



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

SESSION 2009

U22 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures - Coefficient : 2

SUJET

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet est composé de 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

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 : 0906MOE2SC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE	
SESSION : 2009	SUJET	ÉPREUVE : U22 - SCIENCES PHYSIQUES	
Durée : 2 h	Coefficient : 2	SUJET N° : 25EM08	Page : 1/5

Thermodynamique (9 points)

Super Éthanol E85

Le carburant appelé super éthanol 85 (E85) est un mélange composé de 85,0 % d'éthanol et de 15,0 % d'essence en volume. On assimile l'essence à de l'octane C_8H_{18} .

Composant du carburant	Masse volumique	Masse molaire
Éthanol C_2H_6O	$\rho_{\text{éth}} = 790 \text{ g.L}^{-1}$	$M_{\text{éth}} = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}$
Octane C_8H_{18}	$\rho_{\text{oct}} = 700 \text{ g.L}^{-1}$	$M_{\text{oct}} = 114 \text{ g.mol}^{-1}$

A / Comparaison des pouvoirs calorifiques inférieurs (PCI) de l'octane et de l'E85

A.1/ Établir l'équation de la combustion complète de l'octane dans l'air ($O_2 + 3,76 N_2$).

A.2/ À partir des énergies de liaison données ci-dessous, déterminer la valeur de l'enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ_{\text{oct}}$ de la combustion complète de l'octane dans l'air. On prendra dans la suite : $\Delta_r H^\circ_{\text{oct}} = - 5,15 \text{ MJ/mol}$.

Liaison	Énergie de liaison
C – H	$E_{\text{C-H}} = 414 \text{ kJ.mol}^{-1}$
C – C	$E_{\text{C-C}} = 347 \text{ kJ.mol}^{-1}$
C = O de CO_2	$E_{\text{C=O}} = 804 \text{ kJ.mol}^{-1}$
O – H	$E_{\text{O-H}} = 464 \text{ kJ.mol}^{-1}$
O = O de O_2	$E_{\text{O=O}} = 495 \text{ kJ.mol}^{-1}$

A.3/ On admet que le pouvoir calorifique molaire de l'octane est l'opposé de l'enthalpie standard de la réaction de combustion de l'octane : $PCI_{\text{mol oct}} = - \Delta_r H^\circ_{\text{oct}}$. Calculer le pouvoir calorifique volumique $PCI_{\text{v oct}}$ de l'octane.

A.4/ Le pouvoir calorifique volumique de l'éthanol vaut $PCI_{\text{v éth}} = 22,2 \text{ MJ.L}^{-1}$. Montrer que la valeur du pouvoir calorifique volumique de l'E85 est : $PCI_{\text{v E85}} = 23,6 \text{ MJ.L}^{-1}$.

B / Utilisation des carburants E85 et octane dans un moteur

On compare l'utilisation des deux carburants dans un moteur fonctionnant avec un cycle de Beau de Rochas, où toutes les transformations sont considérées comme réversibles :

- 1 → 2 : compression adiabatique
- 2 → 3 : combustion isochore
- 3 → 4 : détente adiabatique
- 4 → 1 : transformation isochore qui ramène à l'état initial

L'état initial 1 est $P_1, V_1, T_1 = 300 \text{ K}$.

On donne le rapport volumétrique $\varepsilon = V_1/V_2 = 10$ et la valeur de $\gamma = c_p / c_v = 1,4$.

B.1/ Représenter l'allure du cycle dans un diagramme (P,V)

B.2/ Déterminer la température T_2 à la fin de la transformation adiabatique réversible $1 \rightarrow 2$.

On considère que cette température est la même pour les 2 carburants et on utilisera dans la suite $T_2 = 754 \text{ K}$.

B.3/ La comparaison des carburants s'effectue avec un moteur fonctionnant dans les mêmes conditions. Le pouvoir comburivore de l'E85 étant inférieur à celui de l'octane, cela se traduit par une surconsommation en E85 de 38 % en volume par rapport à l'octane.

Pour un volume d'octane injecté par cycle de $V_{\text{oct}} = 9,20 \cdot 10^{-5} \text{ L}$, quel est le volume d'E85 injecté par cycle ?

B.4/ Montrer que le rapport des énergies fournies par les combustions par cycle est : $\frac{Q_{\text{E85}}}{Q_{\text{oct}}} = 1,03$

B.5/ On considère que les masses utilisées par cycle, ainsi que les capacités thermiques massiques à volume constant sont les mêmes pour les mélanges octane-air et E85-air. On note ΔT_{E85} et ΔT_{oct} les variations de température ($T_3 - T_2$) respectives des mélange E85-air et octane-air suite à la transformation $2 \rightarrow 3$.

Établir l'expression du rapport $\Delta T_{\text{E85}}/\Delta T_{\text{oct}}$ en fonction de Q_{E85} et Q_{oct} .

B.6/ La température atteinte à la fin de la transformation $2 \rightarrow 3$ lors de la combustion de l'octane est $T_{3 \text{ oct}} = 2500 \text{ K}$. Quelle est la valeur de la température $T_{3 \text{ E85}}$?

B.7/ On note W_{E85} le travail reçu au cours d'un cycle par le mélange E85-air de la part du milieu extérieur. Donner l'expression du rendement η_{E85} du moteur fonctionnant à l'E85.

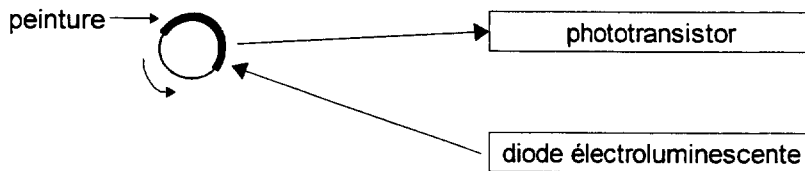
B.8/ En admettant que le rendement d'un cycle de Beau de Rochas est indépendant du carburant utilisé, déterminer la valeur du rapport $W_{\text{E85}}/W_{\text{oct}}$. Commenter le résultat obtenu.

Électronique (11 points)

Capteur infrarouge d'un compteur de vitesse

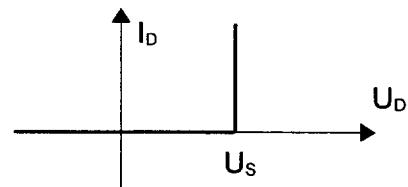
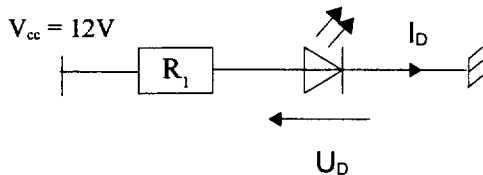
Une peinture réfléchissante a été appliquée sur la moitié de l'arbre du moteur représenté en coupe ci-dessous. Une diode électroluminescente émet en continu un rayonnement infrarouge vers l'arbre du moteur. Si le rayonnement rencontre la peinture, il est réfléchi vers un phototransistor intégré dans le circuit récepteur étudié dans la partie B, sinon il ne l'est pas.

L'arbre tourne à une vitesse angulaire de 3000 tr/min .



A / Étude du circuit émetteur

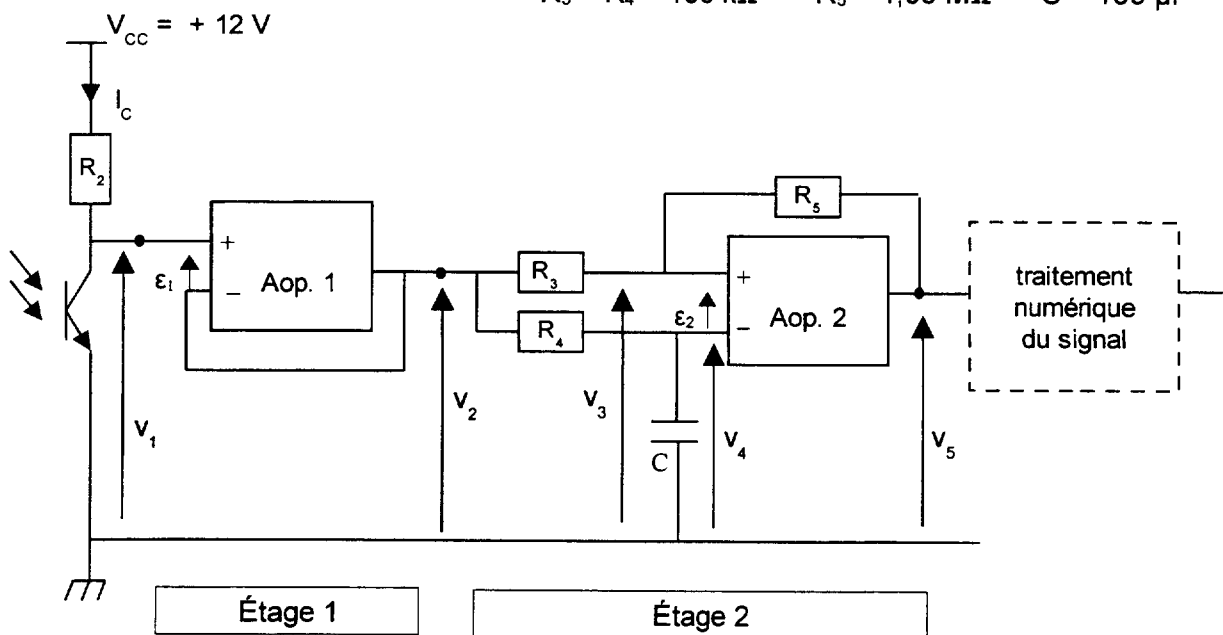
Caractéristique de la diode électroluminescente :



La diode électroluminescente a une tension de seuil $U_s = 1,8 \text{ V}$. Elle doit être traversée par un courant d'intensité $I_D = 60 \text{ mA}$. Calculer la valeur de la résistance R_1 à placer en série .

B / Étude du circuit récepteur

$R_3 = R_4 = 100 \text{ k}\Omega$ $R_5 = 1,00 \text{ M}\Omega$ $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$



Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits.

Le phototransistor fonctionne en commutation. Lorsque le rayonnement infrarouge arrive sur la base, le phototransistor est saturé avec $V_1 = V_{CEsat} = 0 \text{ V}$. Dans le cas contraire, il est bloqué.

1/ Étude du phototransistor

- 1.1/ Calculer la période du signal lumineux reçu par le phototransistor.
- 1.2/ Le coefficient de transfert en courant dans les conditions de fonctionnement du montage est : $I_C / I_D = 3$. Calculer la valeur de la résistance R_2 qui permet d'avoir la saturation.
- 1.3/ Indiquer la valeur de V_1 quand le phototransistor reçoit du rayonnement infrarouge et celle quand il n'en reçoit pas.

2/ Étude de l'étage 1

- 2.1/ Quel est le régime de fonctionnement de l'AOp 1 ? Justifier.
- 2.2/ Exprimer V_2 en fonction de V_1 . Quel nom donne-t-on à ce montage ?

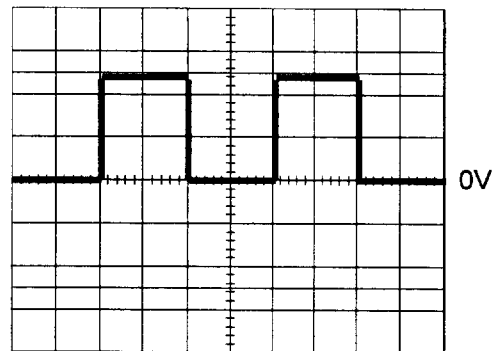
3/ Étude de la branche R_4C

La tension V_2 alimente la branche R_4C .

La forme du signal de V_2 présente des irrégularités, mais pour la suite du problème, on assimile la tension V_2 à la tension créneau variant de 0 à 12V qui est représentée ci-contre.

Sensibilité : 5,0 V/div

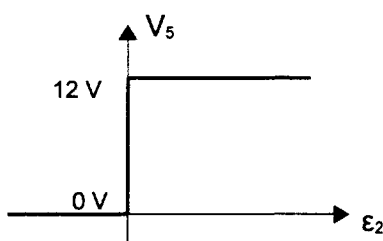
Base de temps : 5,0 ms/div



- 3.1/ Donner l'expression de la constante de temps τ de la branche R_4C puis calculer sa valeur.
- 3.2/ Comparer cette valeur de τ à celle de la demi-période de la tension créneau. Pourquoi la tension V_4 aux bornes du condensateur peut elle être considérée comme constante ?
- 3.3/ La tension V_4 correspond alors à la valeur moyenne de la tension V_2 . Calculer la valeur de V_4 .

4/ Étude de l'étage 2

- 4.1/ Établir l'expression de la tension V_3 en fonction de V_2 , V_5 , R_3 et R_5 .
- 4.2/ Quel est le régime de fonctionnement de l'AOp 2 ? Justifier.
- 4.3/ On donne la courbe $V_5 = f(\epsilon_2)$



- a/ À quelle condition portant sur V_3 et V_4 a-t-on $V_5 = 12$ V ?
- b/ À quelle condition portant sur V_3 et V_4 a-t-on $V_5 = 0$ V ?
- c/ En déduire la valeur de V_3 pour laquelle le comparateur bascule

- 4.4/ Calculer les valeurs seuils (V_{2bas} et V_{2haut}) de V_2 pour lesquelles le comparateur bascule.
- 4.5/ Sur votre copie, tracer V_5 en fonction de V_2 , en plaçant V_{2bas} et V_{2haut} et en précisant le sens de parcours.