

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
MOTEURS A COMBUSTION INTERNE
SCIENCES PHYSIQUES
SESSION 2004

SUJET

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet est composé de 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

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

CODE ÉPREUVE : MOE2SC2	EXAMEN : BTS	SPÉCIALITÉ : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE
SESSION 2004	SUJET	ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES
Durée : 2h	Coefficient = 2	N° sujet : 09NB04
		Page : 1 / 7

Chaque réponse devra être justifiée et présentée sous la forme d'une expression littérale suivie de l'application numérique.

Les deux problèmes sont indépendants.

PROBLÈME 1 : CHIMIE - THERMODYNAMIQUE (10 POINTS)

On se propose d'étudier la combustion dans un moteur à explosion.
Les gaz sont considérés comme des gaz parfaits.

- 1) On étudie la combustion de l'octane C_8H_{18} dans l'air de composition ($O_2 + 3,76 N_2$) :
 - a) Écrire l'équation ajustée de la combustion de l'octane dans l'air.
 - b) Calculer la masse d'air nécessaire pour réaliser la combustion de 1 g d'octane.
On donne les masses molaires atomiques :
 $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$.
 - c) Écrire la formule semi-développée de l'isooctane dont le nom est 2,2,4-triméthylpentane selon la nomenclature.

- 2) On réalise la combustion de 1 L d'un mélange gazeux octane-air contenant 0,075 g d'octane.
 - a) Calculer l'énergie calorifique dégagée au cours de la combustion sachant que le pouvoir calorifique de l'octane est de $5,55 \cdot 10^6 \text{ J}$ par mole d'octane.
 - b) Calculer le rapport r entre l'énergie recueillie sur l'arbre qui est de 1250 J et l'énergie calorifique calculée dans la question a).

- 3) On fait subir à un litre du mélange gazeux précédent le cycle de Beau de Rochas ABCDA :
 - AB et CD sont des transformations adiabatiques réversibles (ou isentropiques)
 - BC et DA sont des transformations isochoresOn a relevé au cours de ce cycle les valeurs des échanges d'énergie sous forme de transferts thermiques Q ou de travail W entre le mélange gazeux octane-air et le milieu extérieur :

Transformation	W(J)	Q(J)
AB	660	
BC		3650
CD	-2690	
DA		
Cycle		

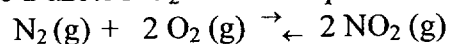
- a) Énoncer le premier principe de la thermodynamique.
- b) Déterminer les valeurs correspondant aux cases vides de ce tableau.
- c) Quel est le rendement thermodynamique de ce cycle théorique ?

- 4) On fait subir au mélange gazeux octane-air précédent le cycle idéal de Carnot ABCDA entre les températures extrêmes de 20°C et 2100°C **rencontrées au cours du cycle précédent**. AB est une transformation isotherme à la température de 20°C et CD est une transformation isotherme à la température de 2100°C. BC et DA sont deux transformations adiabatiques réversibles (ou isentropiques).

On rappelle que pour un tel cycle, le rendement est donné par la relation $\eta = 1 - (T_{SF} / T_{SC})$ dans laquelle T_{SF} représente la température de la source froide et T_{SC} représente la température de la source chaude.

- Calculer la valeur du rendement de ce cycle.
- Comparer ce rendement avec celui calculé en 3) c et conclure.

- 5) Au cours de la phase de combustion le diazote N_2 se combine partiellement avec le dioxygène O_2 pour donner du dioxyde d'azote NO_2 suivant l'équation chimique ajustée :



Le sens 1 correspond au sens \rightarrow et le sens 2 correspond au sens \leftarrow

Dans le sens 1 la réaction est endothermique.

Les composés N_2 , O_2 et NO_2 sont à l'état gazeux. On désire réduire la production de NO_2 polluant qui se forme lors de la combustion de l'octane.

Pour obtenir ce résultat, comment faut-il faire varier :

- la température du mélange gazeux à pression constante ?
- la pression du mélange gazeux à température constante ?

PROBLÈME 2 : ÉLECTRONIQUE (10 points)

Le condensateur est un composant très souvent utilisé en électronique et dans l'industrie automobile. On se propose d'étudier quelques exemples d'application.

1) Utilisation dans un filtre

On considère le montage de la figure 1 (voir feuilles *Annexes*).

Les tensions u_C et u sont des tensions sinusoïdales de fréquence f et de pulsation $\omega = 2\pi f$.

U_C et U sont les valeurs efficaces de ces tensions.

Dans ce montage, on définit la fonction T par la relation : $T = U_C / U$

- a) Sachant que dans le cas du montage étudié, on a : $T = \frac{1}{\sqrt{1 + R^2 C^2 \omega^2}}$

Calculer la valeur de T quand :

- ω tend vers 0
- ω tend vers l'infini

- b) On fixe $U = 6$ V. Calculer la valeur de U_C pour $f = 80$ Hz et pour $f = 8,0$ kHz.
Quel est l'intérêt d'un tel montage ?

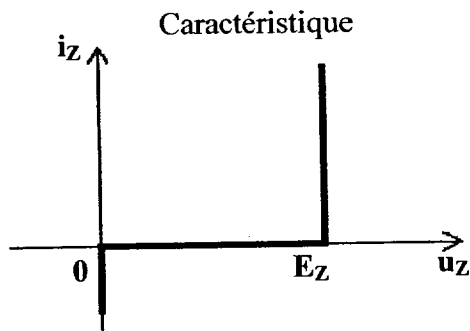
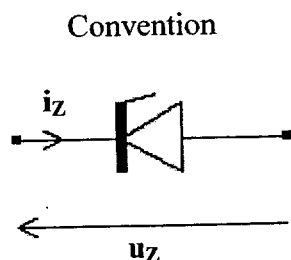
2) Temporisateur

On étudie le montage de la figure 2 (voir feuilles *Annexes*).

On désire que la lampe L s'allume 3 secondes après la fermeture de l'interrupteur en position 2. Le transistor T fonctionne en commutation.

La diode zéner a pour tension de zéner $E_Z = 5,6 \text{ V}$ et a pour caractéristique :

Diode Zéner



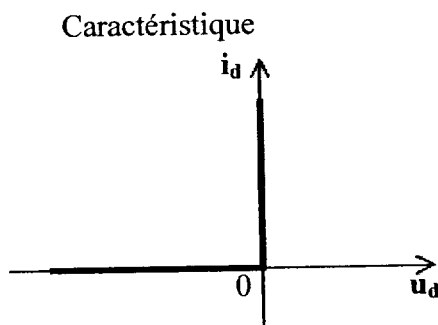
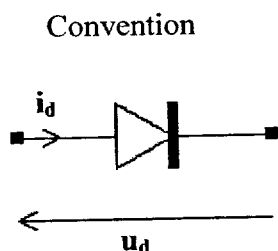
Le condensateur est initialement déchargé.

- On bascule l'interrupteur K dans la position 2. Le condensateur se charge. Montrer que lorsque la tension U_C atteint la valeur de $6,3 \text{ V}$, le transistor devient passant et se sature.
- Au cours de sa charge, la tension aux bornes du condensateur varie suivant la relation :
 $u_c = E (1 - e^{-t/\tau})$ avec $\tau = RC$
 Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur pour que la lampe s'allume 3 s après le basculement de l'interrupteur K dans la position 2.
- Quelle est alors l'intensité du courant dans la lampe sachant que la résistance de la lampe est $R_L = 120 \Omega$?
- Quelle est l'intensité du courant dans la résistance R ?
- On bascule l'interrupteur dans la position 1. Quel est l'état du transistor ? Quelle est l'intensité du courant qui circule alors dans la lampe ?

3) Lissage d'une tension

Dans le cas du montage de la figure 3, u est la tension lissée aux bornes de la charge R (voir figure 4). Elle a pour valeur maximale $U_{\max} = 24 \text{ V}$ et pour valeur minimale $U_{\min} = 20 \text{ V}$. Les diodes utilisées sont idéales. Elles ont pour caractéristique :

Diode idéale



- Quelle est la valeur maximale $U_{E_{\max}}$ de la tension sinusoïdale u_E ?
- Calculer la valeur moyenne U_{moy} de la tension u .

On rappelle que pour le montage étudié : $U_{\text{moy}} = \frac{U_{\max} + U_{\min}}{2}$

Quel est le taux d'ondulation de la tension u ?

- c) On désire obtenir dans la charge R un courant d'intensité moyenne $I_{R \text{ moy}} = 0,60\text{A}$.
Quelle doit-être la valeur de la résistance R ?
- d) On a relevé une partie de la courbe représentant la tension u en fonction du temps. Déduire de la figure 4 le comportement du condensateur entre A et B puis entre B et D.
La partie BD de la courbe peut être assimilée à une droite qui coupe l'axe des temps au point d'abscisse $t = \tau = RC$.
Déduire du graphe la valeur de τ . Quelle est la valeur de C ?
- e) On remplace le condensateur de la question d) par un condensateur de valeur supérieure.
Quelle modification observe-t-on sur la forme de la tension u ?

Annexes

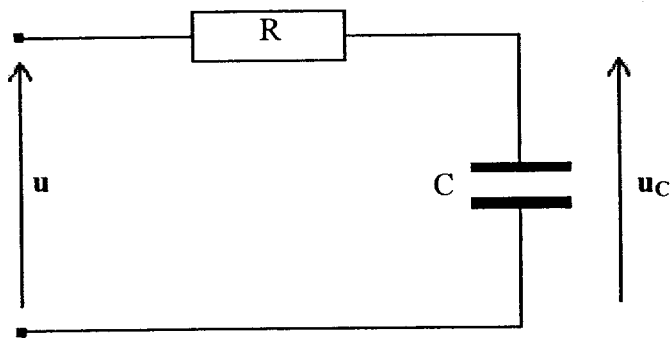


FIGURE 1

On donne :
 $R = 1,0 \text{ k}\Omega$
 $C = 0,2 \text{ }\mu\text{F}$

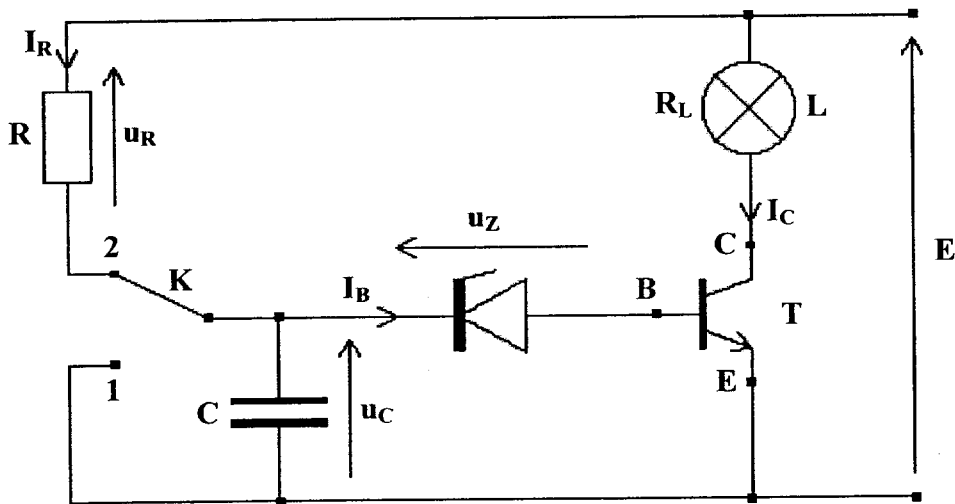


FIGURE 2

On donne :
 $R = 5,0 \text{ k}\Omega$
 $U_{CEsat} = 0 \text{ V}$
 $U_{BE0} = 0,7 \text{ V}$
 $E = 12 \text{ V}$
 $E_Z = 5,6 \text{ V}$

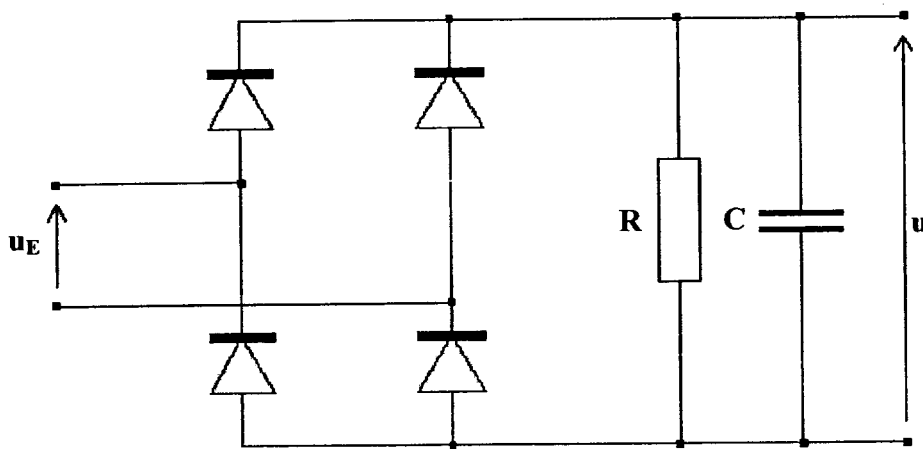


FIGURE 3

On donne :
 $R = 1,0 \text{ k}\Omega$

FIGURE 4

