



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Montpellier
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

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

BTS MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE DES ENGIN DE TRAVAUX PUBLICS ET DE MANUTENTION

SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

SESSION 2016

Durée : 1 heure 30
Coefficient : 1

Matériel autorisé :

- toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

BTS MAVTPM	Session 2016
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC
	Page : 1/6

Ce sujet traite de différents aspects du fonctionnement d'un moteur essence à quatre temps. Les différentes parties sont indépendantes.

Exercice 1 – le carburateur (5 points).

Exercice 2 – La combustion (6 points).

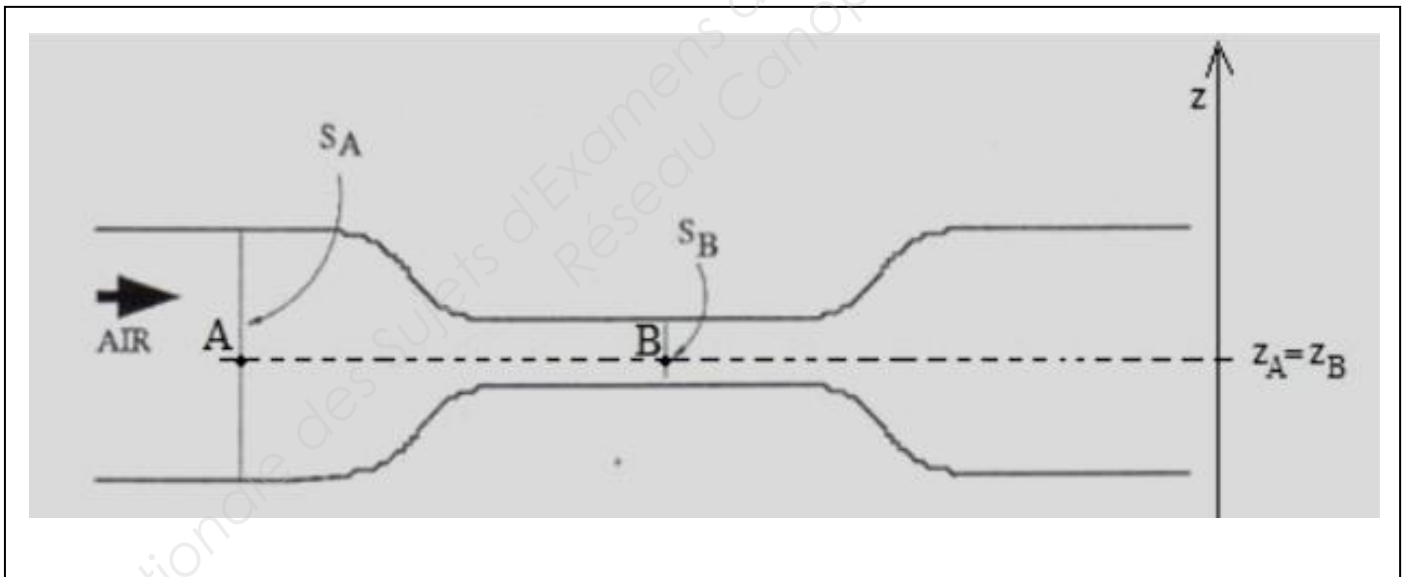
Exercice 3 – Contrôle de la température des gaz d'échappement (9 points).

Exercice 1 – Le carburateur (5 points)

On considère un moteur à quatre cylindres de 450 cm^3 chacun. Le moteur tourne au régime de 3000 tr.min^{-1} . Un moteur à quatre temps remplit chacun de ses cylindres une fois tous les deux tours de l'arbre moteur. Le carburateur est l'élément du moteur qui permet de régler la proportion du mélange air-carburant. Le carburant arrive dans le carburateur via le gicleur. Il est aspiré du fait de la dépression et mélangé à l'air. Le débit d'air du carburateur est fixé par les besoins du moteur.

Le tube Venturi du carburateur a pour dimensions :

- diamètre en A : $D_A = 46 \text{ mm}$ et
- diamètre en B : $D_B = 35 \text{ mm}$.



1. Déterminer la durée d'un tour en minute.

2. En déduire le débit volumique, en L.min^{-1} et en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, si on libère un volume de 900 cm^3 correspondant au remplissage de deux cylindres à chaque tour moteur.

3. Calculer la surface S_A de la section en A.

BTS MAVTPM		Session 2016
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 2/6

4. En déduire la vitesse v_A de l'air en A.

5.

Données

Les vitesses $v_A = 27 \text{ m.s}^{-1}$ et $v_B = 47 \text{ m.s}^{-1}$.

Dans les cylindres du moteur, le mélange est constitué d'air et d'essence.

La masse volumique du fluide vaut $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$ (le volume d'air étant très grand devant celui d'essence).

5.1. En admettant, en première approximation, que $\Delta P = P_A - P_B = \frac{\rho}{2}(v_B^2 - v_A^2)$, calculer la variation de pression $\Delta P = P_A - P_B$ entre les points A et B du tube Venturi.

5.2. Au niveau de quel point (A ou B) du tube Venturi, doit se situer le gicleur de carburant ? Justifier.

Exercice 2 – La combustion (6 points)

On étudie la combustion d'un litre d'essence assimilée à de l'octane de formule C_8H_{18} .

Données

Masses molaires : $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$.

Masse volumique : $\rho_{\text{essence}} = 705 \text{ kg.m}^{-3}$.

Volume molaire des gaz : 25 L.mol^{-1} .

1. Justifier que l'octane est un hydrocarbure. À quelle famille d'hydrocarbures appartient-il ?
2. Écrire l'équation de la réaction correspondant à la combustion complète de l'octane.
3. Calculer la masse d'un litre de ce carburant.
4. Montrer qu'un litre de carburant contient 6,2 mol.
5. Montrer que la quantité de matière de dioxygène n_{O_2} nécessaire à la combustion complète d'un litre de carburant est de 77,5 mol.
6. Calculer le volume V_{O_2} de dioxygène nécessaire et en déduire le volume d'air nécessaire V_{air} , sachant que l'air est constitué de 20 % de dioxygène et de 80 % de diazote.
7. Le volume d'air disponible pour la combustion d'un litre d'essence est en réalité inférieur à celui calculé précédemment.
Le carburant est-il en excès ou en défaut ?
Citer un impact environnemental à ce problème.

BTS MAVTPM		Session 2016
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 3/6

Exercice 3 – Contrôle de la température des gaz d'échappement (9 points)

Pour mesurer la température des gaz d'échappement, on utilise un thermocouple qui peut mesurer des températures allant de 0 °C à 1000 °C.

La tension du thermocouple est amplifiée. Le signal est traité puis numérisé grâce à un convertisseur analogique numérique (CAN).

1. Étude du thermocouple

Le thermocouple est un capteur qui convertit une température en tension électrique.

On donne, en **figure 1 ci-dessous**, la force électromotrice e aux bornes de différents thermocouples en fonction de la température.

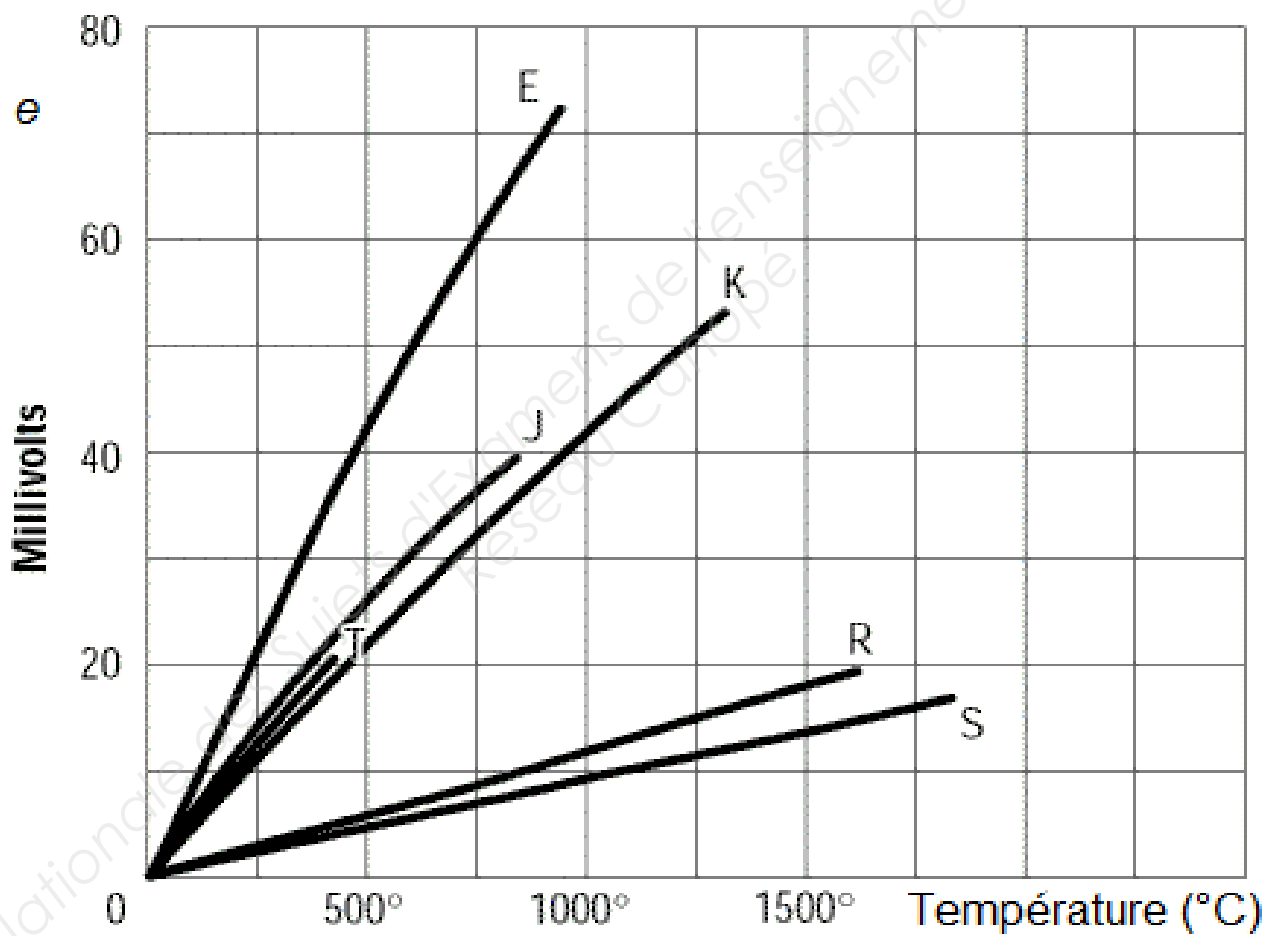


Figure 1

La sonde utilisée est de type K : chromel / alumel.

1.1. Quelle est la tension e aux bornes du thermocouple pour une température de $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$?

1.2. La sensibilité s du capteur est le rapport de la variation de tension sur la variation de température : $s = \Delta e / \Delta T$.

En supposant que la caractéristique du thermocouple peut être considérée comme linéaire dans le domaine de température étudié, déterminer sa sensibilité entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Montage d'amplification

La force électromotrice e aux bornes du thermocouple est appliquée à la tension d'entrée u_e du montage amplificateur.

Le montage de la **figure 2 ci-dessous**, réalisé avec deux amplificateurs opérationnels, constitue un amplificateur dont le facteur d'amplification A est défini par : $A = u_s / u_e$.

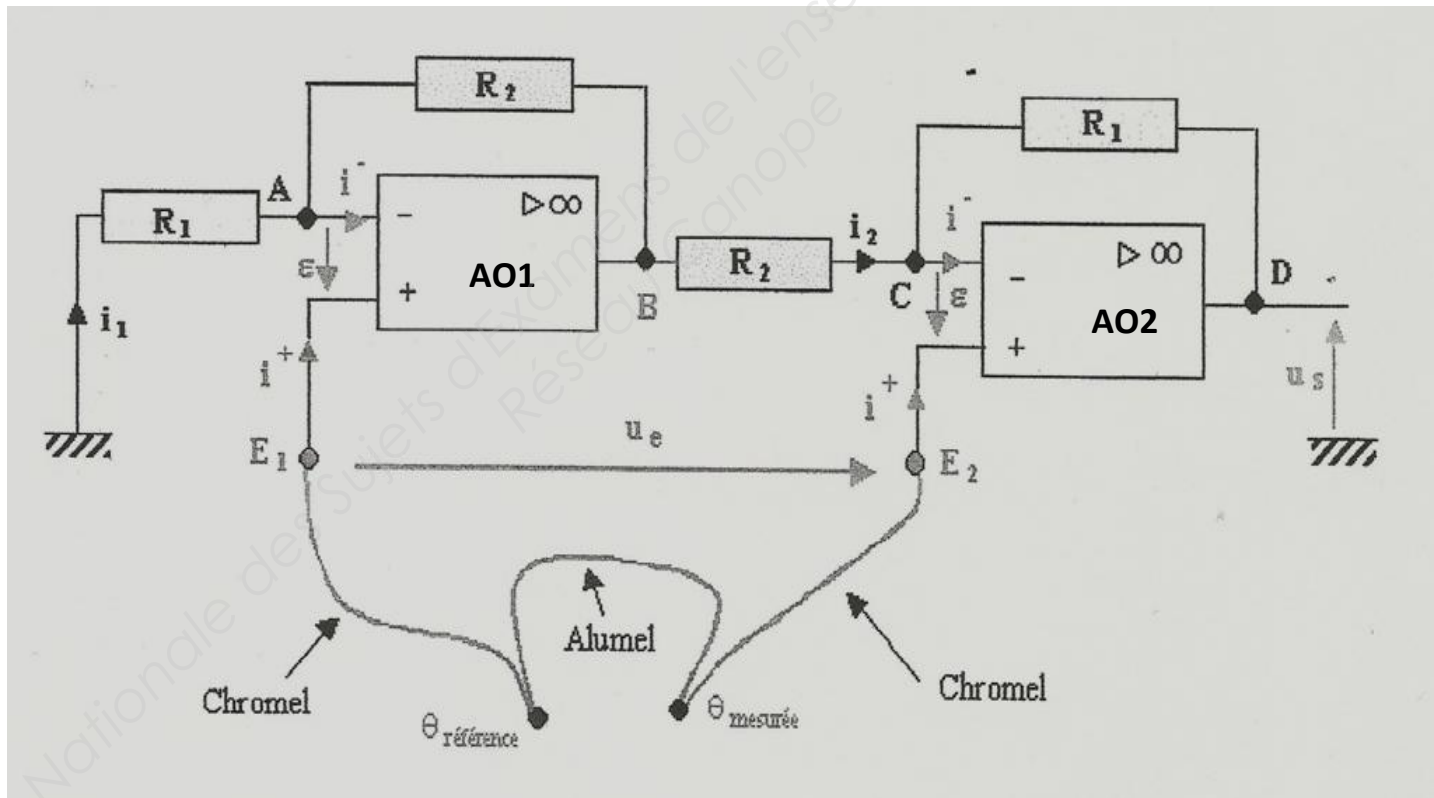


Figure 2

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits : $i^+ = i^- = 0\text{ A}$.

Leurs tensions d'alimentation sont : 0 V et 12 V .

BTS MAVTPM	Code : MME3SC	Session 2016
Sciences physiques – U. 32		Page : 5/6

Données

$$R_1 = 12 \text{ k}\Omega.$$

$$R_2 = 100 \text{ }\Omega.$$

2.1. Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels ? Justifier.
En déduire la valeur de ε .

2.2. En utilisant la loi des mailles dans la maille (E₁ ; E₂ ; C ; B ; A ; E₁), montrer que :
 $u_e = -R_2 (i_1 + i_2)$.

2.3. On montre de même que $u_s = -(R_1 + R_2) (i_1 + i_2)$.
En déduire l'expression du facteur d'amplification A en fonction de R_1 et R_2 .

2.4. Calculer ce facteur d'amplification A .

2.5. Quelle est la valeur de la tension u_s pour une température de 1000 °C ? Justifier.

3. Convertisseur analogique numérique

On suppose que la tension à l'entrée du CAN est égale à la tension u_s à la sortie du circuit d'amplification.

On utilise un convertisseur 10 bits.

La tension à l'entrée du CAN varie entre 0 V et 5,0 V.

Rappels : en quantifiant en n bits, on peut coder une tension u_s comprise entre 0 et 5,0 V sur 2^n intervalles.

Le quantum de résolution (ou résolution) d'un CAN à n bits est la plus petite variation de la tension d'entrée qui correspond à un changement de un bit du code en sortie.

3.1. Déterminer le quantum $q = \frac{u_{S \max}}{2^n}$ de résolution du CAN.

3.2.

Données

La sensibilité du thermocouple $s = 42 \text{ }\mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

$$u_s = 121 \times u_e.$$

Quel écart minimal de température peut être détecté avec le CAN ?

3.3. La résolution du CAN vous semble-t-elle suffisante ?

BTS MAVTPM		Session 2016
Sciences physiques – U. 32	Code : MME3SC	Page : 6/6