

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

PRODUCTIQUE BOIS

SESSION 2004

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
durée : 2 heures – coefficient : 1,5

Le sujet comporte 5 pages dont 1 document réponse
Les deux problèmes sont indépendants

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.

PROBLEME 1 : Etude d'un séchoir à air chaud.

On se propose d'étudier le fonctionnement d'un séchoir par air chaud climatisé avec chaudière centralisée.

Le combustible de la chaudière du séchoir peut être constitué indifféremment par des déchets de bois ou par du gaz propane.

L'approvisionnement de la chaudière en déchets bois est effectué en continu grâce à un moteur couplé à une vis sans fin.

Dans la première partie du sujet, on souhaite comparer les coûts d'utilisation des deux combustibles.

Dans la seconde partie, on s'intéressera au fonctionnement du moteur asynchrone d'approvisionnement de la chaudière.

PARTIE I : COMPARAISON DES PERFORMANCES D'UNE CHAUDIERE A DECHETS DE BOIS ET D'UNE CHAUDIERE AU GAZ.

Afin de faire l'étude comparative des deux modes de chauffage, on donne les caractéristiques suivantes concernant le séchoir :

- volume annuel de bois séché : $V = 4000 \text{ m}^3$
- quantité d'eau à évacuer par m^3 de bois : $m = 270 \text{ kg}$
- énergie totale pour évacuer 1 kg d'eau : $U_1 = 1 \text{ kWh}$

On donne également :

- pouvoir calorifique du bois : $P = 10,5 \cdot 10^6 \text{ J.kg}^{-1}$
- pouvoir calorifique du propane $P' = 46 \cdot 10^6 \text{ J.kg}^{-1}$
- masse molaire du carbone $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
- masse molaire de l'hydrogène $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$
- masse molaire de l'oxygène $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

A. Chauffage à déchets de bois

A-1. Montrer que l'énergie thermique totale nécessaire au séchage du bois sur une année vaut $1,08 \cdot 10^6 \text{ kWh}$.

A-2. Le système de chauffage au bois a alors un rendement énergétique $\eta_i = 67 \%$.
Calculer la consommation annuelle d'énergie thermique U_{ath} et l'exprimer en Joule.

A-3. En déduire la quantité de déchets de bois à brûler en une année.

A-4. Le combustible utilisé est constitué par les écorces et les sciures issues du débit complet des grumes. Le prix de vente moyen de ces sous-produits est 4 euros par tonne.

Calculer le coût du combustible pour 1 an de fonctionnement du séchoir.

B. Chauffage au gaz propane

Le propane est un hydrocarbure de la famille des alcanes de formule brute C_3H_8 . Sa combustion complète dans le dioxygène produit du dioxyde de carbone et de l'eau.

B-1. Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète du propane dans le dioxygène.

B-2. Le système de chauffage au gaz a un rendement énergétique $\eta_2 = 76 \%$.
Calculer la masse M_p de propane nécessaire pour le séchage annuel du bois.

B-3 Calculer la masse M_{ox} de dioxyde de carbone rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement annuel de la chaudière au gaz propane.

PARTIE II : ETUDE DU MOTEUR D'APPROVISIONNEMENT DE LA CHAUDIERE ET DE SON VARIATEUR DE VITESSE.

Le système d'approvisionnement est entraîné par un moteur asynchrone triphasé possédant deux paires de pôles et ayant pour plaque signalétique : **230/400 V - 50 Hz – 3 kW – 1450 tr.min⁻¹**

On désigne par :

T_u le moment du couple utile d'un moteur ;
 T_r le moment du couple résistant de la charge (système d'approvisionnement);
 n la fréquence de rotation du groupe {moteur-charge}

La caractéristique $T_r = f(n)$ de la charge mécanique est représentée sur le **document réponse à rendre avec la copie**.

II-1. Le réseau disponible sur le site est 230/400 V.
Quel doit être le couplage du moteur ? Justifier.

II-2. Calculer la vitesse de synchronisme n_s .

II-3. Calculer son glissement pour le fonctionnement nominal.

II-4. A partir des données de la plaque signalétique, calculer le moment du couple utile nominal T_{un} .

II-5 Tracer la caractéristique mécanique du moteur sur le **document réponse à rendre avec la copie**, en supposant que celle-ci est une portion de droite entre le point de fonctionnement à vide et le point de coordonnées (1450 tr.min⁻¹ ; 19,75 N.m).

II-6. En déduire le point de fonctionnement du groupe {moteur-charge}.

II-7. Pour la commande en vitesse du moteur asynchrone, on utilise un onduleur qui délivre un système triphasé de tensions dont la valeur efficace V des tensions simples et la fréquence f sont réglables mais telles que le rapport V/f reste constant. On règle la fréquence du réseau à 25 Hz.

II.7.1 - Calculer la nouvelle vitesse de synchronisme n'_s du moteur.

II.7.2 - Calculer la valeur efficace de la tension V' du réseau afin d'obtenir le rapport V/f constant.

II. 7.3 - Tracer sur le **document réponse à rendre avec la copie** la nouvelle caractéristique mécanique du moteur sachant que si V/f est constant, celle-ci est parallèle à la première caractéristique demandée à la question II-5..

II.7.4 - En déduire le nouveau point de fonctionnement du groupe {moteur-charge}.

PROBLEME 2 : CHIMIE

La peinture est un matériau fluide, qui, après application en couche mince sur un support, donne, par un processus physique ou chimique, un film mince adhérent protecteur et ou décoratif .

Elle est constituée de quatre grandes familles :

- le liant : il apporte les principales propriétés au revêtement,
- les solvants : ils donnent la fluidité à la peinture pour permettre la fabrication et l'application; la formation du film se faisant après leur élimination .
- les additifs : ils modifient ou ajoutent certaines propriétés de la peinture (fongicide, insecticide, ...).
- les matières pulvérulentes :
 - * les pigments : ils apportent la couleur et l' opacité,
 - * les matières de charge : ils permettent d' ajouter le renforcement mécanique du contrôle du brillant.

Les peintures polymères, à base de résine alkyde, ou glycérophthalique sont devenues courantes .

Données :

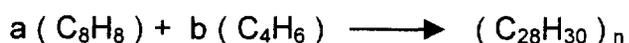
- masse molaire du carbone : 12 g.mol^{-1}
 - masse molaire de l' hydrogène : 1 g.mol^{-1}
 - masse molaire de l'oxygène : 16 g.mol^{-1}

1. Définir le terme : monomère .

2. La masse molaire de la résine alkyde est de $33,3 \text{ kg.mol}^{-1}$. Son degré de polymérisation est de 150 .

- 2.1. En déduire la masse molaire moléculaire du monomère correspondant .
- 2.2 Sa composition centésimale massique est: $\text{prop(C)}= 59,5 \%$ de carbone , $\text{prop(O)}= 36 \%$ d' oxygène et le reste d'hydrogène .
En déduire la formule brute de la résine.

3. La réaction chimique faisant intervenir le styrène-butadiène est :



- 3.1 Donner les expressions de a et b en fonction de n .
- 3.2 Rappeler ce qu' est une polymérisation .

Document réponse à rendre avec la copie

