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

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.1 -

SESSION 2012

DUREE : 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 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

Prévoir une feuille de papier millimétré à rendre avec la copie.

Les exercices peuvent être traités indépendamment.

Exercice 1 – L'ÉLÉMENT NICKEL (7 points)

Donnée : Constante d'Avogadro $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$

1.1. Le nickel est un élément de transition dont la représentation est $^{58}_{28}Ni$.

1.1.a. Dans la notation $^{A}_{Z}X$ que représente la lettre X ?

1.1.b. Nommer les symboles Z et A.

1.1.c. Donner le nombre de nucléons contenus dans le noyau de l'atome de nickel..

1.1.d. Donner, en le justifiant, le nombre d'électrons contenus dans le nuage électronique de l'atome de nickel.

1.2. Parmi les isotopes du nickel, cinq sont stables et existent en abondance variable :

Isotope	^{58}Ni	^{60}Ni	^{61}Ni	^{62}Ni	^{64}Ni
Abondance	67,8 %	26,4 %	1,1 %	3,7 %	0,9 %

1.2.a. Donner, en le justifiant, le nombre de neutrons contenus dans le noyau dans les deux premiers isotopes de l'atome de nickel.

1.2.b. À l'aide du tableau d'abondance, expliquer pourquoi la masse molaire atomique relative du nickel à l'état naturel est égale à 58,7 $g.mol^{-1}$. Le calcul n'est pas exigé.

1.3. La configuration électronique du nickel à l'état fondamental s'écrit :

$$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8\ 4s^2.$$

1.3.a. Préciser, en la justifiant, la position de l'atome de nickel dans la classification périodique des éléments (numéro de ligne, numéro de colonne).

1.3.b. Justifier la charge du cation le plus couramment formé à partir de l'atome de nickel.

1.4. La structure cristalline du nickel est une structure cubique dont le paramètre de maille a vaut 352 pm. La masse volumique du nickel ρ_{Ni} à 20 °C est égale à 8890 $kg.m^{-3}$.

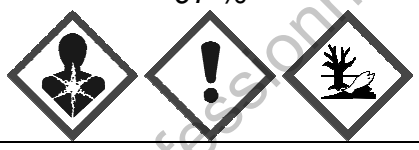
1.4.a. Établir l'expression de la masse volumique du nickel en fonction du nombre d'atomes en propre dans la maille n, de la masse molaire atomique du nickel M_{Ni}, de la constante d'Avogadro N_A et du volume de la maille cubique.

1.4.b. En calculant n, déterminer si la structure cristalline du nickel est cubique centrée ou cubique à faces centrées en justifiant la réponse.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Exercice 2 – PREPARATION ET DOSAGE D'UN BAIN DE NICKELAGE (6 points)

2.1. Dans un atelier de traitements de surface, un technicien doit préparer et entretenir un bain de nickelage qui renferme, entre autres, du chlorure de nickel, du sulfate de nickel, dont les fiches de sécurité simplifiées sont ci-dessous.

Chlorure de nickel II hexahydraté $NiCl_2$, 6 H_2O M : 237,71 g.mol^{-1} 97 % 	**Sulfate de nickel II hexahydraté** $NiSO_4$, 6 H_2O M : 262,86 g.mol^{-1} 97 % 

Pour que le fonctionnement du bain soit optimum, la fiche de préparation préconise les concentrations massiques suivantes :

Chlorure de nickel hexahydraté : valeur moyenne : 70 g.L^{-1} ; *valeur minimale : 60 g.L^{-1}*

Sulfate de nickel hexahydraté : valeur moyenne : 275 g.L^{-1} ; *valeur minimale : 250 g.L^{-1}*

2.1.a. Indiquer la signification des pictogrammes inscrits sur les fiches de sécurité des deux composants principaux du bain.

2.1.b. A l'aide des indications apportées par les deux étiquettes, calculer les masses à prélever pour préparer 100 L de bain de composition moyenne.

2.1.c. Calculer la concentration molaire ***minimale*** en ions nickel dans le bain.

2.2. Lorsque le bain fonctionne, le nickel se dépose sous forme métallique et la concentration en ions nickel diminue. Pour contrôler la concentration molaire en ions nickel, le technicien réalise un dosage complexométrique du bain avec de l'E.D.T.A. selon la *fiche de poste* suivante :

- Diluer 20 fois le bain.
- Prélever 25 mL de solution diluée, ajouter 5 mL d'une solution tampon pH = 10 (milieu ammoniacal) et une pointe de spatule de murexide.
- Vérifier que le bain dilué initialement verdâtre se colore en bleu ciel en milieu ammoniacal et qu'après l'ajout de murexide le mélange est orangé.
- Verser une solution titrante d'E.D.T.A. à 1,00.10^{-1} mol.L^{-1} jusqu'à l'apparition d'une couleur violette persistante.
- Noter $V_{E.D.T.A.}$ le volume versé (en mL).
- Calculer la concentration molaire en ions nickel :

$$[Ni^{2+}] = 0,08 \times V_{E.D.T.A.} \text{ (en mL)}.$$

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

En milieu ammoniacal (pH = 10) :

- les ions nickel forment des complexes ioniques bleutés de formule $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$;
- les ions nickel forment avec l'E.D.T.A. (sous forme Y^{4-}) des complexes ioniques de formule NiY^{2-} incolores, c'est pourquoi un indicateur coloré comme la murexide est nécessaire pour le dosage.

En respectant scrupuleusement le protocole, le technicien verse 14,7 mL de solution d'E.D.T.A. titrante.

2.2.a. En utilisant la *fiche de poste* , donner la couleur de la murexide libre.

2.2.b. Écrire l'équation de la réaction du dosage des ions nickel par l'E.D.T.A.

2.2.c. En justifiant le calcul, retrouver le résultat du dosage de la *fiche de poste*.

2.2.d. Calculer la concentration molaire en ions nickel dans le bain.

2.2.e. Le bain est-il opérationnel ou nécessite-t-il un ajout d'ions nickel ?

Exercice 3 – TROIS TESTS DE CONTRÔLE (7 points)

Donnée : Accélération due à la pesanteur : g = 9,81 N.kg^{-1}

Un technicien doit assurer la surveillance d'un bain de nickelage, en particulier le suivi de la valeur de la tension superficielle γ qui doit rester inférieure à 50 mN.m^{-1}.

Pour cela, il réalise trois tests, un test de stalagmométrie, un test d'ascension capillaire et un test d'arrachement.

Tous les essais se déroulent à la même température.

3.1. Pour le test de stalagmométrie, le technicien utilise la loi de Tate qui indique qu'avec un compte-gouttes donné, le rapport de la masse m d'une goutte sur la tension superficielle γ est constant.

En pesant 50 gouttes d'eau pure placées dans un verre de montre, la balance indique une masse m_{eau} = 2,85 g. Avec le même compte-gouttes, la balance indique une masse m_{bain} = 1,89 g pour 50 gouttes de bain de nickelage.

3.1.a. Pourquoi peser 50 gouttes plutôt qu'une seule ?

3.1.b. Déduire des résultats la valeur de la tension superficielle γ_{bain} du bain de nickelage sachant que la tension superficielle de l'eau pure est égale à 72,8 mN.m^{-1}.

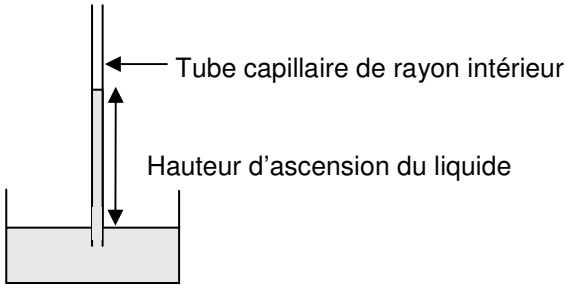
3.2. Pour le test d'ascension capillaire, le technicien utilise l'expression simplifiée de la loi de Jurin qui s'écrit :

$$h = \frac{2 \times \gamma}{\rho \times g \times r}$$

où h est la hauteur de liquide dans le tube, r le rayon intérieur et ρ la masse volumique du liquide.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

En plaçant le bain de nickelage dans une cuve où plongent successivement 4 tubes capillaires de diamètres croissants, on obtient les résultats suivants :



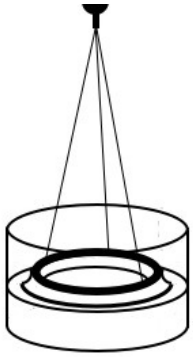
Rayon du tube (mm)	0,35	0,5	1,0	1,5
Hauteur du liquide (cm)	2,3	1,6	0,8	0,6

3.2.a. Tracer, sur papier millimétré, le graphe représentant la hauteur d'ascension capillaire en fonction de l'inverse du rayon du tube, h = f(1/r).

3.2.b. Justifier pourquoi la droite tracée doit passer par l'origine.

3.2.c. Calculer la valeur de la tension superficielle γ_{bain} du bain de nickelage sachant que sa densité est égale à 1,20.

3.3. Pour le test d'arrachement, le technicien suspend à un dynamomètre de précision un anneau en aluminium à bord biseauté de diamètre d = 56 mm.



Avec cette méthode, l'expression de la tension superficielle est $\gamma = \frac{F - P}{4\pi r}$ où r est le rayon de l'anneau, P son poids et F la force nécessaire pour arracher l'anneau du liquide.

En pesant l'anneau, le dynamomètre indique P = 62 mN. Lorsque l'anneau est immergé dans le bain de nickelage, la force F d'arrachement est égale 79 mN.

3.3.a. Calculer la valeur de la tension superficielle γ_{bain} du bain de nickelage.

3.3.b. Comment devrait évoluer la tension superficielle du bain de nickelage si le technicien rajoute des agents mouillants (tensio-actifs) dans le bain ?

Base Nationale 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.