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

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.1 -

SESSION 2013

Durée : 2 HEURES

Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- 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 (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Exercice 1: ETUDE CRISTALLOGRAPHIQUE DE L'ALLIAGE Ni-Cu (6 points)

Données :

Masses molaires atomiques : M (Ni) = 58,72 g. mol $^{-1}$ et M (Cu) = 63,50 g. mol $^{-1}$

Le cuivre et le nickel cristallisent dans le système cubique à faces centrées (C.F.C.)

Rayon atomique du cuivre: R_{Cu} = 127,8 pm

Rayon atomique du nickel : R_{Ni} = 124,6 pm

Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}023.10^{23}$ mol $^{-1}$

1.1. Etude du réseau de nickel pur

1.1.a. Dessiner une maille élémentaire cubique à faces centrées sur laquelle vous ferez apparaître la position des atomes.

1.1.b. Dessiner sur le même schéma, une direction selon laquelle les atomes sont tangents entre eux.

1.1.c. En déduire la relation entre **R** le rayon atomique, et a l'arête de la maille.

1.1.d. Calculer l'arête de la maille de **nickel pur**.

On rappelle la relation exprimant la masse volumique d'un métal cristallisant dans le système cubique :

$$\rho = \frac{M.n}{N_A.a^3}$$

a : *arête de la maille*

N_A : *constante d'Avogadro*

M : masse molaire atomique du métal

1.1.e. Que représente le terme **n** dans cette relation ? Quelle est la valeur de **n** dans le cas d'une maille cubique à faces centrées ?

1.1.f. Calculer la masse volumique du **nickel**, et exprimer ce résultat en g.cm^{-3} avec trois chiffres significatifs.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

1.2. Etude de l'alliage Nickel – Cuivre

Cet exercice porte sur l'étude d'un alliage binaire Ni-Cu dont la composition massique fournie par le fabricant est décrite par les fractions massiques x_{Ni} et x_{Cu}, respectivement x_{Ni} =0,48 ; x_{Cu}=0,52.
*Les données sont fournies en début d'exercice et dans **l'annexe 1 page 6** .*

1.2.a. Quelle hypothèse peut-on faire sur l'alliage considéré concernant le type de solution solide (substitution ou insertion) ?

1.2.b. La miscibilité du cuivre dans le nickel est-elle possible en toutes proportions ?

1.2.c. On dispose de l'alliage sous forme liquide dont la composition est celle précisée plus haut, donner la température de début de solidification de l'alliage étudié. Déterminer, à l'aide du diagramme, la teneur en nickel en début de formation des grains.

1.2.d. Quelle est la température en fin de solidification de l'alliage étudié ?

1.2.e. En déduire la teneur théorique en nickel à la périphérie des grains si on suppose qu'il n'y a pas de diffusion à l'état solide ? Ce phénomène se nomme « ségrégation mineure ». A partir des indications fournies, préciser en quoi consiste ce phénomène.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Exercice 2: Traitement thermique d'un alliage Al-Cu (5 points)

2.1. Mise en solution

Le traitement thermique d'un alliage d'aluminium avec 4% de cuivre commence par une mise en solution, pour atteindre le domaine de la solution solide α.

On considère une pièce de masse m = 150 g en alliage d'aluminium avec un pourcentage massique de 4% de cuivre.
La mise en solution doit se faire à (550 $\pm$ 5) °C.
La pièce, initialement à 20°C est introduite dans un four à convection à 550°C.

*On précise que **la loi de Newton** s'écrit : $\theta_{(t)} - \theta_a = (\theta_0 - \theta_a).e^{-kt}$*
avec : θ_0 : température initiale de la pièce (en °C)
θ_a : température (en °C) du milieu dans lequel la pièce est introduite
t : temps (en s)
$k = 6{,}5.10^{-3}\ s^{-1}$ (pour la pièce étudiée)

2.1.a. A partir de la loi de Newton pour la convection, déterminer la durée nécessaire pour que la pièce atteigne 545°C.

2.1.b. Après la montée en température, on prévoit un temps de maintien de 15 min. Pourquoi ? Citer au moins une raison de ce maintien à température. Quels sont les phénomènes physiques mis en jeu ?

2.2. Trempe à l'eau

Un lot de 8 pièces de 150 g chacune, initialement à 550°C, est immergé dans un bac de trempe contenant 50 L d'eau à 20,2°C. L'opération de trempe est terminée en 50 s.
On utilisera les capacités thermiques massiques suivantes pour l'eau et pour l'alliage :

$c_o = 4180\ J.Kg^{-1}.K^{-1}$; $c_a = 920\ J.Kg^{-1}.K^{-1}$

2.2.a. Lors de la trempe, on peut estimer que les échanges avec le milieu extérieur sont négligeables, justifier cette hypothèse. Dans cette hypothèse, comment qualifier la transformation subie par le système constitué de l'ensemble du lot de pièces et de l'eau ?

2.2.b. Donner les expressions littérales des transferts thermiques entre l'eau et le lot de pièce, en fonction des caractéristiques du système et des températures initiales et finales.

2.2.c. En déduire la température finale de l'eau.

Exercice 3 - Anodisation (9 points)

3.1. Montage du bain d´anodisation :

Un technicien doit préparer 50 L de bain d´anodisation sulfurique de solution aqueuse d´acide sulfurique de concentration 200 $g.L^{-1}$. Il utilise de l´acide sulfurique commercial dont les caractéristiques sont : Pourcentage massique : 95% Densité : d=1,83 Masse molaire H_2SO_4 : M= 98 $g.mol^{-1}$

3.1.a. Calculer la masse de solution commerciale concentrée à prélever.

3.1.b. Calculer le volume de solution commerciale concentrée à prélever.

3.1.c. Quelle précaution manipulatoire faut-il prendre lors de la dilution d´un acide concentré ?

3.2. Contrôle de la qualité du bain d´anodisation

Un premier dosage de contrôle est effectué par pH-métrie, juste avant d´utiliser le bain.
Un volume de 5,0 mL de bain est dosé par une solution de soude à 1,00 $mol.L^{-1}$.

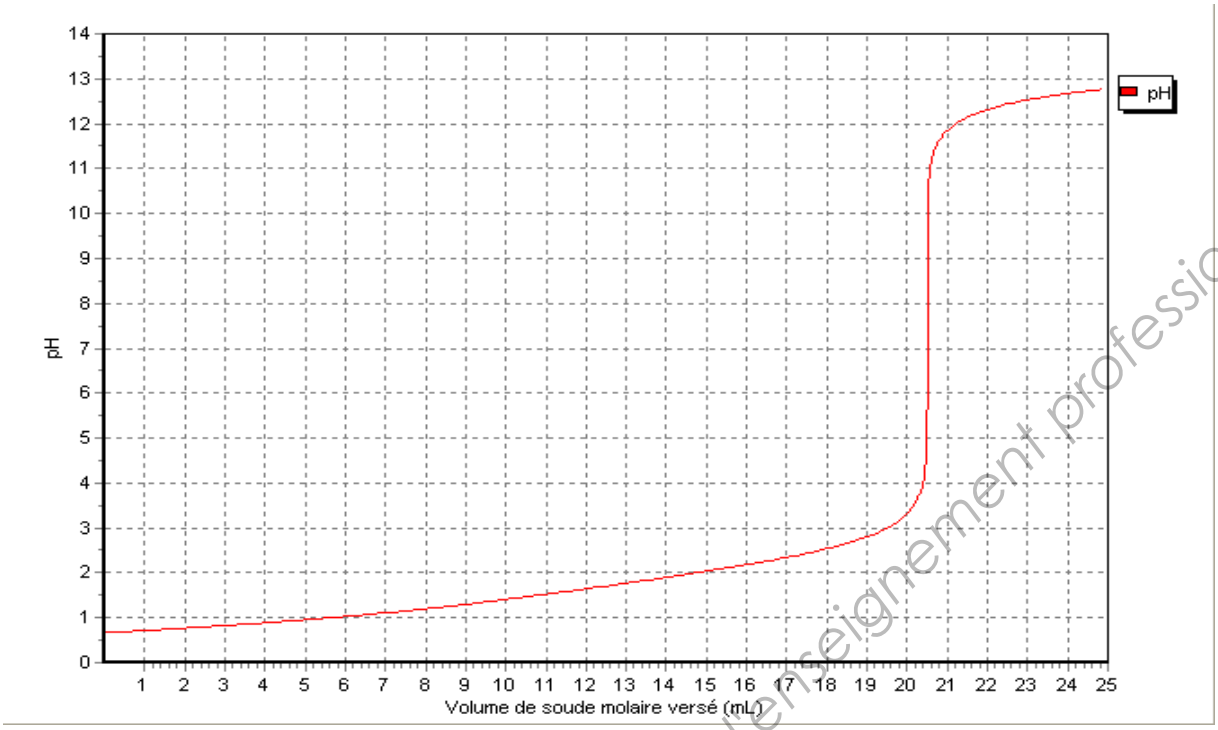
L´équation de la réaction du dosage s´écrit :

$$H_2SO_4 + 2\ OH^-(aq) \rightarrow 2\ H_2O + SO_4^{2-}(aq)$$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

La courbe du suivi pH métrique est donnée à la **figure 1** ci-dessous :

Figure 1 : Suivi pH-métrique du dosage d´un bain d´anodisation



3.2.a. Quelle est théoriquement la valeur du pH à l´équivalence ? Expliciter la réponse.

3.2.b. Calculer la concentration molaire du bain en acide sulfurique.

3.2.c. La concentration massique en acide sulfurique doit être de (200 ± 5) $g.L^{-1}$.
Le bain est-il conforme ?

3.3 Anodisation sulfurique

La pièce en alliage d´aluminium est plongée dans un bain d´acide sulfurique à 200 $g.L^{-1}$ puis traversée par un courant pour être anodisée. La deuxième électrode est en plomb.
La réaction principale s´écrit : **$2\,Al(s) + 3\,H_2O \rightarrow Al_2O_3(s) + 3\,H_2(g)$**
Les couples mis en jeu sont : $Al_2O_3(s)$ / Al(s) et H_2O / $H_2(g)$

3.3.a. Justifier que la réaction ci-dessus est une réaction d´oxydo-réduction en écrivant les demi-équations associées.

3.3.b. A quel pôle du générateur faut-il relier la pièce en aluminium ?

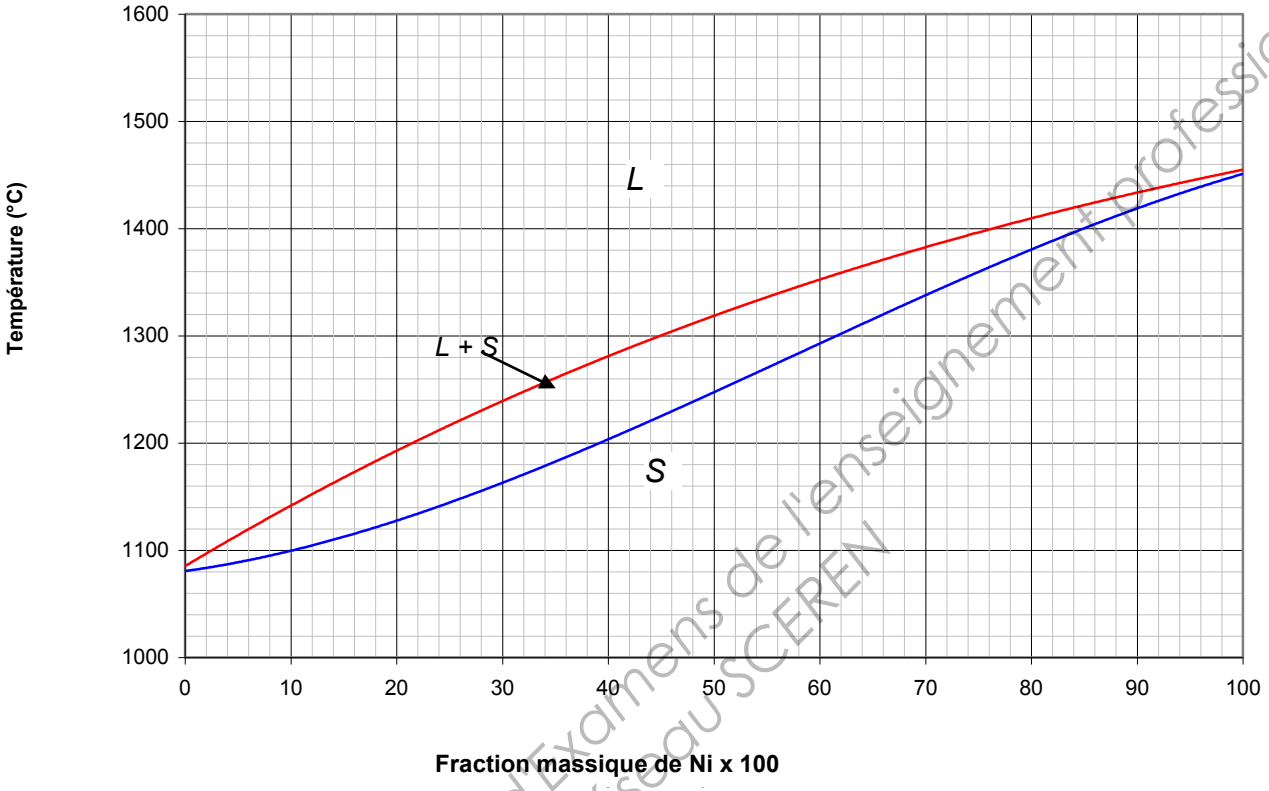
3.3.c. Une légère effervescence est observée au niveau de l´électrode de plomb ; quelle est son origine ?

3.3.d. Donner l´objectif principal de l´anodisation.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE 1

Diagramme Ni-Cu



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.