

Session 2006

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAVAUX PUBLICS
MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES
ÉPREUVE E3
UNITÉ U 32 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

A l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Document à rendre avec la copie :

1. annexe page 5/5

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

Code sujet : **TVE3SC**

I) Étude énergétique d'une chaudière (9 points)

Une cuve remplie de 300 litres de propane (formule brute C_3H_8) liquide sous haute pression sert à alimenter le brûleur d'une chaudière.

La masse volumique ρ_{liquide} du propane liquide, à la température de la cuve est telle que :
 $\rho_{\text{liquide}} = 508 \text{ kg/m}^3$.

1.1 - Déterminer la masse en kilogramme de propane contenue dans cette cuve.

1.2 - Déterminer la masse molaire moléculaire du propane M_{propane} .

1.3 - En déduire la quantité de matière (nombre de moles) de propane contenue dans cette cuve.

1.4 - Le volume molaire des gaz est V_m tel que : $V_m = 24 \text{ L/mol}$. En déduire le volume de propane sous forme gazeuse pouvant être libéré par cette cuve.

Au niveau du brûleur, la combustion complète du propane permet de libérer de l'énergie thermique.

1.5 - Écrire l'équation de la réaction de combustion du propane.

1.6 - Déduire de cette équation les volumes V_{eau} de vapeur d'eau et V_{CO_2} de dioxyde de carbone libérés par la combustion de la totalité du propane.

1.7 - Le pouvoir calorifique supérieur noté PCS du propane est tel que :

$$\text{PCS} = 49,6 \text{ MJ/kg.}$$

Quelle énergie Q peut-on récupérer ?

1.8 - Cette chaudière sert à réchauffer l'eau provenant de dix radiateurs. Le débit massique q_m de l'eau dans les radiateurs est tel que : $q_m = 0,035 \text{ kg/s}$. La température d'entrée dans le radiateur est de 75°C et celle de sortie de 60°C .

1.8.1 - Déterminer la chaleur Q_1 dégagée par un radiateur en une heure.

1.8.2 - Déterminer la chaleur Q_2 dégagée par l'ensemble des radiateurs.

1.9 - Le rendement de la chaudière est de 79,6%.

Déterminer la chaleur Q_3 fournie en 1 heure par la chaudière ainsi que la puissance de celle-ci.

1.10 - Déterminer le débit massique q (en kg/h) de gaz arrivant au brûleur.

Données

Masses molaires atomiques : C = 12 g/mol H = 1 g/mol O = 16 g/mol

Capacité calorifique massique de l'eau : C = $4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

II) Étude d'un compresseur (7 points)

On veut comprimer une mole de gaz supposé parfait de l'état initial noté 1 caractérisé par (P_1, V_1, T_1) vers un état final noté 2 caractérisé par (P_2, V_2, T_2) .

$$P_1 = 10^5 \text{ Pa} \quad P_2 = 2.10^5 \text{ Pa} \quad T_1 = 298 \text{ K}$$

Cette compression se réalise en deux étapes :

- une compression adiabatique qui amène le gaz dans un état intermédiaire noté 1' caractérisé par (P_2, V_1', T_1') ;
- un refroidissement isobare pour obtenir l'état 2 caractérisé par (P_2, V_2, T_2) pour lequel T_2 est identique à T_1 .

2.1 - Donner l'équation d'état reliant les variables P, V et T pour un gaz parfait.

2.2 - En déduire la valeur du volume V_1 .

2.3 - Représenter sur le diagramme de Clapeyron donné en annexe les deux transformations mises en jeu (les deux isothermes aux températures T_1 et T_1' sont représentées en pointillés).

2.4 - En utilisant la relation $PV^\gamma = \text{Cte}$ utilisée lors d'une transformation adiabatique et la relation de la question 2.1, calculer :

2.4.1 – la valeur de V_1' ;

2.4.2 - la valeur de T_1' .

2.5 - On veut mesurer les travaux reçus W_1 , W_2 et W_t correspondant successivement à la transformation adiabatique, le refroidissement isobare et la transformation totale.

2.5.1 - Calculer le travail W_1 en utilisant la relation $W_1 = \frac{R(T_1' - T_1)}{\gamma - 1}$.

2.5.2 - Exprimer W_2 en fonction de P_2 , V_2 et V_1' puis en fonction de R, T_1 et T_1' .

2.5.3 - Calculer les valeurs de W_2 et W_t .

2.6 - On veut maintenant mesurer les échanges de chaleur Q_1 , Q_2 et Q_t .

2.6.1 - Que vaut Q_1 correspondant à la compression adiabatique ?

2.6.2 - Exprimer Q_2 en fonction de R, T_1 et T_1' .

2.6.3 - Calculer les valeurs de Q_2 et Q_t .

2.8 - Calculer la variation ΔU d'énergie interne puis commenter et justifier le résultat obtenu.

Données :

$$R = 8.31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} \quad \gamma = 1,4$$

$C_{p,m} = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$ où $C_{p,m}$ est la capacité calorifique molaire à pression constante.

III) Acoustique (4 points)

Deux sources S_1 et S_2 omnidirectionnelles sont placées côte à côte.

3.1 - En un point A situé à cinq mètres, un microphone capte le champ direct. Le niveau d'intensité créé par les deux sources en ce point est L_i tel que : $L_i = 80$ dB.

3.1.1 - Quelle est l'intensité sonore I perçue au point A lorsque les deux sources fonctionnent simultanément ?

3.1.2 - Déterminer le niveau de puissance L_W global imposé par les deux sources.

3.2 - Lorsque la source S_1 fonctionne seule, le niveau d'intensité en ce point A est L_{i1} tel que $L_{i1} = 75$ dB.

3.2.1 – En déduire l'intensité sonore I_2 perçue au point A lorsque la source S_2 fonctionne seule.

3.2.2 - Déterminer alors le niveau d'intensité L_{i2} au point A lorsque la source S_2 fonctionne seule.

3.3 - On se place maintenant en un point B à dix mètres des deux sources.

3.3.1 – Calculer le niveau d'intensité sonore L_i' en ce point lorsque les deux sources fonctionnent simultanément.

3.3.2 – Quelle est alors l'intensité sonore I' correspondante perçue au point B ?

Données :

$L_i = L_W - 11 - 20 \cdot \log(r)$ où r représente la distance du point à la source.

$I_0 = 10^{-12}$ W/m²

Annexe : diagramme de Clapeyron

feuille à rendre avec la copie

1) Étude énergétique d'une chaudière

Question 2.3

