

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR MISE EN FORME DES ALLIAGES MOULES

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.

A : CALORIMETRIE (4 points)

On charge un four de puissance $P = 26 \text{ kW}$ avec une masse de zinc $m = 100 \text{ kg}$ à la température $T_0 = 298 \text{ K}$.

- 1 - Donner l'allure de la courbe d'évolution de la température du zinc, lors de son chauffage depuis T_0 jusqu'à sa température de coulée qui est $T_c = 743 \text{ K}$.
- 2 - Donner les expressions littérales des quantités d'énergie calorifique nécessaires aux différentes étapes précédentes et les calculer.
- 3 - En déduire la quantité d'énergie calorifique nécessaire à la coulée du zinc.
- 4 - Calculer la durée nécessaire pour atteindre la température de coulée sachant que l'on néglige toutes les fuites thermiques (le résultat sera exprimé en minutes).

Données :

Capacité thermique massique du zinc solide : $c_{Zns} = 417 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
Température de fusion du zinc : $T_f = 693 \text{ K}$.
Capacité thermique massique du zinc liquide : $c_{Znl} = 480 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
Chaleur latente de fusion du zinc : $L_f = 102 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

B : STATIQUE DES FLUIDES (3 points)

En période normale, la surface libre de l'eau contenue dans un château d'eau est située à l'altitude $z_1 = 150 \text{ m}$ au-dessus du niveau de la mer.

Les robinets d'une usine, alimentés en eau par ce château d'eau, sont situés à l'altitude $z_2 = 80 \text{ m}$ au-dessus du niveau de la mer.

La pression atmosphérique est $P_{\text{atm}} = 10^5 P_a$.

- 1 - Calculer la pression p_s de l'eau au niveau des robinets.

Lors d'une canicule, on constate au niveau des robinets une diminution de pression pouvant atteindre 30 % par rapport à la valeur en période normale.

- 2 - Quelle est alors la pression p_s' de l'eau au niveau des robinets ?

- 3 - Dans le cas précédent, déterminer l'altitude z_1' de la surface libre de l'eau dans le château d'eau par rapport à la surface de la mer.

Données :

La masse volumique de l'eau est $\rho = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$.
On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

C : CHIMIE (6 points)

Traitement d'un minerai de zinc.

1 - Première partie

Le principal minerai contenant du zinc est la blende de formule ZnS.

1.1 - Calculer le pourcentage massique P du zinc dans la blende.

En réalité le minerai brut du gisement renferme 12 % de blende.

1.2 - Quel est le pourcentage massique P' du zinc dans le minerai ?

Par une opération de flottation, on enrichit le minerai jusqu'à une teneur en zinc de 60 %.

1.3 - En quoi consiste l'opération de flottation ?

1.4 - Calculer la quantité n (exprimée en moles) de matière de zinc contenue dans une tonne de minerai enrichi.

2 - Deuxième partie

Un courant de dioxygène permet le grillage de la blende afin d'obtenir de l'oxyde de zinc, ZnO, et du dioxyde de soufre.

2 - Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

3 - Troisième partie

La masse d'oxyde de zinc récupérée par l'opération précédente est $m = 747$ kg.

Afin d'obtenir du zinc, on procède à la réduction par le carbone à 1000°C de l'oxyde de zinc obtenu. A cette température on obtient un mélange gazeux de zinc et de monoxyde de carbone.

3.1 - Ecrire l'équation bilan de la réaction.

3.2 - Calculer la masse de carbone m_{C} nécessaire à cette réduction, ainsi que la masse de zinc m_{Zn} obtenue.

3.3 - Le mélange gazeux précédent est envoyé dans un condenseur dans lequel on produit une « pluie de plomb » qui adsorbe le zinc.

Par quel procédé peut on séparer ces deux métaux à l'état liquide ?

Données :

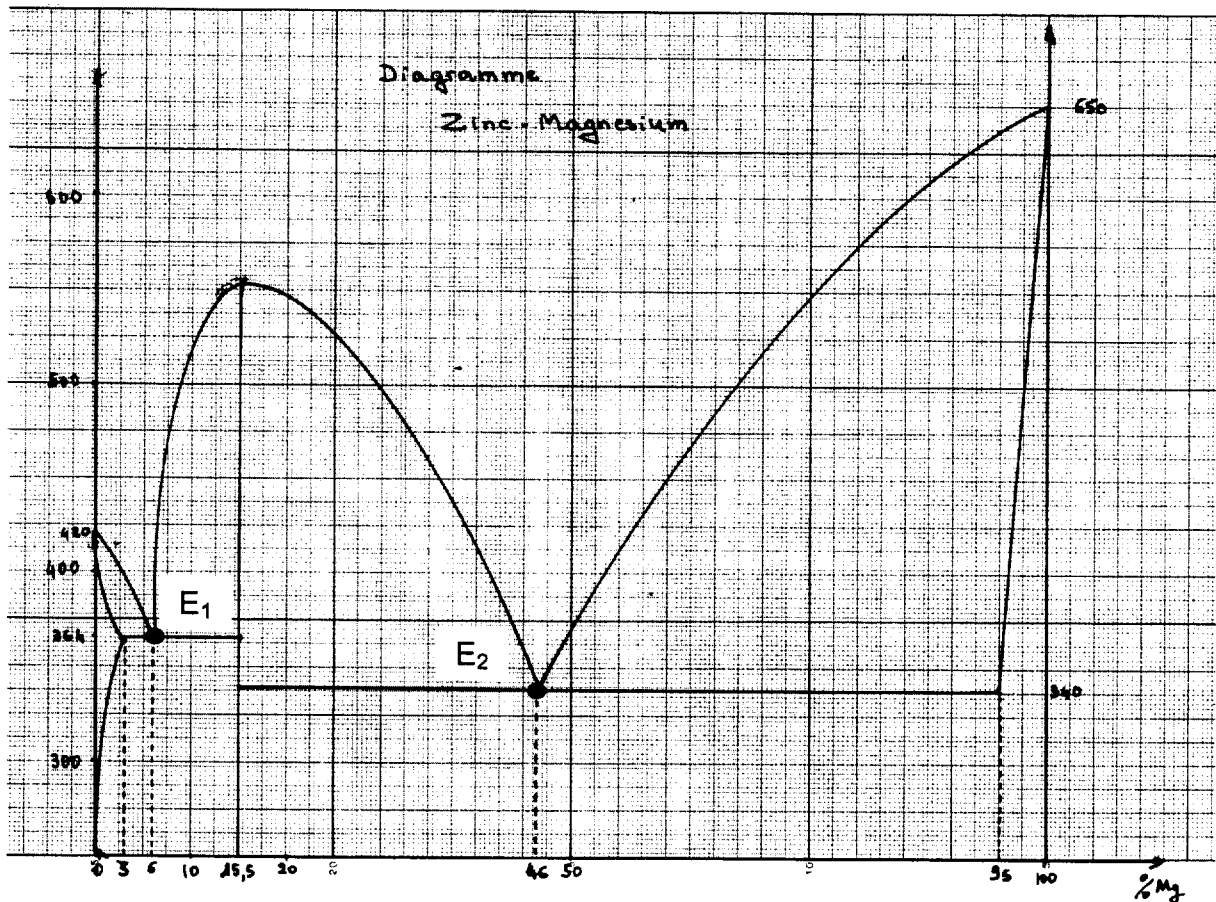
Masse volumique du plomb liquide : $\rho = 11400 \text{ kg.m}^{-3}$.

Masse volumique du zinc liquide : $\rho = 7100 \text{ kg.m}^{-3}$.

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : Zn = 65,4 ; O = 16,0 ; C = 12,0 ; S = 32,0.

D : METALLURGIE (7 points)

Diagramme simplifié Zinc Magnésium.



- 1 - Quelles sont les températures de fusion θ_{Zn} du zinc et θ_{Mg} du magnésium ?
- 2 - Dans les métaux purs, on observe systématiquement une surfusion.
Définir le terme surfusion.
- 3 - Il existe un composé chimiquement défini pour 15,5 % de magnésium en masse.
Déterminer la formule chimique de ce composé.
- 4 - Donner la composition et calculer la proportion en phases :
 - de l'eutectique noté E_1 à la température $\theta_1 = 364\text{-}\epsilon^\circ\text{C}$;
 - de l'eutectique noté E_2 à la température $\theta_2 = 340\text{-}\epsilon^\circ\text{C}$.
- 5 - Tracer l'allure du refroidissement de l'état liquide jusqu'à la température ambiante d'un alliage à 10 % de magnésium en indiquant le nombre et la nature des phases dans chaque portion de courbe.
- 6 - Que peut-on dire de la coulabilité de cet alliage à 10 % de magnésium ? (justifier).

Données :

Masse molaire atomique en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $\text{Mg} = 24,3$; $\text{Zn} = 65,4$.