



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**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.

CRDP Aquitaine

*SESSION 2009*

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**  
**TRAITEMENTS DES MATERIAUX**

**SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**  
Sous-épreuve spécifique à chaque option  
Option A : Traitements Thermiques  
- U4.3A -

**DUREE : 2 HEURES**

**COEFFICIENT : 2**

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n°99-186  
du 16 novembre 1999

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet comporte pages, numérotées de 1 à 3

Page 1/3

**Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences Physiques et Chimiques  
Option A : Traitements Thermiques**

**EXERCICE I (12 points)**

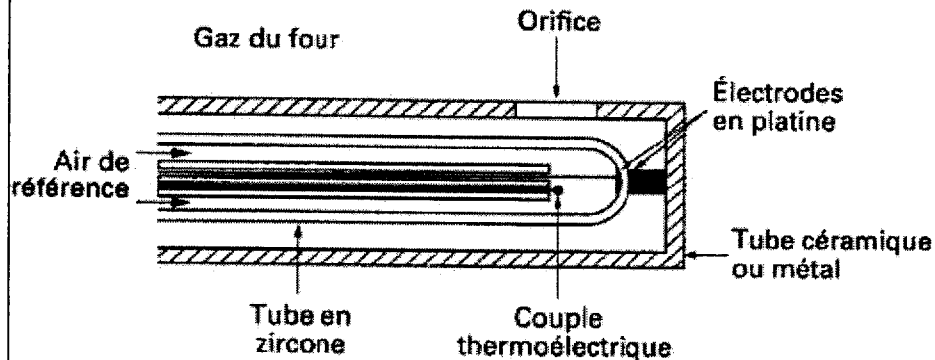
**Evaluation du potentiel carbone dans un four de cémentation.**

1) Donner la définition du potentiel carbone

*Un procédé est particulièrement utilisé en industrie pour mesurer le potentiel carbone. Il s'agit de la sonde à oxygène.*

2) La sonde à oxygène :

a) Donner le principe de fonctionnement de la sonde à oxygène en s'aidant éventuellement du schéma ci-dessous :



b) On rappelle la relation de Nernst simplifiée  $E_{Ox/Red} = E_{Ox/Red}^0 + \frac{RT}{n\mathcal{F}} \ln \frac{a_{Ox}^v}{a_{Red}^v}$ .

En vous aidant de cette relation, établir la différence de potentiel aux bornes de la sonde et montrer qu'elle peut s'exprimer par la relation :

$$E(\text{mV}) = 0,0215 \times T \times \ln \frac{P_{O_2}(\text{réf})}{P_{O_2}(\text{four})} \text{ avec } E \text{ en mV, } T \text{ en Kelvin,}$$

$P_{O_2}(\text{réf})$  la pression partielle du dioxygène dans l'air ambiant  $P_{O_2}(\text{réf}) = 0,209 \text{ bar}$

$P_{O_2}(\text{four})$  la pression partielle du dioxygène dans l'atmosphère du four

Données :  $R = 8,314 \text{ u.S.I.}$  et  $\mathcal{F} = 96,5 \times 10^3 \text{ C}$

c) Dans un four de traitement des aciers, pour effectuer une cémentation, on impose comme consigne une température de  $930^\circ\text{C}$ . Après avoir injecté les gaz nécessaires on lit sur la sonde à oxygène la tension suivante :  $E = 1141 \text{ mV}$ . Calculer alors  $P_{O_2}(\text{four})$

d) Calculer l'activité du carbone  $a_C$  et en déduire le potentiel carbone %X de l'atmosphère, sachant que la pression partielle en monoxyde de carbone CO est  $P_{CO} = 0,200 \text{ bar}$ .

On donne : l'équilibre  $CO = C + \frac{1}{2} O_2$  avec  $K = 3,68 \times 10^{-10}$ .

$$\text{et } a_c = 1,07 \times e^{-\frac{4798,6}{T}} \times \frac{\%X}{100 - 19,6 \times \%X} \text{ avec } T \text{ en K et } \%X \text{ représentant le}$$

potentiel carbone.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences Physiques et Chimiques	Session 2009
Code : TMSPC A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.3 A Option A : Traitements Thermiques		Page 2/3....

**Sous-épreuve spécifique à chaque option : Sciences Physiques et Chimiques  
Option A : Traitements Thermiques**

3. On produit ce type d'atmosphère à partir d'un générateur endothermique. La combustion du méthane  $\text{CH}_4$  est incomplète. Quels sont les produits formés ? Expliquer pourquoi cette réaction permet de réaliser une atmosphère de cémentation.

**EXERCICE II (8 points)**

**COMPARAISON DE DIFFERENTS TRAITEMENTS DE NITRURATION**

- 1) Traitement de nitruration sous atmosphère.
  - a) Quel gaz injecté dans l'atmosphère du four permet la nitruration lorsqu'il est en contact avec la pièce ?
  - b) Donner l'expression littérale de la constante d'équilibre de la réaction de décomposition de l'ammoniac suivante :
$$2 \text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \quad (1)$$
  - c) On connaît la valeur de cette constante pour deux températures différentes :  
à  $25^\circ\text{C}$  elle vaut  $K_{298} = 1,45 \times 10^{-6}$   
à  $550^\circ\text{C}$  elle vaut  $K_{823} = 31426,32$   
  
Que peut-on déduire qualitativement de ces valeurs sur l'avancement de la réaction (1)
  - d) Justifier le fait qu'on réalise cette nitruration hors équilibre avec excès d'ammoniac et à la température de  $550^\circ\text{C}$ .
- 2) Traitement de nitruration ionique sous « vide »
  - a) Quels sont le ou les gaz injecté(s) dans le four lors d'une nitruration ionique ?
  - b) Expliquez brièvement ce qu'il se passe dans le four. Indiquer la polarité de la pièce, l'ordre de grandeur de la différence de potentiel et s'il est nécessaire de chauffer préalablement les pièces à nitrurer dans le four.
- 3) Expliquer en quelques lignes les avantages d'une nitruration ionique par rapport à une nitruration gazeuse classique.

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX</b>			
Durée : 2 Heures	Coefficient : 2	Sciences Physiques et Chimiques	Session 2009
Code : TMSPC A	Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.3 A Option A : Traitements Thermiques		Page 3/3....