Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

SESSION 2010

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.1 -

DUREE : 2 HEURES

COEFFICIENT : 2

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

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

Documents à rendre avec la copie :
- Annexe 1 page 6
- Annexe 3 page 8

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1 à 8 dont 3 annexes.

Les trois exercices sont indépendants, et dans chaque exercice, certaines questions sont indépendantes.

Exercice 1 : Détermination de la teneur en chrome dans un acier (7,5 points)

Lors de la livraison d'un lot d'acier, l'aciériste fournit au client le tableau suivant (% en masse). Ces résultats ont été obtenus à l'aide d'un spectrophotomètre d'étincelles.

% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Cr	% Mo	% Ni	% Al	% Cu	% N	% Ti
0,368	0,114	0,638	0,008	0,006	1,085	0,130	0,042	0,024	0,018	0,008	0,001

Une entreprise de petite taille, qui n'a pas les moyens financiers d'acheter un spectrophotomètre, souhaite vérifier par une méthode chimique la teneur en Cr dans cet acier.

Pour cela, le technicien prélève un échantillon de l'acier, qu'il attaque avec une solution oxydante. On admet que tous les atomes de chrome initialement présents dans l'échantillon sont oxydés en ions dichromates $Cr_2O_7^{2-}$, de couleur orangée.
On ne peut cependant pas doser directement ces derniers.

Le technicien fait donc réagir ces ions dichromates $Cr_2O_7^{2-}$ avec des ions fer II Fe^{2+} introduits en excès. Ainsi, il ajoute un volume V_1 de sel de Mohr de concentration C_1 en ions Fe^{2+}. Le milieu est également acidifié.
La couleur orange disparaît alors : la réaction est totale. Son équation est :

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,Fe^{2+} = 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O + 6\,Fe^{3+}$$

Le technicien dose alors les ions Fe^{2+} en excès avec une solution de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) en milieu sulfurique.

Données :
Masse molaire du chrome : M(Cr) = 52,0 g.mol.L^{-1}
Potentiels standards d'oxydoréduction :
$E_0(MnO_4^-/Mn^{2+}) = 1,51$ V ; $E_0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77$ V

1) **QUESTION 1**

1.a) Comment appelle-t-on ce type de dosage ?

1.b) Etablir à partir des demi-équations, l'équation de la réaction entre les ions MnO_4^- et les ions Fe^{2+}.

1.c) Pour qu'une réaction puisse être utilisée dans un dosage, l'une des conditions est que cette réaction soit quantitative (c'est-à-dire quasi-totale). La réaction entre MnO_4^- et Fe^{2+} satisfait-elle à cette condition ? Justifier.

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau CERTEN

1.d) Les ions MnO_4^- sont dans la burette, les ions Fe^{2+} dans le bécher. Comment détecte-t-on la fin du dosage ?

2) QUESTION 2

2.a) À l'équivalence, on a versé V_2 = 36,1 mL de solution de permanganate de potassium, de concentration $C_2 = 1{,}00 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.
Montrer que la quantité de matière en moles d'ions Fe^{2+} en excès vaut n_1''=1,81 x 10^{-3} mol.

2.b) On donne pour la solution de sel de Mohr :
V_1 = 25,0 mL et $C_1 = 1{,}00 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1} .
En déduire la quantité de matière n_1' en moles d'ions Fe^{2+} qui ont réagi avec les ions $Cr_2O_7^{2-}$.

2.c) Calculer la quantité de matière $n_{Cr_2O_7^{2-}}$ en moles d'ions dichromates obtenus après oxydation de l'échantillon de l'acier.

2.d) En déduire la quantité de matière n_{Cr} en moles d'élément Cr correspondant.

3) QUESTION 3

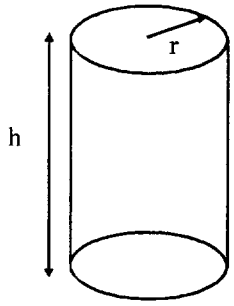
3.a) Montrer que l'échantillon étudié renfermait environ 12 mg d'élément chrome.

3.b) L'échantillon analysé avait une masse de 1,122 g. En utilisant le résultat précédent, calculer la teneur massique en chrome de l'acier.
Cette teneur est-elle en accord avec celle indiquée par l'aciériste ? Justifier en calculant le pourcentage d'écart relatif.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Exercice 2 : Transferts de chaleur (5,5 points)

On étudie expérimentalement le refroidissement par convection d'une pièce en acier dans un fluide.



Cette pièce a la forme d'un cylindre de rayon R = 20,0 mm et de hauteur H = 10,0 cm.

La température du fluide dans lequel la pièce est plongée est constante et est égale θ_a = 20 °C.
La mesure de la température θ de la pièce en fonction du temps a permis d'obtenir à l'ordinateur la courbe représentée sur **le document réponse qui figure en Annexe 1**.

Données : $\theta(t) - \theta_a = (\theta_o - \theta_a).e^{-kt}$ avec $k = \frac{hS}{mc}$

Vitesse de refroidissement : $v = \frac{d\theta(t)}{dt} = -k.(\theta(t) - \theta_a)$

θ_o : température initiale de la pièce en °C,
θ_a : température du fluide en °C,
h : coefficient d'échange thermique par convection,
S : surface d'échange de la pièce avec l'extérieur,
m = masse de la pièce ; m = 1,01 kg
c = capacité thermique massique de l'acier : c = 460 $J.kg^{-1}.°C^{-1}$.

1. Montrer que la valeur de la surface d'échange S est égale à 1,51 x 10^{-2} m^2.

2. Déterminer par lecture graphique (**annexe 1**) la température initiale θ_0 et la température θ_{50} à t = 50 s.

3. En utilisant les résultats de la question 2, montrer que la valeur de la constante k vaut 2,0.10^{-2} unités SI. Préciser l'unité de k.

4. En déduire la valeur du coefficient de convection h. Préciser l'unité de h.

5. Calculer la vitesse v_{50} de refroidissement à la date t = 50 s. Préciser l'unité de v.

6. Tracer la tangente à la courbe θ = f(t) à la date t = 50 s **sur le document réponse de l'annexe 1.** Déterminer le coefficient directeur de cette tangente. A quelle grandeur physique correspond cette valeur ? Conclure.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Exercice 3 : Le binaire cuivre-or (7 points)

On considère le diagramme binaire fourni **en annexe 2 et en annexe 3** ; l'annexe 2 pourra servir de brouillon.

QUESTION 1. D'après le diagramme, que peut-on dire de la miscibilité de Cu et Au ?

QUESTION 2. Rappeler la règle des phases ou loi de Gibbs. **Sur l'annexe 3** à rendre avec la copie, préciser la nature des phases en présence et la variance réduite dans chaque partie du diagramme

QUESTION 3. Tracer l'allure de la courbe d'analyse thermique $\theta = f(t)$ pour un refroidissement de A à B. Expliquer les phénomènes observés.

QUESTION 4. On considère 1000 g du mélange précédent à 950°C.

4.a) Placer le point représentatif sur **le diagramme de l'annexe 3**.

4.b) Sous quel état se trouve le mélange ? Préciser la composition des différentes phases.

4.c) Déterminer les masses des phases en présence. Indiquer la règle utilisée.

QUESTION 5. Les coordonnées du point C sont 80% et 884°C.

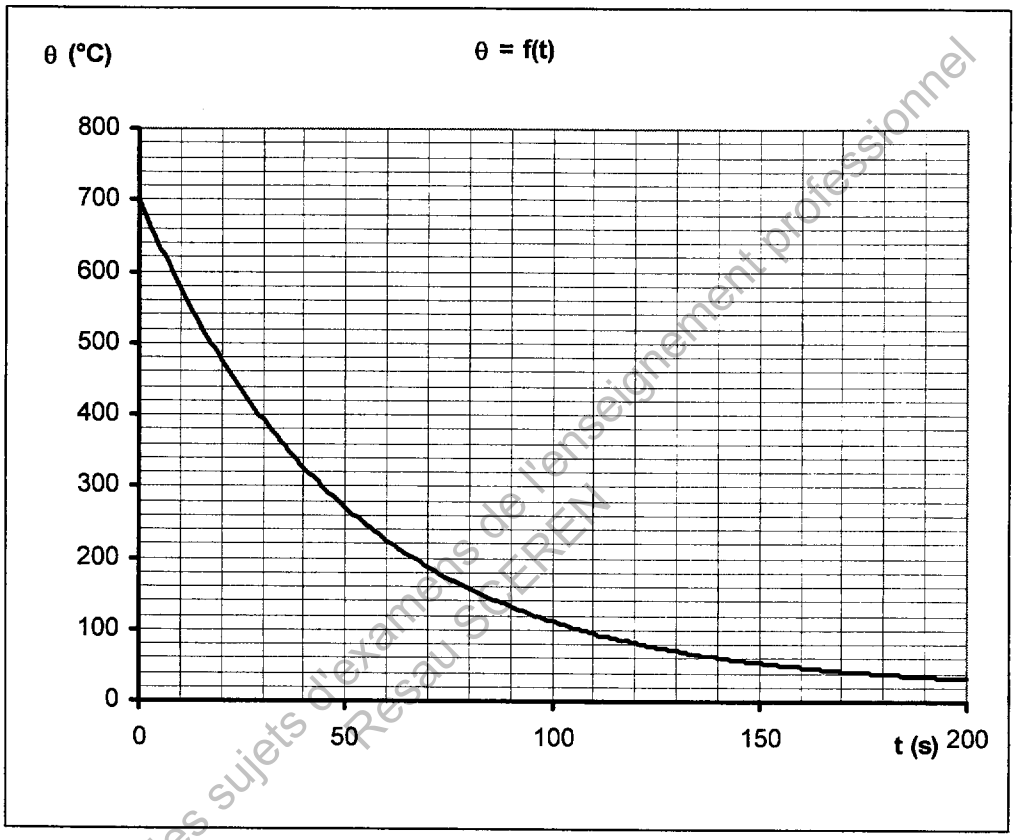
5.a) Donner l'allure de la courbe d'analyse thermique lors d'une chauffe à puissance constante de 800°C à 1100°C de la solution solide à 80 % en masse d'or.

5.b) Comparer cette courbe à celle obtenue dans le cas du réchauffement d'un métal pur.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Annexe 1

Document réponse à rendre avec la copie



Evolution de la température θ de la pièce en acier en fonction du temps t

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Annexe 2

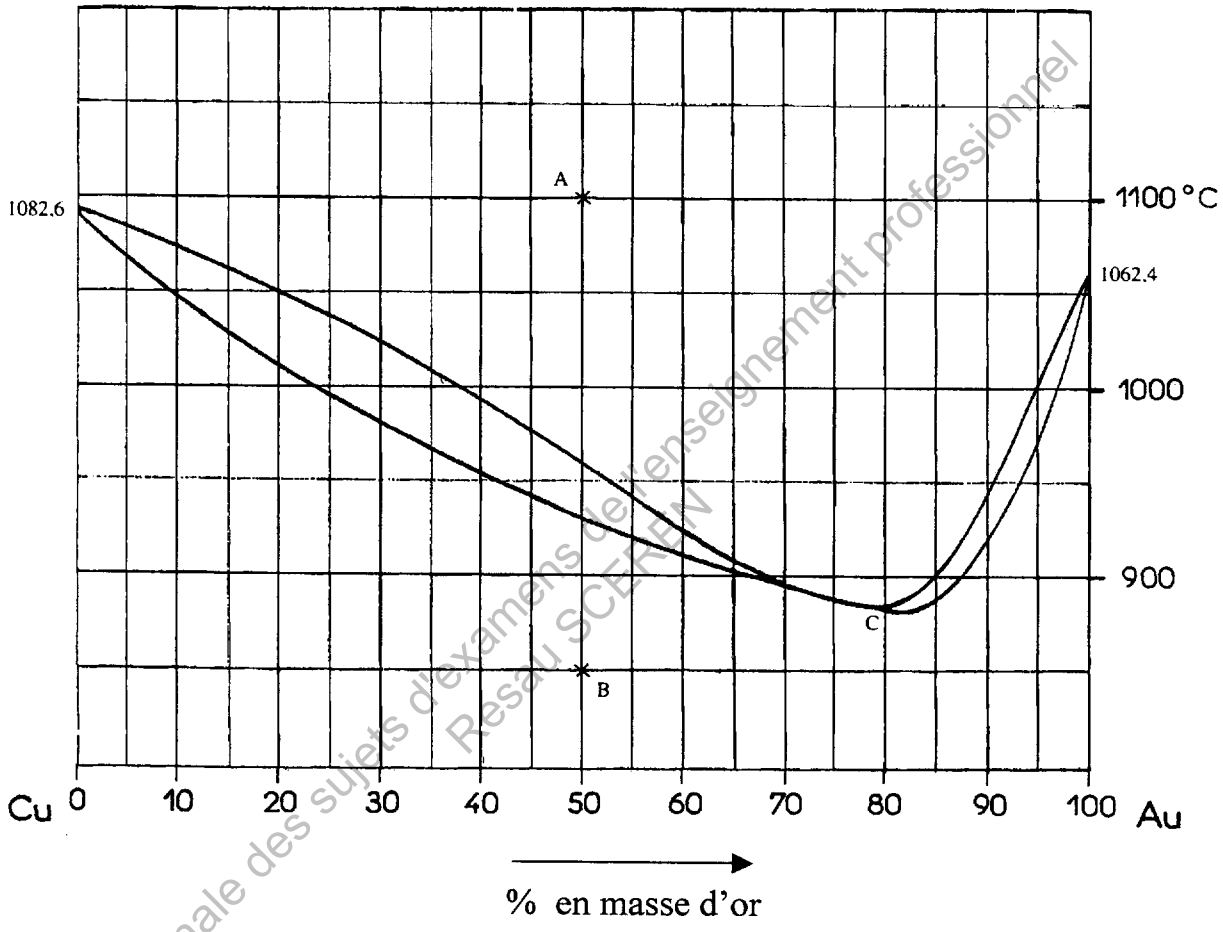


Diagramme binaire Cu-Au, gradué en pourcentage massique d'or.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Annexe 3

Document réponse à rendre avec la copie

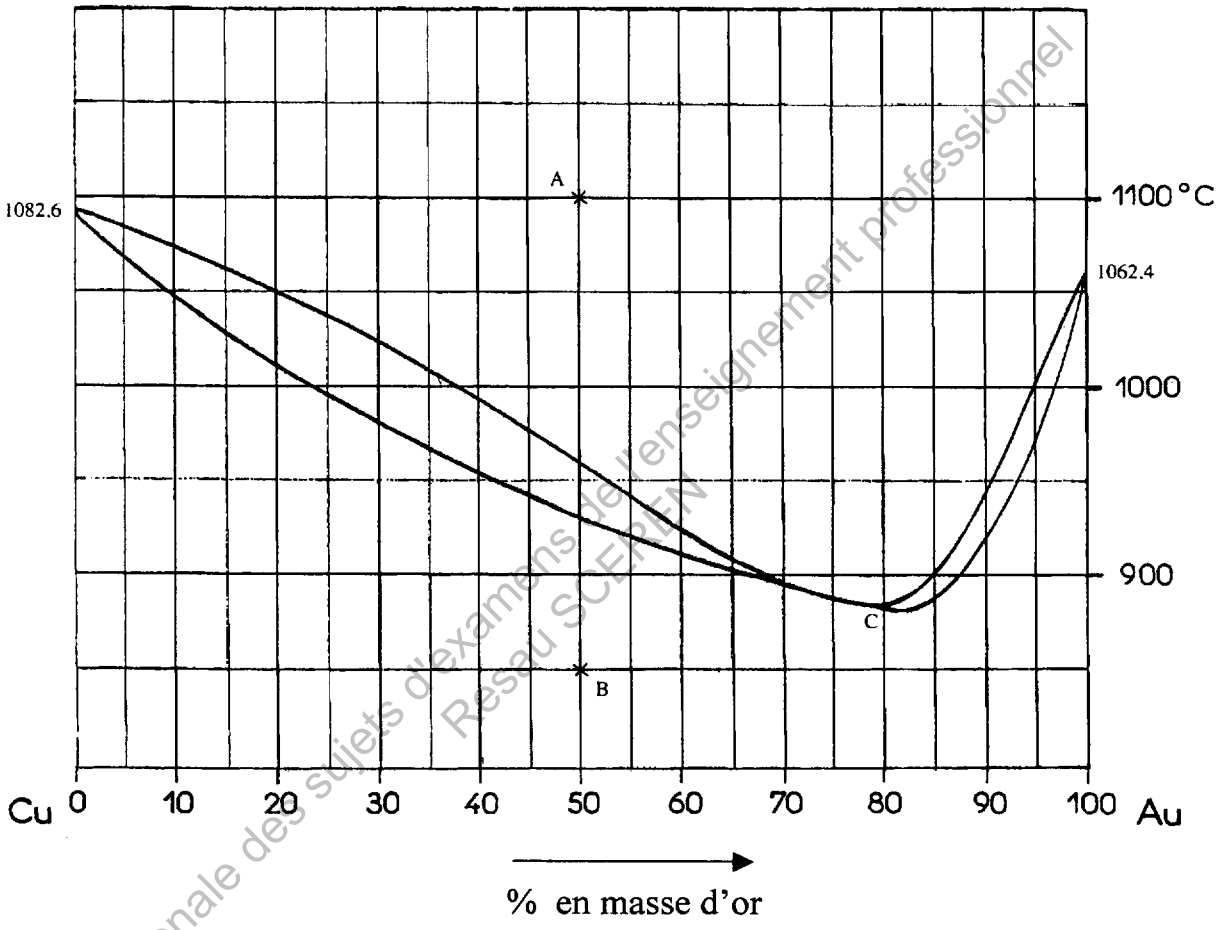


Diagramme binaire Cu-Au, gradué en pourcentage massique d'or.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.