

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS

SCIENCES PHYSIQUES – U. 22

Session 2005

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

Matériel autorisé :

Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

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

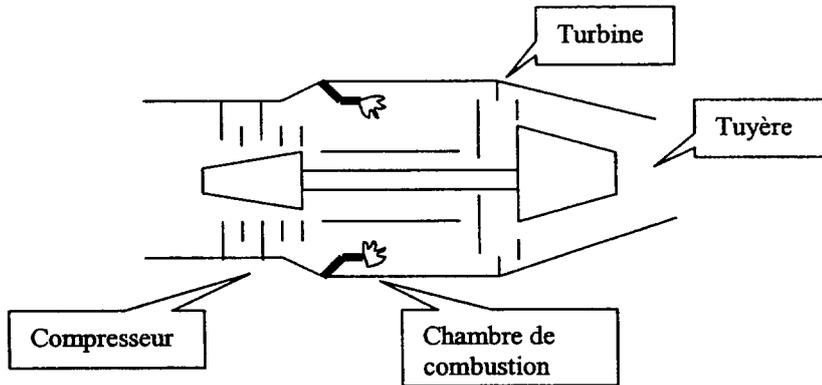
Le sujet comporte 4 pages, numérotées de 1/4 à 4/4.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2005
Sciences physiques – U. 22		FEE2SC
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 1/4

THERMODYNAMIQUE (8 points)

Étude simplifiée d'un turboréacteur

Un turboréacteur à simple flux comprend un compresseur, une chambre de combustion, une turbine et une tuyère. Le compresseur et la turbine sont montés sur un même arbre.



Le compresseur aspire l'air à la pression atmosphérique $P_0 = 1 \text{ bar}$ à $T_0 = 298 \text{ K}$ avec un débit massique $q_m = 60 \text{ kg.s}^{-1}$ et le comprime adiabatiquement jusqu'à la pression $P_1 = 4 \text{ bars}$.

On assimile l'air à un gaz parfait de constante $r = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et de capacité calorifique massique à pression constante $c_p = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Les transformations sont considérées réversibles.

Relations de Laplace pour un gaz parfait lors d'une transformation adiabatique :

$$P.V^\gamma = \text{cte} \quad T.V^{\gamma-1} = \text{cte} \quad P^{1-\gamma}.T^\gamma = \text{cte}$$

I Étude du compresseur

I.1. Montrer que le coefficient γ , rapport entre les capacités calorifiques massiques à pression constante et à volume constant, est égal à 1,4.

I.2. Vérifier que la température T_1 à la sortie du compresseur est égale à 443 K.

I.3. Quelle est la puissance P_c du compresseur ?

Rappel : expression de la puissance P dans le cas d'une transformation isentropique :

$$P = q_m \cdot \Delta h \text{ avec } h \text{ enthalpie massique.}$$

II Étude de la chambre de combustion

Le carburant est injecté dans l'air comprimé et brûle sous pression constante dans la chambre de combustion. La combustion s'effectue avec un important excès d'air, on admettra donc qu'il n'y a pas de modification de la nature et du nombre de moles de gaz.

II.1. La température maximale admise à l'entrée de la turbine est $T_2 = 1173 \text{ K}$.

Calculer la quantité de chaleur Q qu'il faut fournir à l'air en une seconde pour élever sa température de T_1 à T_2 .

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2005
Sciences physiques – U. 22		FEE2SC
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 2/4

II.2. En déduire la masse de carburant à injecter par seconde sachant que son pouvoir calorifique moyen est : $Q_c = 43 \times 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

III Étude de la turbine

Les gaz se détendent adiabatiquement dans la turbine. Soit T_3 la température à sa sortie.

III.1. Donner l'expression du travail échangé entre le gaz et le rotor de la turbine pour 1 kg d'air sachant qu'il s'agit d'un travail total avec transvasement. Interpréter son signe.

III.2. En déduire l'expression de la puissance P_t de la turbine (rappel : $P_t > 0$).

III.3. En admettant que la puissance P_t de la turbine est égale à la puissance P_c du compresseur, montrer que la température T_3 à la sortie de la turbine est donnée par la relation :

$$T_3 = T_0 + T_2 - T_1.$$

Calculer T_3 .

III.4. En déduire P_3 , la pression des gaz à la sortie de la turbine.

ELECTRICITE (7 points)

Un moteur asynchrone triphasé porte les indications suivantes : 230 V/400 V ; 50 Hz. Il est alimenté par un réseau 230 V/400 V ; 50Hz.

1. Comment doit-on coupler le stator sur ce réseau (justifier votre réponse) ?
2. On a relevé les valeurs du moment T_u du couple utile en fonction de la fréquence de rotation n :

n (tr/min)	0	300	700	900	1000	1100	1300	1400	1450	1500
T_u (N.m)	24	25.6	30.2	34	35	34	30	24	12	0

2.1. Tracer, sur papier millimétré, la caractéristique mécanique $T_u(n)$ du moteur.
Echelles $n : 1 \text{ cm} \Leftrightarrow 100 \text{ tr.min}^{-1}$; $T_u : 1 \text{ cm} \Leftrightarrow 2 \text{ N.m}$.

2.2. Quelle est la fréquence de synchronisme du moteur ; en déduire son nombre de pôles.

3. On se propose d'utiliser ce moteur à l'entraînement éventuel de deux charges dont les caractéristiques mécaniques sont données par les relations :

$T_{r1} = 25 + 7 \times 10^{-3} n$ pour la charge 1 et $T_{r2} = 10 + 3 \times 10^{-3} n$ pour la charge 2, avec T_r en N.m et n en tr.min^{-1} .

3.1. Tracer, sur le graphe précédent, les droites représentatives des caractéristiques mécaniques des charges 1 et 2.

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2005
Sciences physiques – U. 22		FEE2SC
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 3/4

3.2. En justifiant la réponse, indiquer la charge avec laquelle le moteur pourra démarrer directement.

4. On accouple le moteur à la charge 2. L'ensemble fonctionne en régime permanent.

4.1. Déterminer la vitesse du groupe et le moment du couple utile développé.

4.2. En déduire le glissement du moteur.

CHIMIE (5 points)

On dissout 96 g de chlorure de sodium (NaCl)_s dans de l'eau à 80 °C. La solution obtenue est saturée ; elle a pour volume : 250 cm³.

1. Sachant que la solubilité s d'un corps (appelé soluté) est la masse de soluté que l'on peut dissoudre dans un solvant pour obtenir un litre de solution saturée, quelle est la solubilité du chlorure de sodium à 80 °C ?

2. Quelle est, à 80 °C, la concentration volumique molaire en chlorure de sodium de la solution saturée ?

3. Sachant que la solubilité du chlorure de sodium à 20 °C est de 360 g.L⁻¹, quelle est la masse de chlorure de sodium qui précipite lors du refroidissement, à 20 °C, de la solution précédente ?

4. Quel volume minimum d'eau faut-il rajouter à la solution précédente pour dissoudre, à 20 °C, le chlorure de sodium en excès ?

Masses molaires : Na = 23 g.mol⁻¹ et Cl = 35,5 g.mol⁻¹

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2005
Sciences physiques – U. 22		FEE2SC
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 4/4