

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) TRANSFORMATEUR

Un transformateur monophasé, considéré comme parfait, est alimenté par un réseau de tension efficace $U_1 = 220$ V. Son primaire comporte $N_1 = 218$ spires.

On branche aux bornes du secondaire un oscilloscope, comme l'indique la figure A1, page 3/5.

On relève l'oscillogramme (figure A2, page 3/5) avec les réglages suivants :

Calibre : 10 V/div
Balayage : 2,5 ms/div

- 1 - A l'aide de l'oscillogramme (figure A2), déterminer :
 - 1.1 - Les valeurs maximale U_{2m} et efficace U_2 de la tension aux bornes du secondaire ; en déduire le rapport de transformation m .
 - 1.2 - La période T , la fréquence ν et la pulsation ω de la tension au secondaire.
 - 1.3 - Le nombre N_2 de spires de l'enroulement secondaire.
- 2 - On alimente, à l'aide de ce transformateur, un moteur alternatif monophasé de facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ qui appelle une intensité efficace $I_2 = 4,0$ A sans variation notable de tension.
Calculer :
 - 2.1 - Les puissances apparente S , active P et réactive Q de ce moteur.
 - 2.2 - L'intensité efficace I_1 du courant appelé par le primaire.

PROBLÈME 2 : CHIMIE (6 points) CORROSION

Données :

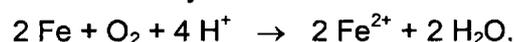
- $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44$ V ; $E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23$ V ;
- Densité de courant : $J = 10$ mA/m² ;
- Masse molaire atomique : $M(\text{Fe}) = 55,8$ g.mol⁻¹ ;
- 1 Faraday $\mathcal{F} = 96500$ C.mol⁻¹.

On souhaite protéger de la corrosion une conduite enterrée.

Celle ci est cylindrique, en acier, d'un diamètre extérieur $D = 120$ cm.

En l'absence de protection, le fer subit une oxydation par le dioxygène. Il s'oxyde en ions Fer II.

- 1 - Écrire les demi-équations électroniques des deux couples rédox mis en jeu en supposant que le milieu est acide et que le couple rédox du dioxygène est $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$.
- 2 - En déduire que l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre le fer et le dioxygène est :



- 3 - Calculer la surface extérieure S d'un élément de conduite de longueur $l = 1$ m.
- 4 - En déduire l'intensité I du courant de corrosion sachant que celle-ci est égale au produit de la densité du courant J par la surface S considérée.
- 5 - Déterminer la quantité d'électricité Q ayant circulé en une année sur la longueur $l = 1$ m.
- 6 - En déduire la quantité de matière d'électrons n_e (en mole d'électrons) mise en jeu sur cet élément de conduite.
- 7 - Calculer la quantité de matière n_{Fe} , puis la masse m de fer, ayant subi la corrosion.
- 8 - Citer un moyen de protéger cette conduite de la corrosion.

PROBLÈME 3 : METALLURGIE (7,5 points) **LE DIAGRAMME MÉTASTABLE FER-CÉMENTITE**

Voir diagramme en annexe.

Abscisses des points principaux :

S1 : 2,11 % ; E : 4,30 % ; S2 : 6,67 % ; S'1 : 0,022 % ; E' : 0,85 % ; S'2 : 6,67 %

1 - Cristallographie. (3 points)

Le fer α de structure cubique centrée et le fer γ de structure cubique à faces centrées sont deux variétés allotropiques du fer.

- 1.1 - Représenter la maille cristalline du fer γ et déterminer le nombre n d'atomes de fer par maille.
- 1.2 - Dans le fer γ , le rayon de l'atome de fer est $r = 0,129$ nm. En déduire que la longueur de l'arête du cube représentant la maille élémentaire vaut $a = 0,365$ nm.
- 1.3 - Montrer que la masse volumique ρ_{Fe} du fer γ est de l'ordre de 7600 kg.m⁻³.

2 - Questions générales sur le diagramme. (3 points)

- 2.1 - Donner les noms des transformations ayant lieu aux températures $\theta_1 = 727^\circ\text{C}$ et $\theta_2 = 1487^\circ\text{C}$.
- 2.2 - Donner le nom des solutions solides repérées dans les zones 1 et 2 du diagramme page 4/5.
- 2.3 - Donner le nom du constituant formé au point E'. De quelles phases est-il formé ?
- 2.4 - Il existe un composé chimiquement défini pour une teneur massique en carbone égale à 6,67 %. Déterminer, en la justifiant, l'écriture chimique de ce composé.
- 2.5 - Quelle est la teneur maximale en masse de carbone que peut contenir un acier ? Justifier.

3 - Étude d'un acier à 0,2 % de carbone. (1,5 points)

- 3.1 - Déterminer le pourcentage des constituants d'un acier à 0,2 % de carbone à la température $\theta = (727 - \varepsilon)^\circ\text{C}$.
- 3.2 - On dispose de la micrographie de cet acier. Indiquer, sur le document réponse page 5/5, le nom de chaque constituant.

Données :

Masses molaires atomiques en g.mol⁻¹ : $M_{Fe} = 55,8$; $M_C = 12$.

Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N} = 6,02.10^{23}$.

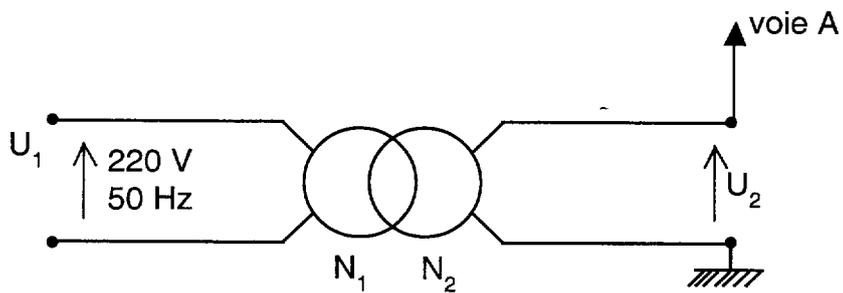


Fig A1

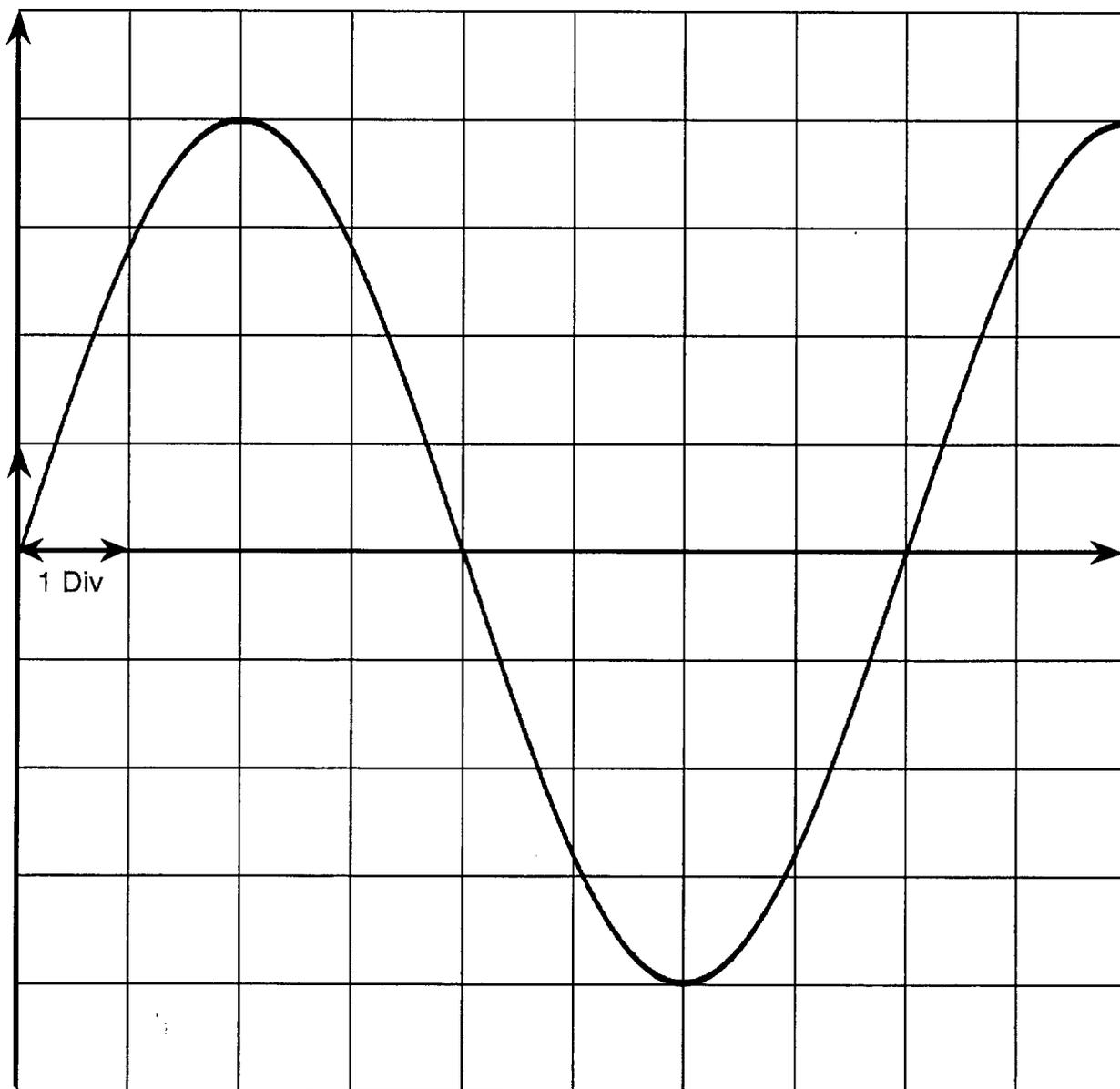
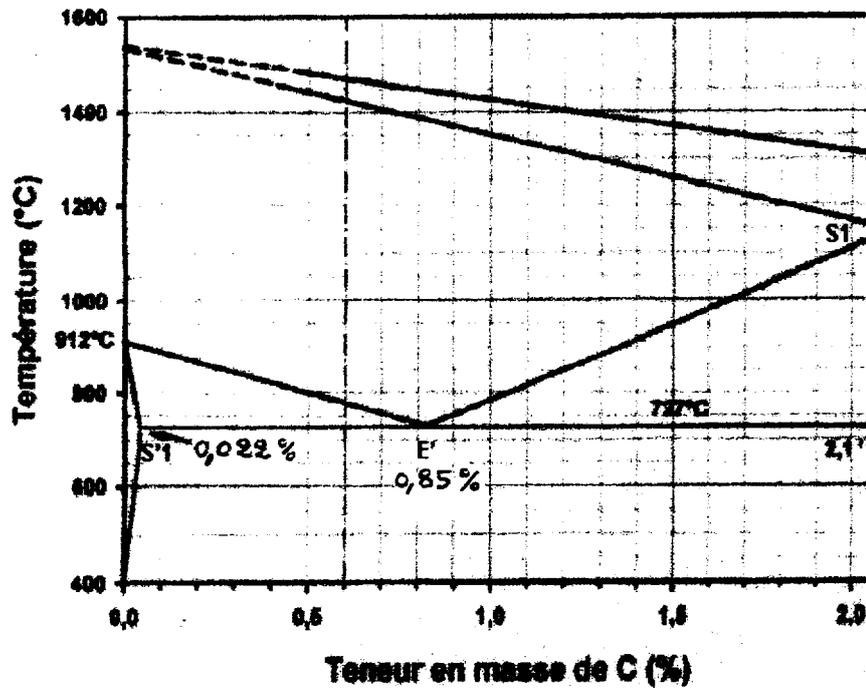
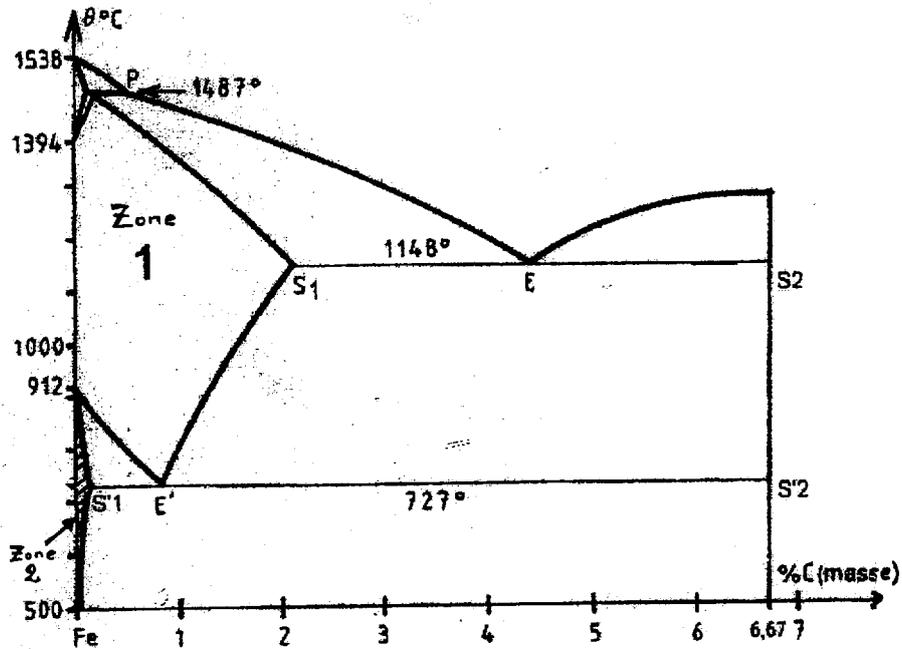


Fig A2

Le diagramme métastable fer-cémentite.



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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 ex :

Repère : AMPHY Session : 2006
Page : 5/5

Durée : 2 H
Coefficient : 2

**DOCUMENT RÉPONSE
A RENDRE AVEC LA COPIE**

Micrographie d'un acier à 0,2 % de carbone.

