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 SUPÉRIEUR
AÉRONAUTIQUE

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES APPLIQUÉES

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).

Document à rendre et à agrafer avec la copie :
- Annexe..... page 5/5

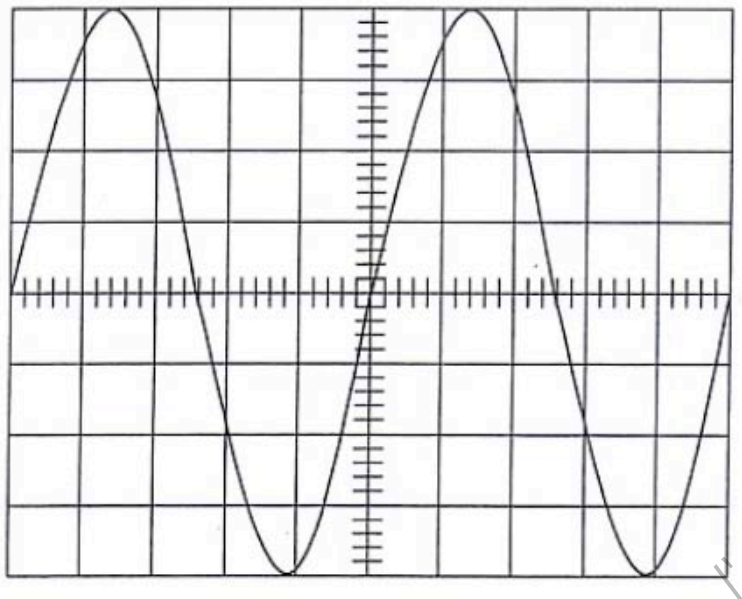
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

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

EXERCICE 1 : GÉNÉRATION DU TRIPHASÉ SUR UN A330

Sur un A330, le triphasé est généré par un alternateur. On a relevé à l'aide d'un oscilloscope la tension v(t) entre une phase et le neutre. L'oscillogramme obtenu est donné à la **figure 1**.

Figure 1 : Tension v(t)



VOIE A : 40 V par division

Mode AC

Base de temps : 0,5 ms par division

Origine de la voie A : 0 V

1 - Déterminer la valeur V_{max} de la tension simple v(t). En déduire sa valeur efficace V.

2 - Calculer la valeur efficace U de la tension composée (entre deux phases).

3 - Déterminer la période et la fréquence de v(t).

4 - L'alternateur est bipolaire. Calculer sa fréquence de rotation n_s en tr/min.

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

EXERCICE 2 : DÉGIVRAGE D'UNE AILE

Le givrage consiste en un dépôt de glace friable ou dure, opaque ou transparente qui adhère à certains éléments de l'avion, en particulier et d'abord aux éléments présentant des parties anguleuses ou des aspérités (bords d'attaque des ailes et des gouvernes, tube d'antenne, têtes de rivet, etc). Le givre peut s'accumuler sur les ailes et nuire à l'aérodynamisme, alourdir l'avion, obscurcir la verrière, diminuer la puissance des réacteurs s'il s'accumule sur les entrées d'air.

Tous les avions récents sont donc équipés de dégivrage automatique. On veut tester dans cet exercice le fonctionnement d'un système qui peut être installé facilement sur un avion léger. Ici, à la place des traditionnels boudins de dégivrage, le bord d'attaque de l'aile présente un revêtement conducteur ultramince en carbone-graphite, piloté par ordinateur qui détecte et qui fait fondre la glace automatiquement. Chauffant, ce système est alimenté par un alternateur dédié de 100 A, qui délivre 7 500 W pour dégivrer les deux ailes.

1 - Test en laboratoire

On veut étudier le système de dégivrage du bord d'attaque d'une aile d'avion, en supposant que la glace est initialement à 0 °C. La bande chauffante (largeur : 20 cm, longueur : 4,0 m) est initialement recouverte de givre sur une épaisseur de 1,0 mm.

On donne :

- Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 333\ kJ.kg^{-1}$
- Capacité calorifique de la glace : $C_g = 2060\ J.kg^{-1}.K^{-1}$
- Capacité calorifique de l'eau liquide : $C_e = 4186\ J.kg^{-1}.K^{-1}$
- Masse volumique de la glace : $\rho_g = 917\ kg.m^{-3}$

1.1 - Calculer la masse de glace m_g formée et l'énergie thermique E_{th1} à apporter au givre pour le faire entièrement fondre, en supposant que la glace est isolée thermiquement de l'atmosphère environnante.

1.2 - En déduire la puissance électrique P_1 fournie par le système chauffant pour effectuer cette tâche en une durée Δt de 2 minutes.

1.3 - On veut tester ces résultats par une expérience : on place un morceau de glace de masse $m_g = 10,0$ g à une température $\theta_g = 0,0$ °C dans un calorimètre contenant une masse $m_e = 250$ g d'eau à la température initiale $\theta_e = 20,0$ °C. On attend que le système atteigne l'équilibre. Déterminer la température finale θ_f de l'eau dans le calorimètre en supposant que la capacité calorifique de celui-ci est négligeable.

2 - Expérience in situ

2.1 - Cette expérience est ensuite réalisée avec $m_g = 10,0$ g de givre réellement prélevé sur l'aile d'un avion juste après l'atterrissage (on supposera que la glace n'a pas eu le temps de se réchauffer après le vol). La température θ_f obtenue est inférieure à celle calculée à la question précédente. D'où vient la différence de température mesurée ?

2.2 - Déterminer l'énergie thermique E_{th2} à apporter pour faire fondre le givre déposé sur la totalité du bord d'attaque d'une aile, sachant que la masse de ce givre déposé est de 734 g et que sa température θ_i en vol est de - 20,0 °C.

2.3 - En déduire la puissance électrique P_2 à apporter au système chauffant pour effectuer cette tâche en deux minutes.

2.4 - Comparer la valeur de la puissance électrique réellement fournie par l'alternateur du système de dégivrage pour les deux ailes avec celle calculée à la **question 1.2**. Justifier la différence entre ces deux valeurs.

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

EXERCICE 3 : MÉTALLISATION D'UNE PIÈCE AÉRONAUTIQUE

Afin de protéger les aciers contre la corrosion, il existe plusieurs procédés industriels de métallisation de l'acier, notamment le cadmiage, encore utilisé dans l'industrie aéronautique pour protéger les trains d'atterrissage de la corrosion. Le cadmiage est un dépôt de cadmium par électrolyse sur une pièce : c'est une méthode extrêmement fiable et précise, elle permet le dépôt de cadmium sur une épaisseur d'une dizaine de micromètres sur une pièce en acier.

1 - Étude du montage de l'électrolyse

(Le schéma de montage du dispositif est donné **en annexe**). Une plaque en acier est plongée dans une solution aqueuse de cyanure de cadmium ($Cd^{2+}_{(aq)} + 2\ CN^{-}_{(aq)}$). Elle est reliée au pôle négatif du générateur. La pièce en cadmium est reliée au pôle positif du générateur.

1.1 - Indiquer sur l'**annexe page 5/5, à rendre avec la copie**, le sens conventionnel du courant, ainsi que le sens de circulation des électrons et des ions sur le schéma de montage.

1.2 - On observe que la pièce en cadmium se désagrège. Préciser l'équation modélisant la réaction ayant lieu au niveau de la pièce de cadmium, en utilisant l'un des couples ci-dessous.

$$Cd^{2+}_{(aq)} / Cd_{(s)} \qquad O_{2(g)} / H_2O_{(l)} \qquad H^{+}_{(aq)} / H_{2(g)}$$

1.3 - À quelle électrode, de cadmium ou d'acier, l'oxydation a-t-elle lieu ? Justifier.

1.4 - La concentration en ion cadmium dans la solution aqueuse de cyanure de cadmium varie-t-elle au cours de l'électrolyse ? Justifier la réponse.

2 - Détermination de la masse de cadmium déposée

Au cours de l'électrolyse, l'intensité I du courant est maintenue constante. La durée de passage du courant est notée Δt. On étudie la réaction qui a lieu à l'électrode reliée au pôle négatif, selon l'équation : $Cd^{2+}_{(aq)} + 2\ e^{-} = Cd_{(s)}$.

On donne :

- intensité I = 2,00 A ; Δt = 40,0 min ; M(Cd) = 112,4 $g.mol^{-1}$;
- Faraday : 1 F = 96 500 $C.mol^{-1}$; 1 F = N_A,e ;
- N_A : constante d'Avogadro $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$;
- e : charge élémentaire $e = 1{,}60.10^{-19}$ C.

2.1 - Quelle relation existe-t-il entre la quantité de matière de cadmium formé, notée n_{Cd}, et la quantité de matière d'électron échangée, n_{e^-} ?

2.2 - Montrer que la masse de cadmium formée m_{Cd} peut se mettre sous la forme :

$$m_{cd} = \frac{I.\Delta t.M(Cd)}{2F}.$$

2.3 - En utilisant l'expression précédente, calculer la valeur de la masse de cadmium formée pendant la durée Δt.

2.4 - On considère que le cadmium se dépose équitablement et uniformément sur les deux faces de la plaque d'acier. Celle ci est carrée, de coté d = 10,0 cm et d'épaisseur négligeable.

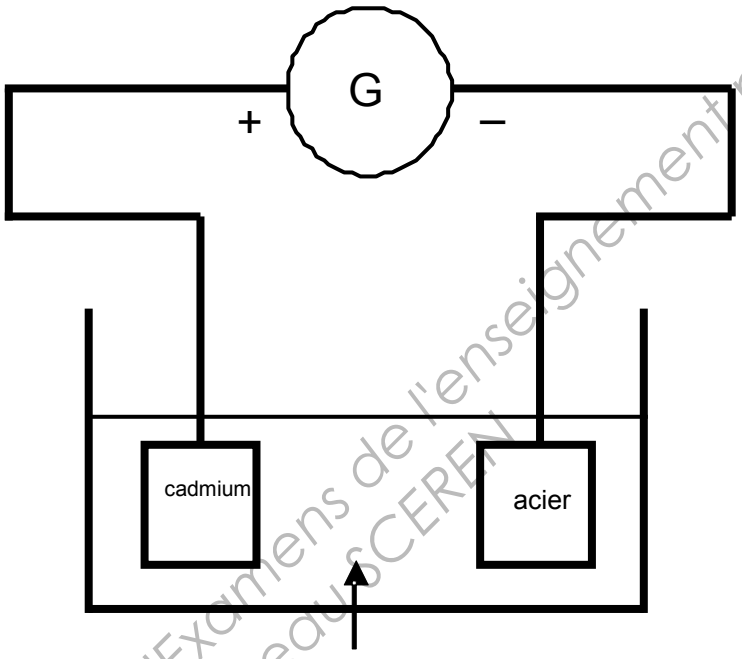
2.4.1 - Calculer la valeur de l'épaisseur e_1 de cadmium déposé sur un côté, en utilisant comme valeur de la masse volumique du cadmium $\rho_{Cd} = 8{,}65\ g.cm^{-3}$.

2.4.2 - Convertir en micromètre le résultat précédent. Ce résultat est-il conforme à la valeur indiquée dans le texte introductif ?

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

ANNEXE
DOCUMENT RÉPONSE
(à rendre avec la copie)

EXERCICE 3 - CHIMIE



Solution aqueuse acidifiée de cyanure de cadmium

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.