Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES (U 32)

SESSION 2013

_____

Durée : 2 heures 30
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).

Document à rendre et à agrafer avec la copie :
- Document réponse ..... page 6/6

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

Les différentes parties du sujet sont indépendantes.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

PROBLÈME 1 : VOITURE ÉLECTRIQUE

Depuis 1889 avec la « Jamais contente », les voitures électriques sont connues pour leur bon rendement de fonctionnement qui avoisine les 90 %. De nos jours, la propulsion électrique peut se faire à partir d'un moteur associé directement à une roue du véhicule.
Le problème lié au stockage de l'énergie électrique et donc à l'autonomie de ces véhicules est l'un des enjeux du secteur automobile.

La « Jamais contente »

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

PARTIE A : MOTEUR ASYNCHRONE (7 points)

Dans un premier temps, nous considérerons que l'énergie stockée sert uniquement à déplacer le véhicule au moyen d'un moteur asynchrone triphasé dont les caractéristiques sont les suivantes :

- 192 V / 333 V ; 50 Hz ; facteur de puissance : 0,90 ;
- vitesse nominale : n = 1400 tr.min^{-1}.
- La valeur de la résistance des enroulements prise entre deux phases est de : 0,10 Ω.

1 - Pour transférer l'énergie des batteries au moteur asynchrone, il est nécessaire d'utiliser un convertisseur continu-alternatif triphasé (non étudié ici) qui fournit l'équivalent d'un réseau triphasé 192 V / 333 V de fréquence 50 Hz.

1.1 - Donner le nom de ce convertisseur.

1.2 - Quel doit être le couplage des enroulements du moteur asynchrone triphasé ?

2 - La vitesse de synchronisme est de n_S = 1 500 tr/min.

2.1 - Ce moteur est-il une machine quadripolaire ou hexapolaire ? Justifier.

2.2 - Calculer le glissement g du moteur.

3 - On donne les valeurs des pertes fer P_F = 200 W, des pertes mécaniques P_m = 400 W, de l'intensité efficace du courant nominale en ligne I = 32,8 A et de la valeur efficace de la tension composée U = 333 V.

3.1 - Calculer la puissance absorbée P_A par un moteur asynchrone.

3.2 - Calculer les pertes par effet Joule au stator P_{JS}.

3.3 - Calculer la puissance transmise au rotor P_{TR}.

3.4 - Sachant que $P_{JR} = g \cdot P_{TR}$, montrer que P_{JR} = 1,10 kW.

3.5 - Calculer la puissance utile P_U de ce moteur.

3.6 - En déduire la valeur du rendement η de ce moteur.

4 - Les batteries Lithium-Air, actuellement développées en laboratoire par le commissariat à l'énergie atomique (C.E.A.), auront une capacité de stockage de 2 000 Wh/kg, soit 10 fois plus que les batteries Lithium-ion. On considère que la voiture étudiée ici est propulsée par 2 moteurs asynchrones, chacun d'une puissance de 17 kW.

4.1 - Pour une autonomie de 2 heures, quelle serait la masse d'une batterie Lithium-Air ?

4.2 - Quelle batterie choisiriez-vous ? Justifier.

PARTIE B : TEMPORISATION DE L'ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR (3 points)

Un dispositif électrique permet d'allumer la lumière à l'ouverture de la voiture pendant une durée déterminée. Il utilise une source de tension E, un inverseur k et un circuit (R, C) comme le montre la **figure 1**. Le circuit complémentaire permettant l'allumage de l'ampoule n'y est pas représenté.
La durée d'allumage est fixée par la tension u aux bornes du condensateur de capacité C. Lorsque u devient inférieure à 4 V, l'ampoule s'éteint.
On donne : E = 12,0 V ; R = 110 kΩ ; C = 100 μF.

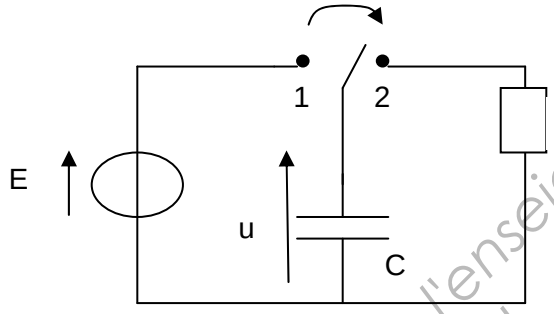

Figure 1

Initialement l'inverseur k est en position 1 et le condensateur est chargé.
A t = 0, l'inverseur k bascule en position 2 et la tension u évolue comme le montre la **figure 3 du document réponse.**

Son expression mathématique est $u(t) = E\, e^{-t/RC}$.

5 - Donner l'expression de la constante de temps τ du circuit en fonction de R et C, puis calculer sa valeur.

6 - Déterminer de manière graphique la constante de temps τ. Les constructions devront apparaître sur la courbe du **document réponse** de la **figure 3 (à rendre avec votre copie).**

7 - Sur le **document réponse de la figure 3 (à rendre avec votre copie)**, indiquer la durée d'allumage d_a de l'ampoule.

8 - On souhaite allonger cette durée d'allumage de l'ampoule. Quel(s) paramètre(s) doit-on modifier et dans quel sens ?

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

PROBLÈME 2 : CLIMATISATION DE VOITURE

PARTIE A : CLIMATISATION DE VOITURE (7 points)

Un véhicule automobile est un volume fermé dans lequel il est souvent utile de réguler la température. Dans ce problème, on souhaite maintenir une température de l'air T_{int} = 20,0°C dans le volume V = 3,00 m^3 de l'habitacle.

Données :

* **air :** masse molaire : M = 29,0 $g.mol^{-1}$
  capacité thermique à pression constante : $C_{p(air)}$ = 1000 $J.kg^{-1}.K^{-1}$
* **hélium :** masse molaire M' = 4,0 $g.mol^{-1}$; $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,67$
  capacité thermique à pression constante : $C_{p\ (hélium)}$ = 5200 $J.kg^{-1}.K^{-1}$
* 0°C correspond à 273 K
* L'air est considéré comme un gaz parfait.
* constante des gaz parfaits : R = 8,32 $J.mol^{-1}.K^{-1}$.
* relation du gaz parfait : P.V = n.R.T
* Transformation isobare pour un gaz parfait $1 \rightarrow 2$: $Q_{12} = m.C_p.(T_2 - T_1)$
* Transformation adiabatique $1 \rightarrow 2$: $T_2 = T_1 . \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

On suppose que l'air de la voiture est initialement à la température extérieure T_{ext} = 30,0°C, soumis à une pression atmosphérique P = $1,0.10^5$ Pa.

1 -

1.1 - Calculer la masse d'air m contenue dans la voiture de volume V = 3,00 m^3.

1.2 - Calculer le transfert d'énergie thermique Q échangée par la masse d'air précédente pour passer de 30,0°C à 20,0°C.

La climatisation utilisée fonctionne suivant le schéma de la **figure 2** :

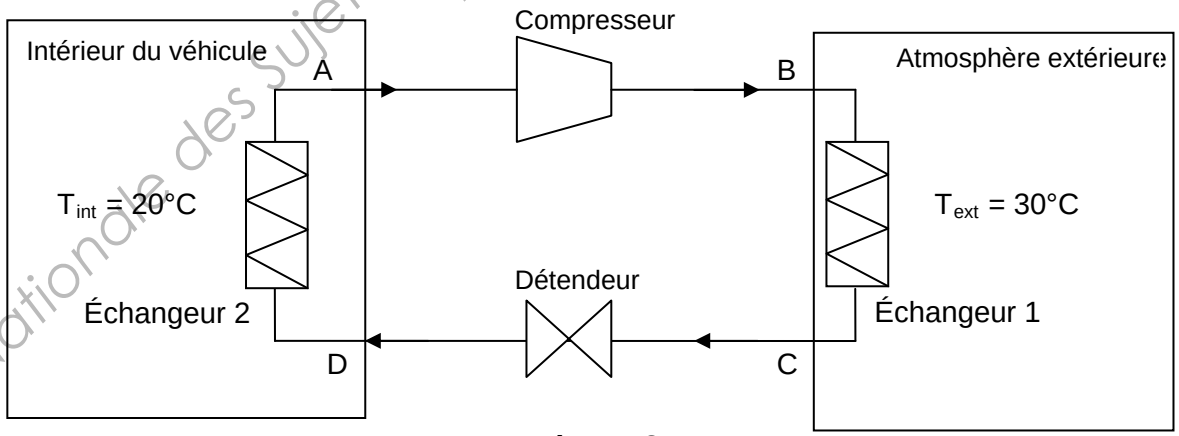

Figure 2

L'hélium utilisé dans cette machine thermique est considéré comme un gaz parfait. Il subit les transformations suivantes :

- dans le compresseur, une compression adiabatique de l'état A (T_A ; P_A) à l'état B (T_B ; P_B).
- dans l'échangeur 1, une transformation isobare de l'état B (T_B ; P_B) à l'état C (T_C ; P_C).
- dans le détendeur, une détente adiabatique de l'état C (T_C ; P_C) à l'état D (T_D ; P_D).
- dans l'échangeur 2, une transformation isobare de l'état D (T_D ; P_D) à l'état A (T_A ; P_A).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

On donne les valeurs suivantes :

$$T_A = 293\ K\ ;\ T_C = 303\ K\ ;\ P_A = P_D = 1{,}00.10^5\ Pa\ ;\ P_B = P_C = 2{,}00.10^5\ Pa.$$

On considèrera une masse de 1 kg d'hélium pour la suite des calculs.

2 – En vous servant des données précédentes :

2.1 - Calculer les températures T_B et T_D.

2.2 - Donner les valeurs des transferts d'énergie thermique Q_{AB} et Q_{CD}.

2.3 - Calculer les transferts d'énergie thermique Q_{BC} et Q_{DA} et interpréter leur signe.

2.4 - Calculer l'énergie thermique totale échangée au cours d'un cycle Q_{cycle}.

2.5 - En appliquant le premier principe de la thermodynamique, montrer que le travail reçu par l'hélium au cours d'un cycle est : $W_{cycle} = 114$ kJ.

2.6 - Quel est, entre Q_{BC} et Q_{DA}, le transfert d'énergie thermique Q_{utile} qui permet de rafraichir l'air de l'habitacle de la voiture ? Calculer le coefficient de performance de la machine : $e = \dfrac{|Q_{utile}|}{W_{cycle}}$.

PARTIE B : VITESSE DU FLUIDE CALORIFIQUE (3 points)

Le compresseur de la climatisation a une puissance de 2000 W et l'énergie transférée au fluide calorifique est $W_m = 115\ kJ.kg^{-1}$.
Aux conditions de température et de pression du climatiseur, la masse volumique du fluide calorifique est $\rho = 0{,}870\ kg.m^{-3}$.

Le diamètre de la conduite du climatiseur est d = 1,0 cm.
L'équation de Bernoulli pour 1 kg de fluide entre le point A et le point B est :

$$W_{AB} = \frac{P_B - P_A}{\rho} + \frac{v_B^2 - v_A^2}{2} + g.(z_B - z_A)$$

3 - Calculer le débit massique Q_m dans le circuit de climatisation.

4 - En déduire que le débit volumique Q_V est de $0{,}020\ m^3.s^{-1}$.

5 - Calculer la surface S de la section de la conduite du climatiseur et en déduire la vitesse v de déplacement du fluide calorifique.

Le fluide ne subit pas une variation de hauteur significative et la vitesse est considérée constante tout le long du circuit.

6 - Retrouver la variation de pression $\Delta P = P_B - P_A$ égale à $1{,}00.10^5$ Pa imposée par le compresseur.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DOCUMENT RÉPONSE
(à rendre avec la copie)

Tension aux bornes du condensateur en fonction du temps

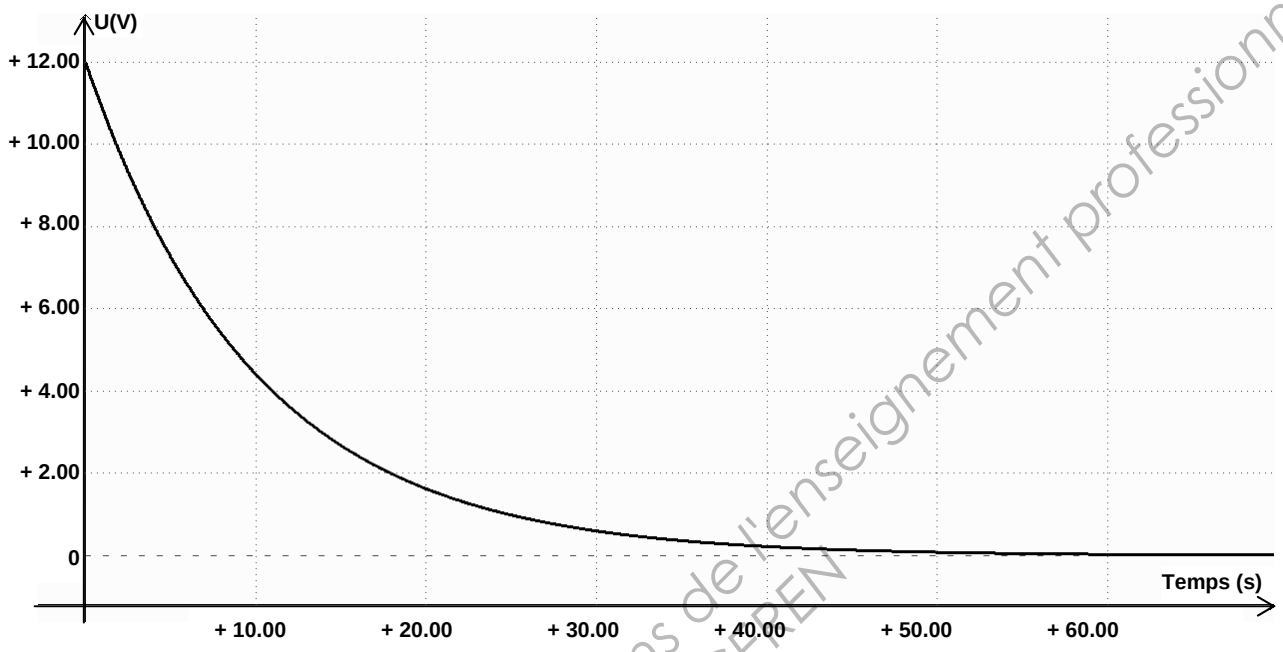

Figure 3

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN