

L'usage de la calculatrice est autorisé.

PROBLEME I **Chimie - Thermodynamique (11 points)**

A. CHIMIE (4 points)

1. a) Donner la formule générale d'un alcane.
b) Donner la formule développée de l'éthane.
2. a) Ecrire la formule semi-développée du 2,5-diméthylhexane (ou diméthyl-2,5 hexane).
b) Ecrire l'équation-bilan de sa combustion complète dans l'air dont la composition molaire est $O_2 + 3,76 N_2$.
c) On appelle pouvoir comburivore d'un carburant la masse de l'air nécessaire pour brûler complètement 1 kg de carburant. On le notera P_{co} . Donc $P_{co} = \frac{m_a}{m_c}$ où m_a représente la masse d'air nécessaire à la combustion complète de la masse m_c de carburant.

Calculer le pouvoir comburivore du 2,5-diméthylhexane (ou diméthyl-2,5 hexane).

Masses molaires atomiques : $M(C) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(N) = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

B. THERMODYNAMIQUE (7 points)

Cet alcane est utilisé comme carburant dans un moteur à allumage commandé dont le cycle théorique est le cycle de Beau de Rochas.

Il consiste en une admission du mélange à pression constante égale à la pression atmosphérique P_1 . Au cours de cette étape le volume passe de V_2 à V_1 . Après fermeture de la soupape d'admission, la masse gazeuse emprisonnée dans le cylindre subit une compression isentropique qui l'amène dans l'état : P_2, V_2, T_2 .

A T_2 la combustion commence, elle est isochore. En fin de transformation, la température est T_3 , et la pression P_3 . Ensuite le volume du gaz est ramené à V_1 par une détente isentropique, la pression est alors P_4 et la température T_4 . Il se produit alors une évolution isochore ramenant la pression du gaz à la pression atmosphérique P_1 . Le gaz ayant subi le cycle est alors évacué à l'extérieur du cylindre par la soupape d'échappement.

1. Représenter dans le diagramme (P, V) l'ensemble des transformations thermodynamiques exposées ci-dessus.
2. L'air carburé a été admis à 20 °C (293 K). Quelle est sa température T_2 en fin de compression isentropique ? On donne $\frac{V_1}{V_2} = 9$ et $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1,38$ supposé indépendant de la température.

CODE ÉPREUVE : MOE2SC1		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS A COMBUSTION INTERNE	
SESSION 2000	SUJET	ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES		
Durée : 2h	Coefficient : 2		Code sujet : 99KB301	Page : 1/5

3. a) Le pouvoir calorifique inférieur (P_{ci}) du carburant utilisé étant de $43,5 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ et le carburant étant admis dans les conditions stœchiométriques correspondant à l'air sec proposé précédemment ; montrer que l'expression de $T_3 - T_2$ peut se mettre sous la forme :

$$T_3 - T_2 = \frac{P_{ci}}{c_v(1 + P_{co})}$$

P_{co} : pouvoir comburivore du carburant défini à la question A.2.c).

On négligera l'influence des gaz résiduels du cycle précédent.

- b) Comparer l'élévation de température obtenue avec ce carburant dont le pouvoir comburivore est égal à 15,1 et celle que l'on aurait avec le nitrométhane dont le P_{ci} vaut $10,5 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ et le pouvoir comburivore vaut 1,69.

On donne : $c_v = 0,72 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ pour le mélange d'air et de carburant.

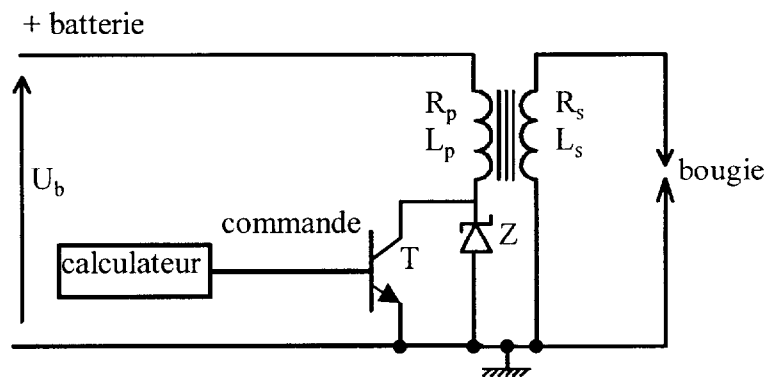
$c_v = 0,80 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ pour le mélange d'air et de nitrométhane.

Quelle conséquence, d'un point de vue performance, peut-on déduire de l'addition éventuelle du nitrométhane au carburant utilisé dans le moteur ?

PROBLÈME II **Électricité (9 points)**

Étude d'un allumage électronique

Son montage simplifié est le suivant :



Sur le circuit magnétique de la bobine sont placés l'enroulement primaire de résistance R_p et d'inductance L_p ainsi que l'enroulement secondaire de résistance R_s et d'inductance L_s .

Le circuit primaire comporte en outre une diode zéner de tension zéner $U_z = 350 \text{ V}$ et un transistor fonctionnant en blocage et saturation commandé par le calculateur.

Les oscillogrammes, fournis en annexe, ont été obtenus en laboratoire et non sur véhicule. La bougie étant dans l'air certaines valeurs peuvent ne pas être les valeurs habituellement rencontrées.

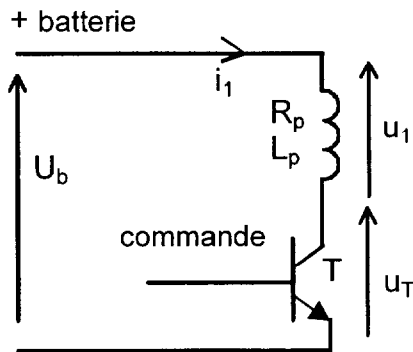
Les courbes représentent en fonction du temps : le courant primaire i_1 , la tension secondaire u_2 , et le courant secondaire i_2 .

Les états du transistor sont indiqués sur les oscillogrammes.

A. Questions concernant l'oscillogramme n°1 (courant primaire) :

L'étude concerne le primaire lorsque le transistor conduit.

Dans ce cas, le circuit primaire se schématise de la façon suivante :

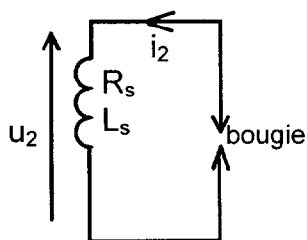


On donne : $u_T = 1,2 \text{ V}$ et $U_b = 13,6 \text{ V}$.

1. Faire le schéma équivalent en modélisant la bobine.
2. Écrire la loi des mailles.
3. L'oscillogramme montre que R_p est négligeable.
En conséquence on ne tiendra pas compte de la valeur de R_p par la suite.
 - a) Évaluer, en utilisant l'oscillogramme, $\frac{di_1}{dt}$.
 - b) Dédire des questions précédentes la valeur de L_p .
(Le constructeur donne une valeur typique de 6 mH pour L_p)
4. Calculer l'énergie emmagasinée dans la bobine au moment de la coupure du courant primaire.

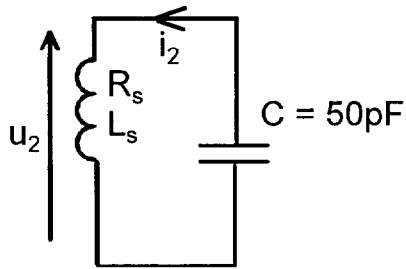
B. Questions concernant les oscillogrammes n°2 (i_2 : courant secondaire) et n°3 (u_2 : tension secondaire) :

Schéma du circuit secondaire avec les grandeurs électriques i_2 et u_2 .



1. Déterminer à partir de l'oscillogramme n° 3 la valeur de la tension de claquage dans les conditions de l'expérience.

2. Avant le claquage, le circuit peut être approximativement modélisé comme ci-dessous :



C est la capacité parasite présentée par le circuit secondaire. (Rappel : $1\text{pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$).

Quelle est l'énergie électrique emmagasinée par cette capacité au moment du claquage ?
(Cette énergie est utilisée pour l'amorçage de l'arc).

3. Quand le claquage s'est produit, évaluer sur l'oscillogramme n°3 la valeur moyenne de la tension secondaire u_2 en utilisant la linéarisation indiquée.
4. Le courant $i_2(t)$ traversant la bougie lorsque celle-ci est conductrice est linéarisé comme indiqué sur l'oscillogramme n°2. Il a donc, par exemple, pour expression $i_2(t) = at - b$.
Dans ces conditions déterminer numériquement a et b, l'origine des temps étant choisie en début d'étincelle.
5. Lors de la phase précédente (bougie conductrice) l'énergie reçue par la bougie est de 18,2 mJ.
Faire le bilan de l'énergie totale W_B reçue par la bougie depuis le claquage et comparer cette valeur à celle de l'énergie emmagasinée dans le primaire de la bobine. Commenter.

