

***BREVET DE TECHNICIEN***  
***SUPÉRIEUR***  
***MAINTENANCE INDUSTRIELLE***

**ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

***Durée*** : 2 heures

***Coefficient*** : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire n° 99-186 du 16-11-99) est autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies

**IMPORTANT**

Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1 à 4 + la page de présentation.

Un **DOCUMENT-REPONSE** à remettre avec la copie

Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet,

Veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

Une entreprise industrielle possède une réserve d'eau, pompée dans un cours d'eau voisin, traitée, puis transférée dans un château d'eau qui domine le site.

On se propose d'étudier quelques éléments du dispositif.

Les quatre parties sont indépendantes.

## I – LE MOTEUR D'ENTRAÎNEMENT DE LA POMPE (6 points)

La pompe est entraînée par un moteur asynchrone triphasé alimenté par un réseau 400 V entre phases, 50 Hz, possédant les caractéristiques suivantes :

Moteur asynchrone triphasé à cage

Tensions d'alimentation : 400 V / 680 V, 50 Hz

Intensités nominales : 10 A / 6 A

Vitesse nominale de rotation :  $1450 \text{ tr.min}^{-1}$

$\cos \varphi = 0,86$  (nominal)

Résistance entre deux phases du stator couplé :  $R = 1 \text{ ohm}$

Un essai permet de déterminer les pertes fer au stator  $p_{fs}$  ainsi que les pertes mécaniques  $p_m$  :  
 $p_{fs} = p_m = 120 \text{ W}$

**I-1** Les enroulements statoriques doivent-ils être couplés en étoile ou en triangle ? Justifier.

**I-2** Quelle est l'intensité nominale  $I$  du courant en ligne ?

**I-3** Déterminer la vitesse de synchronisme  $n_s$  et le nombre de paires de pôles  $p$ .

**I-4** Calculer, dans les conditions nominales :

**I-4.1.** La puissance électrique absorbée  $P_a$ . On vérifiera que  $P_a$  est voisine de 6 kW.

**I-4.2.** Le glissement  $g$ .

**I-4.3.** Les pertes Joule au stator  $P_{js}$ .

**I-4.4.** La puissance  $P_{tr}$  transmise au rotor.

**I-4.5.** Les pertes Joule au rotor  $P_{jr}$ .

**I-4.6.** La puissance utile  $P_u$ .

**I-4.7.** Le rendement  $\eta$ .

## II – ASSOCIATION MOTEUR + CHARGE (4 points)

Dans cette partie, on négligera le couple de pertes mécaniques.

On considère que  $P_u = 5500 \text{ W}$  au point de fonctionnement nominal.

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC6		Page 1/4

**II-1.** Donner la relation entre le couple électromagnétique  $T_{em}$  et le couple utile  $T_u$  dans l'hypothèse précédente.

**II-2.** Donner le couple  $T_{us}$  à la vitesse de synchronisme.

**II-3.** Calculer le couple utile  $T_{un}$  au point de fonctionnement nominal.

**II-4.** Le moteur est accouplé à une pompe centrifuge dont la caractéristique mécanique est donnée sur le page 4/4.

Tracer sur le **DOCUMENT-REPONSE**, page 4/4, la partie utile, considérée comme une droite, de la caractéristique du couple moteur.

**II.5.** Déterminer le point de fonctionnement du groupe.

### III – LE GROUPE ELECTROGENE (9 points)

Il permet d'assurer la continuité d'alimentation du château d'eau en cas de rupture du réseau électrique : le courant électrique est alors fourni par un alternateur triphasé entraîné par un moteur à explosion.

Ce moteur est supposé fonctionner suivant le cycle théorique de Beau de Rochas (ou cycle d'Otto).

L'agent thermique est l'air, assimilé à un gaz parfait, décrivant le cycle suivant, supposé réversible :

- 0 – 1 Admission isobare du mélange air-carburant
- 1 – 2 Compression adiabatique
- 2 – 3 Allumage et explosion, transformation isochore
- 3 – 4 Détente adiabatique
- 4 – 1 Ouverture de la soupape d'échappement, transformation isochore
- 1 – 0 Echappement isobare

On ne tiendra pas compte dans les calculs de la masse de carburant négligeable par rapport à celle de l'air)

**III.1.** Dans l'état 1, sachant que le volume d'air aspiré est  $V_1 = 800 \text{ cm}^3$ , la pression  $p_1 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  et la température  $T_1 = 300 \text{ K}$ , déterminer la masse d'air admise dans le cylindre.

La masse molaire équivalente de l'air est égale à  $0,029 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

La constante des gaz parfaits est  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

**III.2.** Le rapport volumétrique est  $\varepsilon = V_1 / V_2 = 9$ .

Le rapport des capacités thermiques massiques de l'air à pression constante et à volume constant est  $\gamma = 1,4$ .

Calculer la pression  $p_2$  et la température  $T_2$  en fin de compression.

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC6		Page 2/4

On rappelle que, pour une transformation adiabatique réversible :

$$P.V^\gamma = \text{Cte} \text{ et } T.V^{\gamma-1} = \text{Cte}$$

On vérifiera que  $T_2$  est voisine de 722 K.

**III.3.** La température  $T_3$ , en fin de combustion est égale à 1900 K.  
En déduire la pression  $p_3$  correspondante.

**III.4.** Calculer la pression  $p_4$  puis la température  $T_4$  en fin de détente.

**III.5.** Représenter l'allure du cycle des transformations 1-2, 2-3, 3-4 et 4-1 sur un diagramme pression-volume.

Indiquer le sens de parcours du cycle.

**III.6.** Calculer les quantités de chaleur  $Q_{12}$ ,  $Q_{23}$ ,  $Q_{34}$  et  $Q_{41}$  reçues pendant les quatre transformations thermodynamiques du cycle.

Quel que soit le résultat trouvé à la question **III.2**, on prendra  $m = 0,93 \cdot 10^{-3}$  kg (masse d'air décrivant le cycle).

La capacité thermique massique de l'air à volume constant est  $c_v = 714 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

**III.7.** En déduire la quantité totale de chaleur reçue au cours du cycle puis le travail correspondant.

**III.8.** Calculer le rendement thermodynamique théorique du cycle étudié.

**III.9.** Calculer la puissance théorique développée quand le moteur tourne à 3000 tours par minute. On rappelle qu'un cycle complet correspond à deux tours de l'arbre moteur.

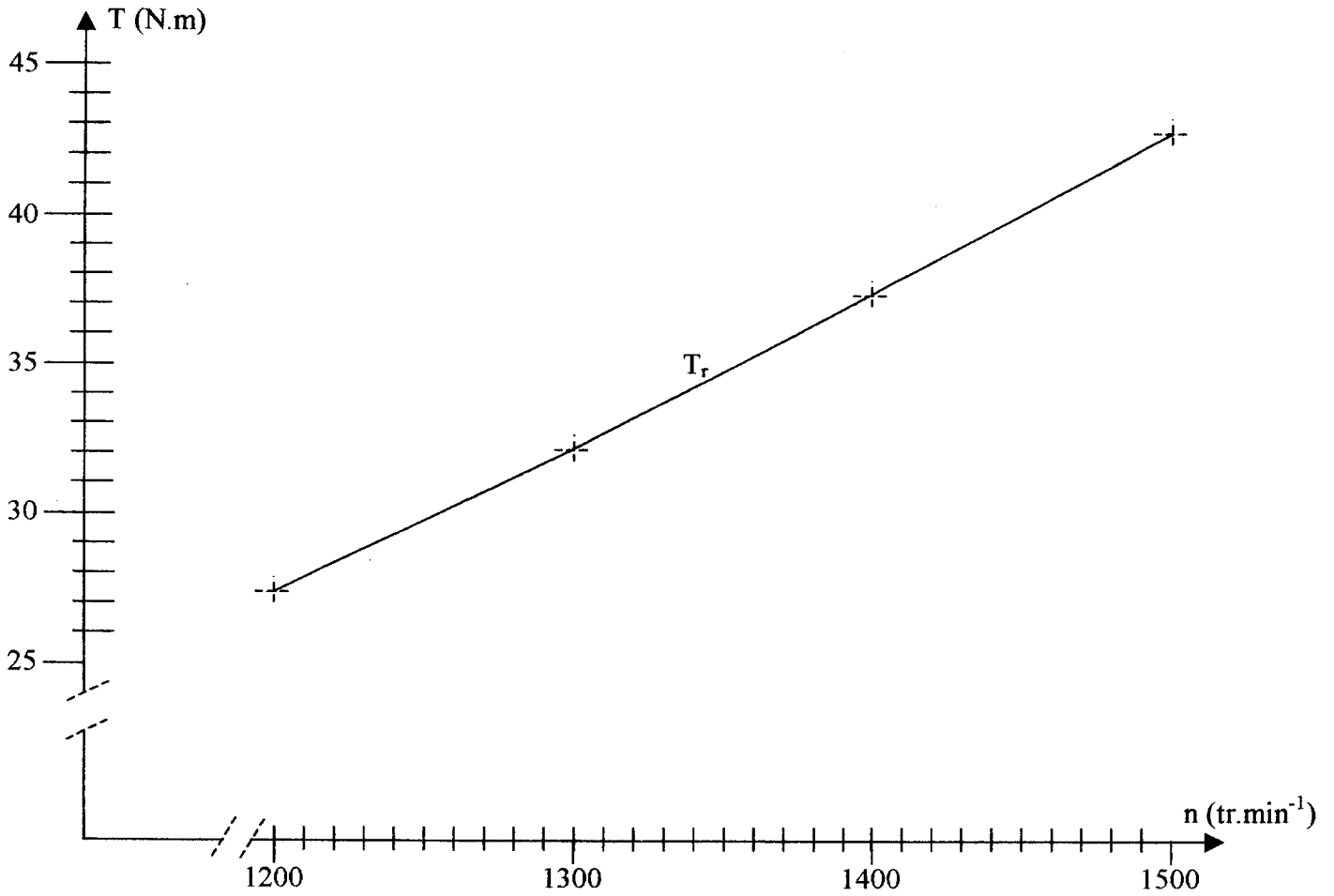
#### IV – LA COMBUSTION DU CARBURANT (1 point)

Le carburant utilisé est un mélange d'hydrocarbures parmi lesquels l'heptane, dont la formule est :  $\text{C}_7\text{H}_{16}$

Ecrire et équilibrer l'équation de la combustion complète de l'heptane dans le dioxygène de l'air (les produits de la combustion sont alors le dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  et la vapeur d'eau  $\text{H}_2\text{O}$ ).

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC6		Page 3/4

**DOCUMENT - REPONSE**  
**A remettre avec la copie**



BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC6		Page 4/4