

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 tr.min⁻¹

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

Résistance entre deux phases du stator couplé : $R = 1$ ohm

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

II – ASSOCIATION MOTEUR + CHARGE (4 points)

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

On considère que $P_u = 5500$ 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.

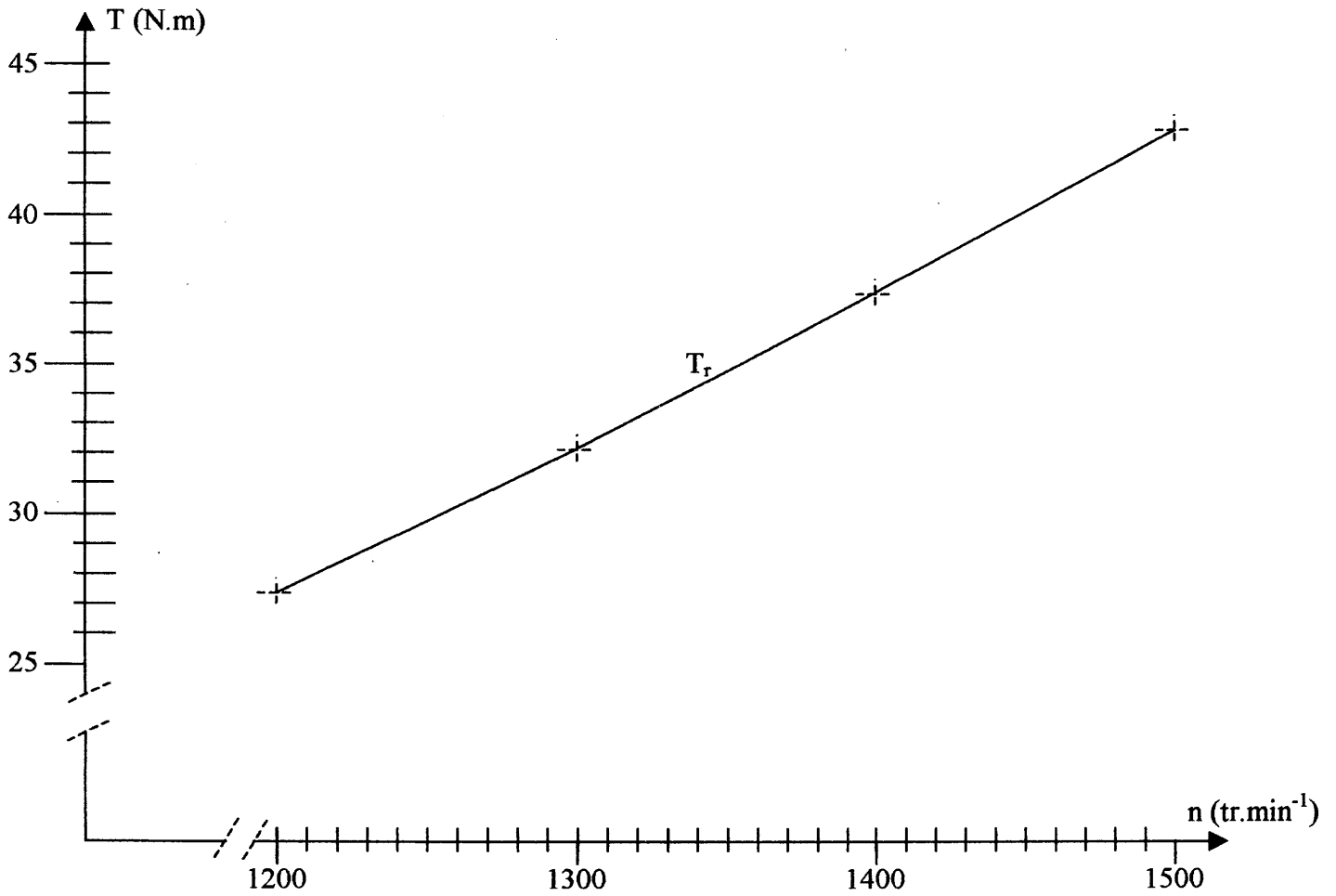
IV – LA COMBUSTION DU CARBURANT (1 point)

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 CO_2 et la vapeur d'eau H_2O).

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