



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

SCIENCES PHYSIQUES – U. 22

SESSION 2011

—
Durée : 2 heures
Coefficient : 2
—

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2011
Sciences physiques – U. 22	FEE2SC	Page : 1/5

I - ÉLECTRICITÉ (7 points)

Une machine d'extraction est entraînée par un moteur à courant continu à excitation indépendante. L'inducteur est alimenté par une tension $U_e = 600 \text{ V}$ et il est parcouru par un courant d'excitation d'intensité $I_e = 30 \text{ A}$; il se comporte comme un conducteur ohmique de résistance r .

L'induit de résistance $R = 12 \times 10^{-3} \Omega$ est alimenté par une source fournissant une tension U réglable de 0 V à sa valeur maximale $U_N = 600 \text{ V}$.

La valeur nominale de l'intensité du courant dans l'induit est $I_N = 1,5 \times 10^3 \text{ A}$; la fréquence de rotation nominale est $n_N = 30 \text{ tr.min}^{-1}$.

1. Phase de démarrage

1.1. En notant Ω la vitesse angulaire du rotor, la force électromotrice du moteur a pour expression $E = K \times \Omega$.
Donner la valeur de E à l'arrêt.

1.2. Représenter le modèle équivalent de l'induit du moteur en indiquant sur le schéma les flèches associées à U et I (I : intensité du courant dans l'induit).

1.3. Écrire la relation entre U , E et I , puis en déduire la tension U_d à appliquer au démarrage pour un courant de démarrage d'intensité $I_d = 1,2 I_N$.

2. Fonctionnement nominal au cours d'une remontée en charge

2.1. Exprimer littéralement puis calculer :

2.1.1. la puissance P_{induit} reçue par l'induit du moteur, alimenté par une source à sa valeur maximale,

2.1.2. la puissance $P_{\text{inducteur}}$ reçue par l'inducteur du moteur,

2.1.3. la puissance totale P_{tot} reçue par le moteur,

2.1.4. la puissance totale P_J perdue par effet Joule.

2.2. Sachant que la puissance dissipée par les autres types de pertes (autres que les pertes par effet Joule) a pour valeur $P_C = 27 \text{ kW}$,

2.2.1. vérifier que la puissance utile P_{ut} du moteur vaut environ 850 kW ,

2.2.2. déduire le moment T_U du couple utile du moteur.

2.3. Calculer le rendement du moteur.

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2011
Sciences physiques – U. 22	FEE2SC	Page : 2/5

II - CHIMIE (5 points)

Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes.

Données :

- produit ionique de l'eau $K_e = [H_3O^+] \times [HO^-]$, à 25 °C, est égal à 10^{-14} ;
- masses molaires (en $g \cdot mol^{-1}$) :
 $M(H) = 1,0$; $M(O) = 16,0$; $M(Na) = 23,0$; $M(Ca) = 40,1$; $M(Mg) = 24,3$.

1. Une solution d'hydroxyde de sodium, S_1 , est fabriquée en dissolvant $m = 2,0$ g d'hydroxyde de sodium solide, NaOH, dans $V = 5,0$ L d'eau pure.

- 1.1. Calculer la quantité de matière, n , d'hydroxyde de sodium dans la solution S_1 .
- 1.2. Calculer la concentration molaire C de la solution, S_1 .
- 1.3. Calculer la concentration molaire en ions hydroxyde, $[HO^-]$, puis la concentration molaire en ions oxonium, $[H_3O^+]$ dans la solution S_1 .
- 1.4. Vérifier que le pH de cette solution est égal à 12,0.

2. Une solution, S_2 , se colore en rouge avec l'hélianthine, en jaune avec le bleu de bromothymol et reste incolore avec la phénolphtaléine.

2.1. En utilisant le tableau ci-dessous, déduire un encadrement de la valeur du pH. Justifier brièvement la réponse.

Nom de l'indicateur	Couleur de l'indicateur
Hélianthine	rouge : $pH < 3,2$ orange : $3,2 < pH < 4,4$ jaune : $pH > 4,4$
Bleu de bromothymol	jaune : $pH < 6$ vert : $6 < pH < 8$ bleu : $pH > 8$
Phénolphtaléine	incolore : $pH < 8,2$ rose : $8,2 < pH < 10$ violacé : $pH > 10$

2.2.

fait, la mesure du pH de la solution S_2 fournit une valeur, $pH = 2,9$.

Calculer les concentrations en ions oxonium, $[H_3O^+]$ et en ions hydroxyde $[HO^-]$ dans cette solution S_2 .

2.3. Cette solution est-elle acide, basique ou neutre ? Justifier votre choix.

III – THERMODYNAMIQUE (8 points)

Fonctionnement d'un moteur de type turbine à gaz à combustion externe

Les questions sont largement indépendantes.

Dans une machine thermique, un gaz, assimilé à un gaz parfait, décrit le cycle des transformations suivantes :

- ▶ initialement à l'état 1, à la pression p_1 et à la température T_1 , il traverse un compresseur dans lequel il subit une évolution adiabatique réversible jusqu'à l'état 2 où sa pression est p_2 et sa température T_2 ;
- ▶ il se trouve alors en contact avec une source chaude et se réchauffe, de façon isobare, jusqu'à la température T_3 où il est à l'état 3 ;
- ▶ il pénètre ensuite dans la turbine où il se détend de manière adiabatique réversible, jusqu'à la pression p_4 . Il est alors à l'état 4 ; sa température est T_4 ;
- ▶ il achève de se refroidir, d'une façon isobare, au contact d'une source froide et se retrouve dans l'état 1.

1.

1.1. Quelle est la relation entre p_2 et p_3 ?

1.2. Tracer **sur la copie** l'allure du cycle décrit par le gaz dans un diagramme de Clapeyron, $p = f(V)$.

1.3. Indiquer, sur le diagramme précédent, les points 1, 2, 3 et 4 représentatifs des états du gaz.

2. Lors d'une évolution adiabatique réversible, le gaz parfait obéit à la loi :

$$p \times V^\gamma = \text{constante avec } \gamma = \frac{C_p}{C_v} \text{ où :}$$

- C_p : capacité thermique molaire, à pression constante ;
- C_v : capacité thermique molaire, à volume constant.

2.1. Démontrer que cette loi peut s'écrire : $p^{1-\gamma} \times T^\gamma = \text{constante}$.

2.2. En déduire l'expression :

2.2.1. de la température T_2 en fonction de p_1, p_2, T_1 et de γ ;

2.2.2. de la température T_4 en fonction de p_1, p_2, T_3 et de γ .

3. Pour $n = 1$ mol de gaz, exprimer en fonction de C_p et des températures adéquates :

3.1. Q_C , l'énergie échangée sous forme de chaleur avec la source chaude,

BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS		Session 2011
Sciences physiques – U. 22	FEE2SC	Page : 4/5

3.2. Q_F , l'énergie échangée sous forme de chaleur avec la source froide.

4. En utilisant le premier principe, donner l'expression W_{cycle} de l'énergie échangée sous forme de chaleur par une mole de gaz avec l'extérieur au cours du cycle, en fonction de C_p , T_1 , T_2 , T_3 et T_4 .

5. Le rapport $\tau = \frac{p_2}{p_1}$ est généralement imposé par les limites de la résistance mécanique du compresseur.

Le rendement théorique, η de cette machine s'écrit en fonction de τ et de γ :

$$\eta = 1 - \tau^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} .$$

5.1. Calculer le rendement pour les trois gaz figurant dans le tableau ci-dessous en prenant $\tau = 4,0$.

5.2. Avec lequel obtient-on le meilleur rendement ?

Gaz	Valeur de γ
argon	1,67
air	1,40
dioxyde de carbone	1,31

6. Calculer les valeurs des températures T_2 , T_4 pour le gaz qui donne le meilleur rendement en utilisant les données suivantes :

$$\tau = 4,0 \quad ; \quad p_1 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa} \quad ; \quad T_1 = 300 \text{ K} \quad \text{et} \quad T_3 = 900 \text{ K} .$$