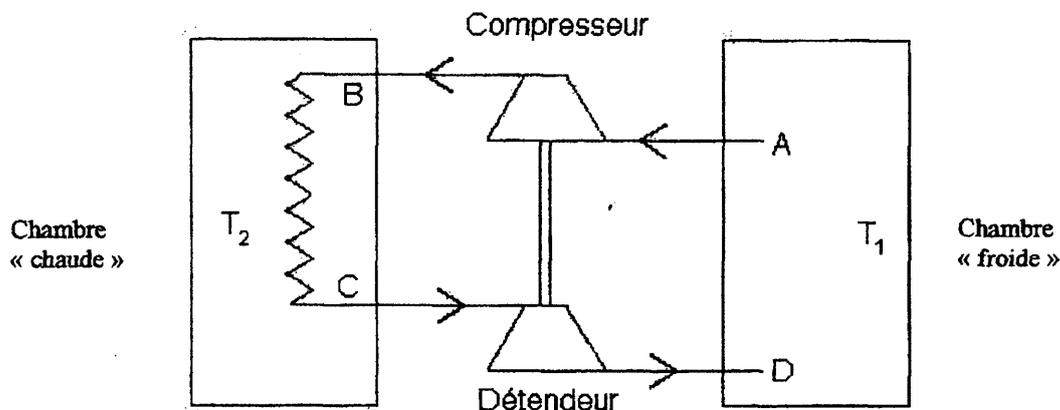
Coefficient : 2

Calculatrice autorisée

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		SESSION 2003
CODE : FEE2SC	DUREE : 2 H	Coefficient : 2
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES – U.22		Page 1/4

THERMODYNAMIQUE (9 points)

Une machine frigorifique à air est schématisée ci-après :



Elle est destinée à maintenir dans la chambre « froide » une température T_1 . La pression p est constante.

Une masse de 1 kg d'air, prélevée dans la chambre « froide » à la température $T_A = T_1$ est comprimée adiabatiquement. L'air passe ensuite dans un échangeur plongé dans une pièce dite chambre « chaude » dont la température T_2 , supérieure à T_1 , est considérée comme constante. L'air est ensuite détendu adiabatiquement et renvoyé, à la température T_D , dans la chambre « froide » où il va se réchauffer jusqu'à la température T_1 considérée comme constante dans toute la chambre froide.

Cette masse de 1 kg d'air subit donc un cycle, passant successivement par les états A, B, C et D. Précisons que la pression de l'air dans l'échangeur est constante et que sa température en C est celle de la chambre « chaude ». Par ailleurs, le travail fourni par le fluide au cours de sa détente est intégralement utilisé par le compresseur. On considère que l'air se comporte comme un gaz parfait et que les transformations sont réversibles.

On donne les valeurs suivantes : $T_1 = 268 \text{ K}$, $T_2 = 293 \text{ K}$, $P_A = 1,0 \text{ bar}$, $P_B = 2,0 \text{ bar}$

Pour l'air : $c_p = 1,0 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, $\gamma = 1,4$

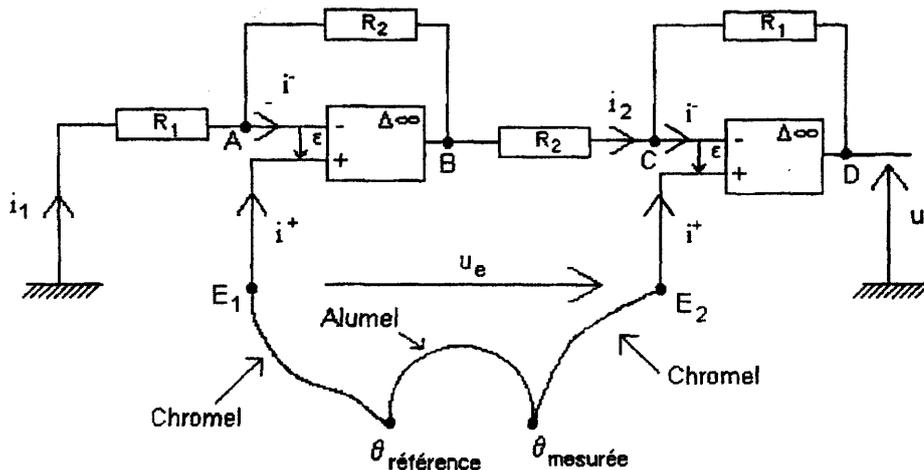
- 1) Déterminer la constante massique r_{air} du gaz parfait pour 1 kg d'air.
- 2) Vérifier que la température T_B de l'air après la compression adiabatique est égale à 327 K.
- 3) Déterminer la température T_D de l'air après la détente adiabatique.
- 4) Déterminer, pour un cycle et par kilogramme d'air, la quantité de chaleur Q_{cycle} reçue. En déduire le travail W_{cycle} reçu (toujours par cycle et par kilogramme d'air).

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		SESSION 2003
CODE : FEE2SC	Durée : 2H	Coefficient : 2
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES-U22		Page 2 sur 4

- 5) Identifier la quantité de chaleur « utile » et calculer le coefficient e de performance de la machine, $e = Q_{\text{utile}} / W_{\text{cycle}}$.
- 6) Quel est le débit d'air nécessaire pour que la machine ait une puissance frigorifique (quantité de chaleur prélevée chaque seconde à la source « froide ») de 1 kW ?

ELECTRICITE (6points)

Un thermomètre « électronique » est constitué d'un capteur de température et d'un montage amplificateur de tension comportant des résistances et deux amplificateurs opérationnels, suivant le schéma ci-après :



Le thermocouple est constitué par deux jonctions chromel-alumel, présentant une très faible résistance. La tension u_e aux bornes du thermocouple, fonction de la température, est appliquée entre les deux entrées E_1 et E_2 du montage amplificateur. Elle est proportionnelle à la différence de température entre la jonction de mesure et la jonction de référence :

$$u_e = K(\theta_{\text{mes}} - \theta_{\text{ref}})$$

K peut être considéré comme constant sur une large plage de température (jusqu'au-delà de 1000 °C) : $K = 40 \mu\text{V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Dans la suite de l'exercice, on prendra $\theta_{\text{ref}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Ils fonctionnent en régime linéaire. Dans ces conditions la tension différentielle d'entrée, ϵ , est nulle, ainsi que les intensités des courants d'entrée : $i^+ = i^- = 0$.

- 1) Calculer la tension u_e pour $\theta_{\text{mes}} = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$.
Outre l'amplification de la tension u_e , quel est l'intérêt du montage proposé ?
- 2) Exprimer u_e , tension à l'entrée du montage, en fonction de i_1 , i_2 et R_2 .
- 3) Exprimer u_e , tension à la sortie du montage, en fonction de R_1 , R_2 , i_1 , i_2 .

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		SESSION 2003
CODE : FEE2SC	Durée : 2H	Coefficient : 2
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES-U22		Page 3 sur 4

- 4) En déduire une expression littérale de l'amplification $\frac{u_s}{u_e}$ du montage.
- 5) Application numérique : $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$ et $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$. Calculer l'amplification du montage et la valeur de la tension u_s de sortie pour la température de $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

CHIMIE (5 points)

Données :

Masses molaires atomiques : $M(\text{Ca}) = 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,
 $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Produit ionique de l'eau à $25 \text{ }^\circ\text{C}$: $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$.

La chaux est un corps solide de formule $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Il se décompose dans l'eau en ions Ca^{2+} et OH^- . A $25 \text{ }^\circ\text{C}$, une solution aqueuse de chaux, saturée, a une concentration de $0,0126 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en ions Ca^{2+} .

- 1) Calculer la concentration massique $c_{(\text{Ca}^{2+})}$ en ions Ca^{2+} (on l'exprimera en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$).
- 2) Ecrire l'équation de la réaction de dissociation de la chaux dans cette solution.
- 3) Déterminer la concentration molaire en ions OH^- et en déduire le pH de cette solution.
- 4) On veut neutraliser 50 mL de cette solution avec de l'acide chlorhydrique de concentration $0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
 - 4.1 Écrire l'équation de la réaction de neutralisation.
 - 4.2. Calculer le volume d'acide chlorhydrique nécessaire.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		SESSION 2003
<i>CODE : FEE2SC</i>	<i>Durée : 2H</i>	<i>Coefficient : 2</i>
<i>EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES-U22</i>		<i>Page 4 sur 4</i>