

**SESSION 2005**  
**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**MOTEURS À COMBUSTION INTERNE**  
**SCIENCES PHYSIQUES**

***SUJET***

Durée : 2 heures  
Coefficient : 2

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.*

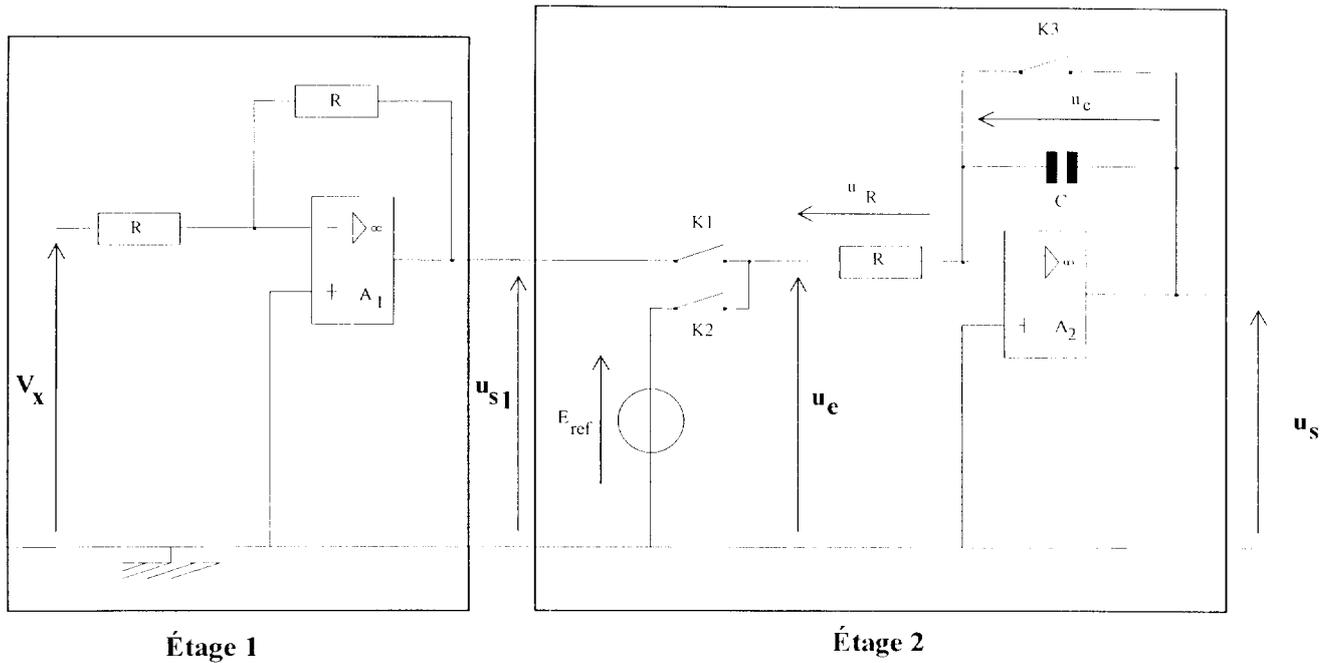
CODE ÉPREUVE : MOE2SC	<b>EXAMEN :</b> <b>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR</b>	<b>SPÉCIALITÉ :</b> MOTEURS À COMBUSTION INTERNE
SESSION : 2005	SUJET	ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES
Durée : 2 h	Coefficient : 2	N° sujet : 28NB05
		Page : 1 / 5

Les deux parties du sujet sont indépendantes.

## PROBLÈME 1 : ÉLECTRONIQUE (11 Points)

Le but de cet exercice est d'étudier une partie de la chaîne de mesure d'un voltmètre numérique constituée de systèmes électroniques entourant un convertisseur analogique - numérique de type "double rampe".

Le schéma du montage à étudier est donné ci-dessous :



Les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits et fonctionnent en régime linéaire. La tension d'entrée différentielle des amplificateurs opérationnels est donc nulle et leur impédance d'entrée est infinie.

### A. ÉTUDE DE L'ÉTAGE 1

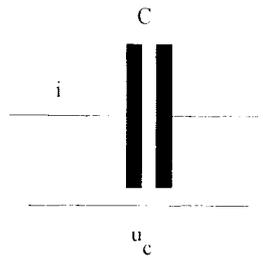
- 1) On applique la tension continue  $V_x$  à l'entrée. Montrer que l'on a  $u_{S1} = -V_x$
- 2) Quelle est l'opération ainsi réalisée ?

### B. ÉTUDE DE L'ÉTAGE 2

- 1)  **$K_1$ ,  $K_2$  et  $K_3$  sont ouverts.**  
Donner l'expression de la relation liant  $u_s$  et  $u_c$ .
- 2) **On ne ferme que l'interrupteur  $K_3$ .**  
Quelle est alors la valeur prise par la tension  $u_s$  ?

3) **On ouvre  $K_3$  et on ferme  $K_1$**  ( $K_2$  étant toujours ouvert).

a) Avec les conventions suivantes, donner la relation liant l'intensité  $i$  et la tension  $u_c$ .



b) Montrer que la relation existant entre  $u_s$  et  $u_c$  est :  $\frac{du_s}{dt} = -\frac{1}{RC} u_c$

c) Quelle est la relation existant entre  $u_s$  et  $u_{s1}$  ?

### C. ÉTUDE DE L'ENSEMBLE DES DEUX ÉTAGES

A l'instant  $t = 0$ , **on ouvre  $K_3$  et on ferme  $K_1$**  ( $K_2$  étant toujours ouvert).

- 1) En reprenant les résultats précédents donner la relation existant entre  $u_s$  et  $V_x$ .
- 2) On rappelle que la tension  $V_x$  à l'entrée est une tension continue constante. Montrer que l'expression de  $u_s(t)$  peut s'écrire dans ces conditions sous la forme :

$$u_s(t) = k \cdot V_x \cdot t \quad \text{avec } k = \frac{1}{RC}$$

### D. ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE $E_{réf}$

A un instant  $t = t_1$ , **on ouvre  $K_1$  et on ferme  $K_2$**  ( $K_3$  est toujours ouvert). On note  $u_s(t_1)$  la valeur prise par la tension de sortie à cet instant.

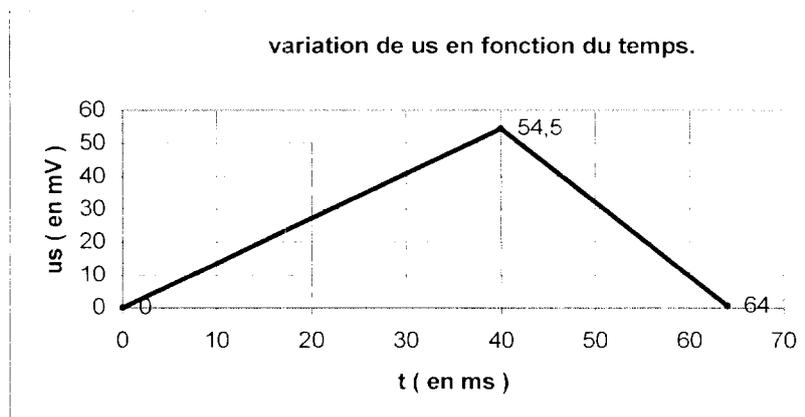
- 1) En reprenant le résultat du **B.3)b**) donner la relation existant entre  $u_s$  et  $E_{réf}$ .
- 2) On montre qu'à partir de cet instant,  $u_s$  s'écrit sous la forme :

$$u_s(t) = k' \cdot E_{réf} \cdot (t - t_1) + u_s(t_1)$$

Quelle est l'expression de  $k'$  ?

### E. APPLICATION

On donne la représentation graphique de  $u_s$  en fonction du temps pour la mesure de  $V_x$  envisagée :

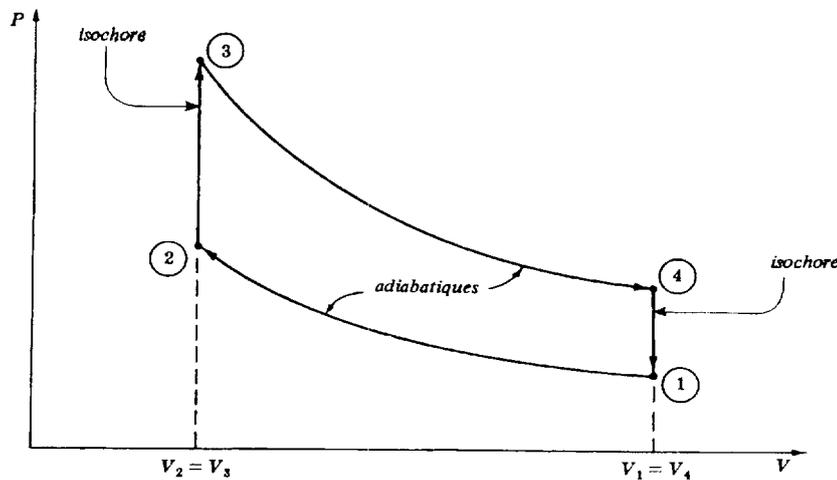


On donne  $E_{\text{réf}} = 5,0 \text{ V}$  ;  $R = 1,0 \text{ M}\Omega$ . Déterminer à partir du graphique :

- 1) La durée  $\theta_1$  de la première rampe.
- 2) La durée  $\theta_2$  de la seconde rampe.
- 3) Démontrer à l'aide des expressions données en C.2) et D.2) que l'on a :  $V_x = E_{\text{réf}} \frac{\theta_2}{\theta_1}$
- 4) Déterminer alors :
  - a) La valeur de la tension  $V_x$ .
  - b) La valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

## PROBLÈME 2 : THERMODYNAMIQUE (9 Points)

Une machine thermique décrivant un cycle de BEAU de ROCHAS utilise un gaz parfait comme fluide moteur. Ce cycle est constitué de deux transformations isochores et deux transformations adiabatiques. La représentation de ce cycle dans le diagramme (P, V) est donné ci-dessous :



Données et notations :

- Capacité calorifique molaire à volume constant :  $C_v = 20,9 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Capacité calorifique molaire à pression constante :  $C_p = 29,3 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Les températures au point 1 :  $T_1 = 333 \text{ K}$ , au point 3 :  $T_3 = 2460 \text{ K}$  et au point 4 :  $T_4 = 1130 \text{ K}$
- Les pressions au point 1 :  $P_1 = 1,00. 10^5 \text{ Pa}$  et au point 2 :  $P_2 = 1,50. 10^6 \text{ Pa}$
- La constante des gaz parfaits est  $R = C_p - C_v$  et on a  $\gamma = C_p / C_v$

On travaillera sur une mole de gaz.

### A. QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

- 1) Énoncer :
  - a) Le premier principe de la thermodynamique.
  - b) La loi de Joule concernant l'énergie interne d'un gaz parfait.
- 2) Pour une transformation adiabatique réversible, on a une relation entre la pression et le volume connue sous le nom de loi de LAPLACE :  $PV^\gamma = C$  (constante).  
Montrer que cette loi devient  $P^{1-\gamma} T^\gamma = C'$  (constante) si l'on choisit comme variables la pression et la température.

## **B. RENDEMENT DANS LE CAS D'UN CYCLE RÉVERSIBLE**

- 1) Montrer que  $T_2 = 724 \text{ K}$ .
- 2) Déterminer la pression maximale atteinte par le fluide au cours du cycle.
- 3) Dans le tableau suivant, on a porté certaines valeurs de  $Q$  et de  $W$  (respectivement transfert thermique et travail reçus algébriquement par le système du milieu extérieur).  
Recopier le tableau et compléter les cases vides **en justifiant chacune de vos valeurs.**

	<b>Q (J)</b>	<b>W(J)</b>	<b><math>\Delta U</math> (J)</b>
Transformation 1 $\rightarrow$ 2			$8,17.10^3$
Transformation 2 $\rightarrow$ 3		0	
Transformation 3 $\rightarrow$ 4		$- 27,8.10^3$	
Transformation 4 $\rightarrow$ 1	$- 16,7.10^3$		

- 4) On appelle  $W_{\text{cycle}}$  le travail reçu algébriquement par le système au cours du cycle.  
A quoi correspond  $|W_{\text{cycle}}|$  sur le diagramme(P, V) ?
- 5) a) Définir le rendement thermodynamique du cycle.  
b) Le calculer numériquement.