

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
MISE EN FORME DES ALLIAGES MOULÉS

SCIENCES PHYSIQUES

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le matériel autorisé comprend 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'imprimante.

- Le candidat n'utilise qu'une seule 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.*

SCIENCES PHYSIQUES

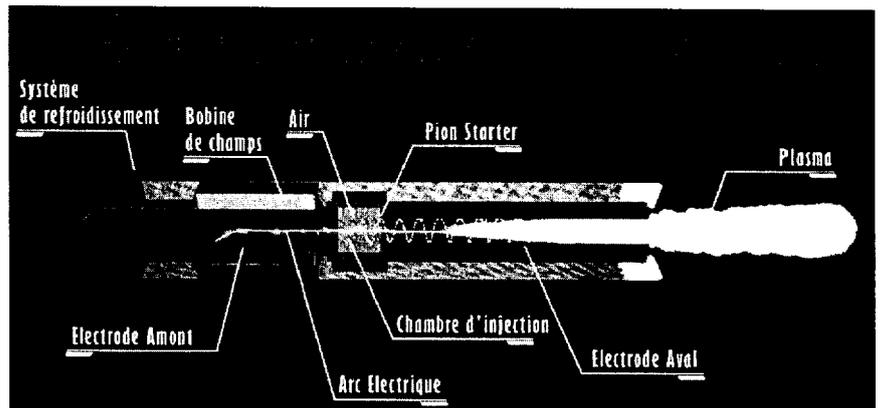
- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

PROBLÈME 1 : PHYSIQUE (6,5 points)

Torche à plasma

Une usine, fabriquant entre autres des tambours de frein pour l'industrie automobile, utilise, pour réchauffer l'air entrant dans le cubilot, une torche à plasma (le plasma est un gaz ionisé).

Le principe de la torche à plasma est le suivant :



l'air pénètre dans la chambre d'injection et est traversé par un arc électrique créé par deux électrodes, ce qui a pour effet de l'ioniser et d'élever fortement sa température.

Les caractéristiques de la torche sont : $U_2 = 3000 \text{ V}$; $I_2 = 1450 \text{ A}$; $\cos \varphi = 0,9$.

Débit du plasma : $1600 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Le débit est déterminé dans les conditions normales de température et de pression, soit $P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ et $T = 273 \text{ K}$.

A - ÉLECTRICITÉ (2,5 points)

1 - Calculer la puissance électrique absorbée par la torche.

Pour alimenter la torche, on utilise un transformateur monophasé considéré comme parfait. Les paramètres du transformateur sont les suivants :

- nombre de spires au primaire : 1000 ;
- tension au primaire : 20 kV ;
- tension au secondaire : 3000 V.

2 - Calculer le nombre de spires au secondaire du transformateur.

3 - Calculer l'intensité du courant circulant dans l'enroulement du primaire.

4 - Déterminer la section minimale du fil de cuivre utilisé au primaire sachant que la densité de courant maximale admise pour un fil de cuivre est de 5 A/mm^2 .

B - THERMODYNAMIQUE (4 points)

1 - En utilisant la relation des gaz parfaits, calculer la quantité de matière (en mol) d'air injecté en une heure.

2 - En déduire la masse d'air correspondante.

Dans les questions B.3, on considèrera que $2 \cdot 10^6$ g d'air sont injectés par heure dans la torche.

3 -

3.1 - Sachant que l'air passe d'une température de 20°C à 4500°C , calculer l'énergie fournie à l'air en une heure.

3.2 - Calculer la puissance utile de la torche.

3.3 - En utilisant le résultat de la question A-1, déduire le rendement de cette torche.

Données : Masse molaire de l'air $M_{\text{air}} = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

On prendra pour valeur moyenne de la capacité thermique de l'air $\overline{c_p} = 1,35 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

PROBLÈME 2 : CHIMIE (5,5 points)

Absorption d'hydrogène par un bain d'aluminium

Dans une revue métallurgique, il est indiqué que l'origine principale du dihydrogène dissous dans les bains d'aluminium est due à la réaction entre le métal et l'eau contenue dans l'air ambiant.

On donne la demi-équation électronique du couple $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$: $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \longleftrightarrow \text{H}_2 + 2\text{HO}^-$.

1 - Écrire la demi-équation électronique relative à l'oxydation de l'aluminium.

2 - Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'aluminium et l'eau.

3 - Comment pouvait-on prévoir le caractère spontané de cette réaction ?

On se propose maintenant d'étudier quantitativement cette réaction. Dans un four de maintien fermé contenant l'aluminium fondu, l'air situé au dessus du bain contient 1,80 g d'eau.

4 - Déterminer la quantité de matière (en mol) d'eau contenue dans l'air.

5 - En supposant que toute l'eau a réagi, calculer la quantité de matière de dihydrogène formée.

6 - En déduire le volume de dihydrogène dans les conditions de l'expérience.

7 -

7.1 - Quel défaut peut apparaître à la solidification du bain ?

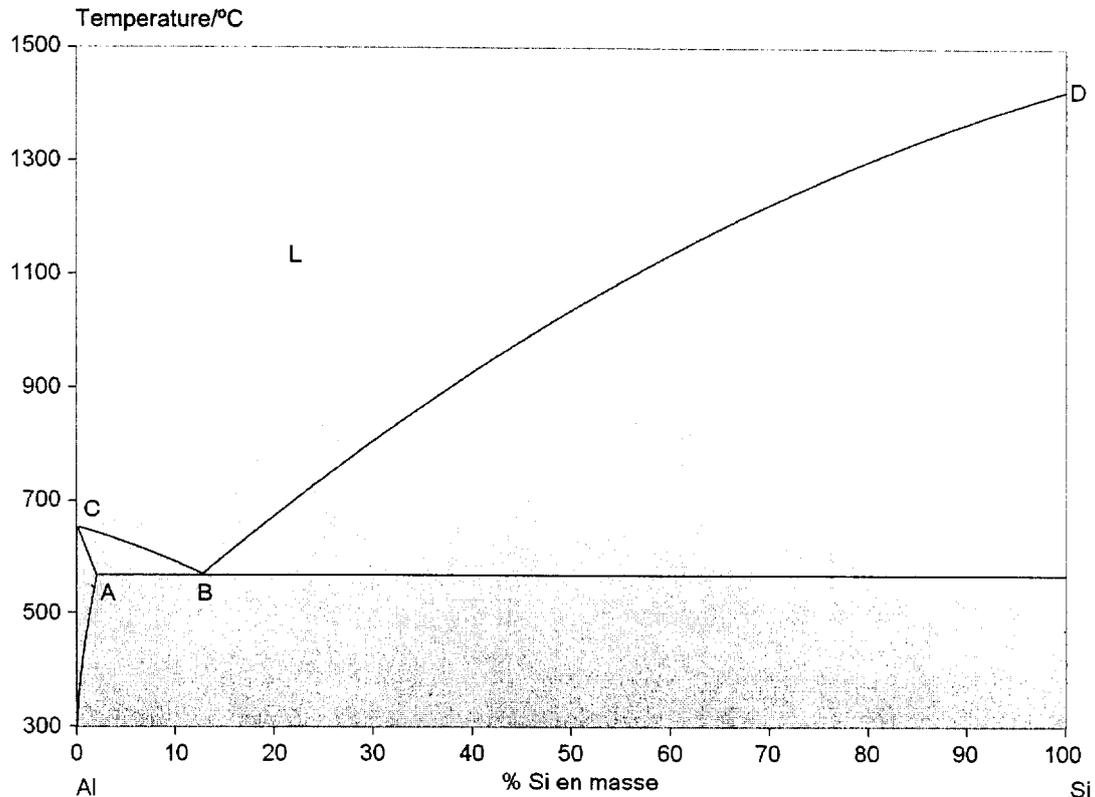
7.2 - Quelle opération peut-on envisager pour éviter l'apparition de ce défaut ?

Données :

- Volume molaire $V_m = 80 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Potentiel redox : $E(\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2) = -0,42 \text{ V}$; $E^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$.
- Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

PROBLÈME 3 : MÉTALLURGIE (8 points)

Diagramme Al-Si



Coordonnées des points sur le diagramme

A (2,1% ; 569°C) ; B (13% ; 569°C) ; C (0% ; 652°C) ; D(100% ; 1425°C)

A - ÉTUDE DU DIAGRAMME (4,5 points)

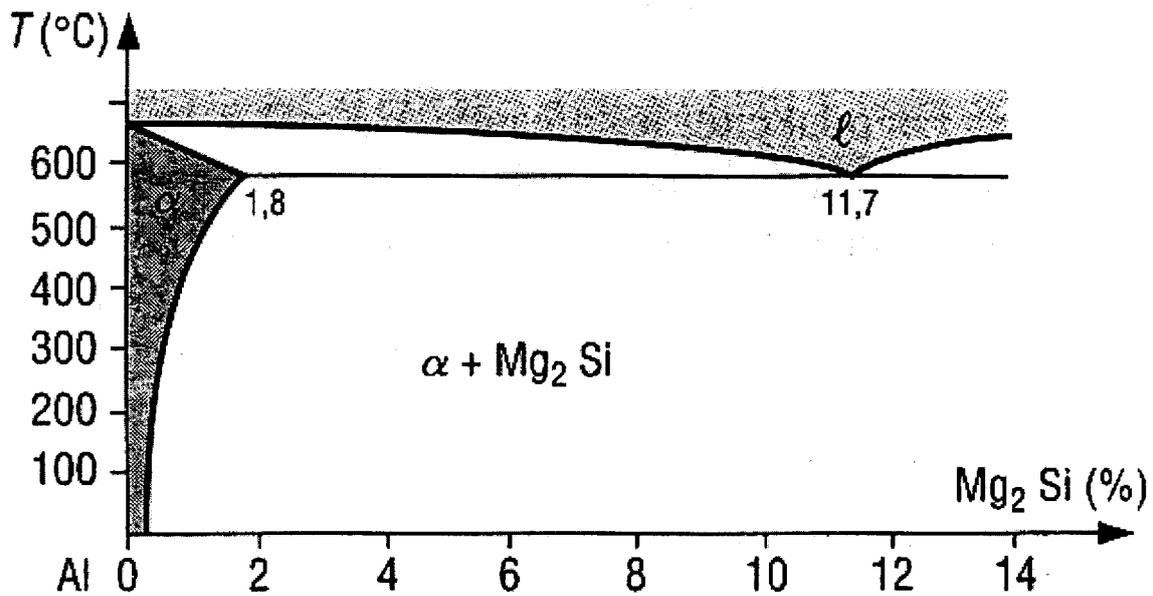
- 1 - Quelles sont les phases présentes dans l'alliage eutectique à $(569 - \epsilon)^\circ\text{C}$?
- 2 - Quelle est la température de solidification de l'aluminium ? Du silicium ?
On s'intéresse plus particulièrement à l'alliage à 7 % de silicium.
- 3 - Quels sont les constituants de cet alliage à $(569 - \epsilon)^\circ\text{C}$? En déterminer les proportions massiques.
- 4 - Tracer l'allure de la courbe refroidissement de cet alliage de 700°C à 300°C et commenter chaque portion de cette courbe.

B - TRAITEMENT THERMIQUE (3,5 points)

Dans le cas de l'alliage Al-Si7-Mg0,6, l'addition de Mg engendre la formation d'un composé chimiquement défini Mg_2Si , ce qui qualifie cet alliage à durcissement structural.

- 1 - Quelles particularités un diagramme d'équilibre doit-il présenter pour qu'il y ait ce durcissement dit structural ?

On dispose du diagramme Al-Mg₂Si ci-dessous :



Dans les questions suivantes, on prendra une concentration en Mg₂Si de 1 %.

- 2 - À quelle température le composé Mg₂Si est-il complètement dissous dans la solution solide α ?
- 3 - Indiquer sur le document en annexe 1, le profil de température des deux étapes suivantes :
étape 1 : mise en solution de Mg₂Si suivie d'une trempe ;
étape 2 : un revenu.
- 4 - À la fin de la première étape, lorsque l'alliage est à température ambiante, quelle est la concentration de la solution solide α en Mg₂Si ?
- 5 - Que se passe-t-il d'un point de vue microscopique au cours du revenu ?

Données : $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Si}) = 28 \text{ g.mol}^{-1}$.

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____
Examen ou Concours _____ Série* : _____
Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____ N° du candidat
Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : AMPHY
Page : 5/5

Session : 2008

Durée : 2 H
Coefficient : 2

NE RIEN ÉCRIRE

ANNEXE
À RENDRE AVEC LA COPIE

