

**SESSION 2007****BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
« MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE AUTOMOBILE »****Durée de l'épreuve : 2 heures  
Coefficient : 2****ET****« DIPLÔME D'EXPERT EN AUTOMOBILE »****Durée de l'épreuve : 2 heures  
Coefficient : 1**

---

**Sciences Physiques****CALCULATRICE AUTORISÉE**

Sont autorisées 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'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

***Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte : 5 pages numérotées de 1 à 5***

**CHIMIE ET ENERGETIQUE (6 points)**

On étudie la combustion complète et totale du dodécane de formule brute  $C_{12}H_{26}$ .

On donne pour cet exercice :

- volume molaire des gaz admis dans le moteur,  $V_M = 25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- masse molaire de l'air,  $M_{\text{AIR}} = 29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  (on admet que l'air comporte 20 % de dioxygène en quantité de matière) ;
- masse molaire du carbone,  $M_C = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- masse molaire de l'hydrogène,  $M_H = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**1. On brûle 1 g de dodécane.**

1.1. Equilibrer l'équation de la réaction de combustion complète du dodécane.

1.2. Calculer :

- 1.2.1. La quantité (en moles) de dodécane brûlé ;
- 1.2.2. La quantité (en moles) de dioxygène nécessaire à cette combustion ;
- 1.2.3. La quantité (en moles) et la masse (en g) d'air nécessaire à cette combustion.

**2. Moteur à 4 temps.**

Un moteur 4 temps de  $1390 \text{ cm}^3$  tourne à  $4000 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ . Dans les conditions de fonctionnement, il faut  $15,8 \text{ g}$  d'air (le comburant) pour assurer la combustion de  $1 \text{ g}$  de carburant. Le comburant arrive dans la chambre de combustion à la pression atmosphérique.

Dans ces conditions, le moteur effectue  $66,7$  tours en une seconde et sa période de rotation (la durée pour effectuer un tour) est égale à  $T = 15 \text{ ms}$ . Le volume d'air, absorbé en un tour, sachant qu'il faut  $2$  tours pour une admission de toute la cylindrée, est égal à  $V_{\text{air}} = 0,695 \text{ L}$ . (*On néglige le volume occupé par le carburant*).

2.1. Calculer le nombre de moles d'air consommé en un tour, sachant que le volume molaire des gaz admis est égal à  $25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

La masse d'air consommée est donc égale à  $0,806 \text{ g}$  pour un tour.

2.2. Déterminer la masse de carburant utilisé pour un tour (en g puis en kg).

2.3. Sachant que la combustion de  $1 \text{ kg}$  de carburant fournit une énergie thermique de  $40\,000 \text{ kJ}$ , calculer l'énergie produite à chaque tour.

2.4. Calculer l'énergie mécanique fournie par le moteur, pour un tour de ce régime, en supposant que  $70 \%$  de l'énergie de combustion est perdue en chaleur.

2.5. En déduire la puissance mécanique développée par le moteur, pour ce fonctionnement.

**MECANIQUE** (5 points)

On se propose d'étudier les forces extérieures s'appliquant sur une moto en train de virer (figure M1 ci-dessous). L'ensemble moto et pilote, masse =  $m$ , est animé d'un mouvement circulaire uniforme (trajectoire circulaire horizontale de rayon  $r$ , vitesse constante  $V$ ).

Les forces sont étudiées dans un repère lié à la moto. Dans ce repère, la moto étant immobile, on applique le principe de la statique au centre de gravité de la moto en ajoutant une autre force : c'est

la force de repère due à l'accélération centripète de la moto. Cette force a pour intensité  $F = \frac{m.V^2}{r}$

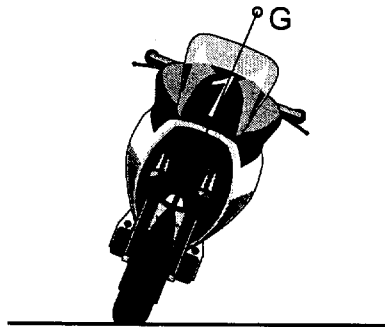


Figure M1

1. Donner un autre nom pour la force de repère  $F$ .
2. Représenter, sur votre copie, toutes les forces extérieures et cette force de repère en les ramenant au centre de gravité  $G$  de l'ensemble moto et pilote.
3. Donner, en fonction de  $m$  et  $g$ , l'expression de la composante verticale de la réaction du sol.
4. Donner, en fonction de  $m$ ,  $V$  et  $r$ , l'expression de la composante horizontale de la réaction du sol.
5. Soit  $f$  le coefficient de frottement entre le pneumatique et le sol. Exprimer, en fonction de  $g$ ,  $f$  et  $r$ , la vitesse maximale que peut prendre la moto pour virer.
6. Calculer cette vitesse maximale pour  $r = 30 \text{ m}$  ;  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $f = 1,1$ .
7. La moto arrive en A avec une vitesse de  $140 \text{ km.h}^{-1}$  (figure M2).

Elle doit aborder le virage en B avec une vitesse maximale de  $65 \text{ km.h}^{-1}$ .

En utilisant la relation qui lie la vitesse, l'accélération et la distance parcourue,  $V_f^2 - V_i^2 = 2.a(x_f - x_i)$ , calculer la décélération sur le parcours AB en la supposant constante.

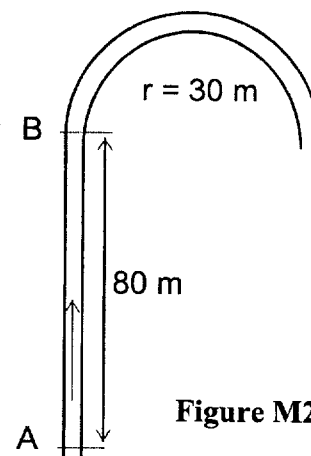


Figure M2

## ÉLECTRICITE (9 points)

La figure E1 représente le schéma de principe du contrôle du chauffage de l'habitacle d'une automobile.

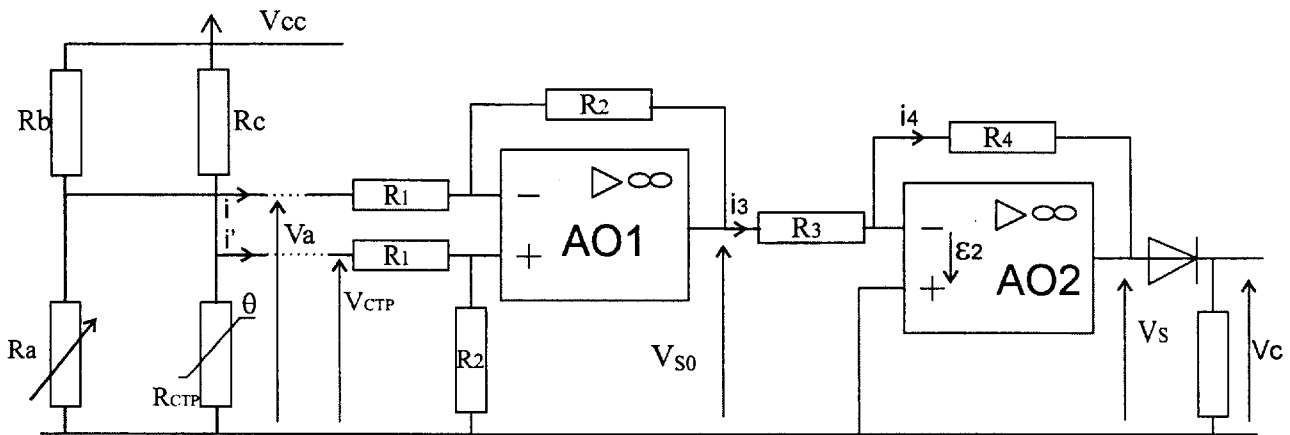
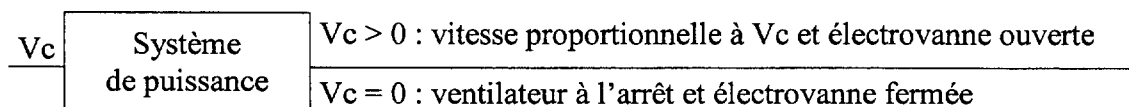


Figure E1

$V_{cc} = 12 \text{ V}$  ;  $R_b = R_c = 1 \text{ k}\Omega$  ;  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$  ;  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $R_4 = 100 \text{ k}\Omega$  ;

$R_a$  peut être ajustée entre  $4,7 \text{ k}\Omega$  et  $5,7 \text{ k}\Omega$ .

- La détection de température se fait à l'aide d'une thermistance à coefficient de température positif modélisée par une résistance nommée  $R_{CTP}$ .
- Grâce à des systèmes suiveurs, non représentés sur ce schéma de principe, les intensités  $i$  et  $i'$  sont nulles.
- Les amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 sont supposés parfaits, ils sont alimentés en  $\pm 12 \text{ V}$ . On note  $V_1^-$ ,  $V_1^+$ ,  $V_2^-$ , et  $V_2^+$ , les potentiels de leurs entrées inverseuses et non inverseuses.
- La tension de sortie  $V_c$  commande un système de puissance alimentant un ventilateur et une électrovanne.



### 1. Capteur de température

1.1. Exprimer la tension  $V_a$ , aux bornes de la résistance  $R_a$ , en fonction de  $V_{cc}$ ,  $R_a$  et  $R_b$ .  
Déterminer numériquement la plage de réglage de cette tension  $V_a$ .

1.2. Exprimer la tension  $V_{CTP}$  aux bornes de la résistance  $R_{CTP}$ , en fonction de  $V_{cc}$ ,  $R_{CTP}$  et  $R_c$ .

Pour la suite de l'exercice, on prendra :

- $R_a = 5,64 \text{ k}\Omega$  et  $V_a = 10,19 \text{ V}$  ;
- $V_{CTP} = 9,93 \text{ V}$  pour  $\theta = 0^\circ\text{C}$  et  $V_{CTP} = 10,24 \text{ V}$  pour  $\theta = 30^\circ\text{C}$

## 2. Amplificateur opérationnel 1

La tension de sortie  $V_{S0}$  peut se mettre sous la forme  $V_{S0} = \frac{R_2}{R_1}(V_{CTP} - V_a)$

- 2.1. Quelle est la fonction du montage constitué de l'AO1,  $R_1$  et  $R_2$ .
- 2.2. Calculer numériquement les valeurs de  $V_{S0}$  pour  $\theta = 0^\circ\text{C}$  et  $\theta = 30^\circ\text{C}$ .

## 3. Amplificateur opérationnel 2

- 3.1. Justifier le fonctionnement en régime linéaire de cet amplificateur. En déduire la valeur de  $\varepsilon_2 = V_2^+ - V_2^-$ .
- 3.2. Exprimer  $i_3$ , en fonction de  $V_{S0}$  et  $R_3$ .
- 3.3. Exprimer  $i_4$ , en fonction de  $V_S$  et  $R_4$ .
- 3.4. En remarquant que  $i_3 = i_4$  montrer que  $V_S = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_1 \cdot R_3}(V_a - V_{CTP})$
- 3.5. Comment évolue la tension  $V_S$  quand la température  $\theta$  augmente ?

## 4. Le tableau suivant donne les variations de la tension $V_S$ en fonction de la température détectée pour $R_a$ ajustée à $5,64 \text{ k}\Omega$ .

$\theta$ en $^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30
Tension $V_S$ en V	12 V (saturation)	9,56	6,98	4,53	2,20	0,00	-2,35

Expliquer le fonctionnement de ce système en indiquant s'il s'agit d'un contrôle progressif ou en « tout ou rien » et en précisant les rôles de la résistance  $R_a$  et de la diode.