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

Corrigé du sujet d'examen - E3.2 - Physique - Chimie - BTS ME (Léa Mercier) - Session 2019

1. Rappel du contexte

Ce corrigé concerne le sujet d'examen de la session 2019 pour le BTS Métiers de l'Eau, épreuve de Sciences Physiques. Le thème principal aborde le traitement des condensats d'une chaudière, la corrosion des conduites, la neutralisation acido-basique, et la chélation par l'EDTA.

2. Correction question par question

Partie 1 - Analyse des condensats

1.1 Configuration électronique et électrons de valence

La question demande d'écrire la configuration électronique des éléments carbone (C) et oxygène (O) et de préciser le nombre d'électrons de valence.

Réponse :

- Carbone (C) : Configuration électronique : $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$; Nombre d'électrons de valence : 4.
- Oxygène (O) : Configuration électronique : $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$; Nombre d'électrons de valence : 6.

1.2 Représentation de Lewis de CO2

La question demande de donner la représentation de Lewis de la molécule de dioxyde de carbone (CO2).

Réponse :

La représentation de Lewis de CO2 montre le carbone au centre avec deux doubles liaisons avec les atomes d'oxygène :

O=C=O

1.3 Géométrie de CO2

La question demande d'indiquer la géométrie de la molécule de dioxyde de carbone en utilisant la méthode VSEPR.

Réponse :

La géométrie de CO2 est linéaire. Cela est dû à la présence de deux doubles liaisons et à l'absence de paires d'électrons non liantes sur le carbone, ce qui crée un angle de 180° entre les liaisons.

1.4 Caractère apolaire de CO2

La question demande de déduire que la molécule de dioxyde de carbone est apolaire.

Réponse :

CO2 est apolaire car les dipôles des liaisons C=O s'annulent en raison de la géométrie linéaire. Cela explique sa faible solubilité dans l'eau.

1.5 Solubilité du CO2

La question demande de calculer la solubilité du dioxyde de carbone gazeux dans l'eau à 60 °C, exprimée en $mol.L^{-1}$.

Calcul :

La solubilité $s = 0,576\ g.L^{-1}$. Pour convertir en $mol.L^{-1}$:

$n = m/M = 0,576\ g / 44\ g/mol = 0,0131\ mol.L^{-1}$.

Réponse : La solubilité du CO2 à 60 °C est $0,0131\ mol.L^{-1}$.

1.6 Équilibres acido-basiques

La question demande d'écrire les équations des équilibres acido-basiques pour les couples (CO2, H2O) / $HCO3^-(aq)$ et $HCO3^-(aq)$ / $CO32^-(aq)$.

Réponse :

- ($CO2 + H2O \rightleftharpoons HCO3^- + H^+$)
- ($HCO3^- \rightleftharpoons CO32^- + H^+$)

1.7 Constante d'acidité

La question demande de montrer que la constante d’acidité du couple (CO2, H2O) / $HCO3^-(aq)$ a pour expression Ka1.

Réponse :

$Ka1 = [HCO3^-][H^+] / [CO2]$.

1.8 Calcul du pH

On doit calculer le pH d'une solution de CO2 dissous à $C = 1,0 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

Calcul :

$pH = pKa1 + \log([CO2]/[HCO3^-])$.

Avec $pKa1 = 6,4$, on obtient $pH \approx 5,4$.

Réponse : Le pH est 5,4, ce qui est conforme au document 2.

Partie 2 - Corrosion d’une conduite en cuivre

2.1 pH de début de précipitation

La question demande de déterminer le pH de début de précipitation de Cu(OH)2 sur le diagramme.

Réponse : Le pH de début de précipitation est de 8,5.

2.2 Produit de solubilité

La question demande d'utiliser l'expression du produit de solubilité de Cu(OH)2.

Calcul :

Ks = $[Cu^{2+}][OH^-]^2$. Pour pH = 8,5, $[OH^-] = 0{,}0015$ mol.L^{-1}, donc Ks = 10^{-20}.

2.3 Demi-équation électronique

La question demande d'écrire la demi-équation pour O2(g) / H2O(liq).

Réponse :

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$.

2.4 Expression du potentiel

La question demande de montrer l'expression du potentiel en fonction du pH.

Réponse :

E = 1,23 - 0,06 × pH.

2.5 Domaines de stabilité

La question demande d'indiquer les domaines de stabilité sur le diagramme.

Réponse : Domaine de stabilité de O2(g) : pH < 2,5 ; H2O(liq) : pH > 2,5.

2.6 Attaque du cuivre

La question demande de justifier l'attaque du cuivre à pH 2,5.

Réponse : À pH 2,5, le cuivre est dans une zone d'instabilité, ce qui permet la corrosion.

2.7 Intérêt de neutraliser les condensats

La question demande de justifier l'intérêt de neutraliser les condensats.

Réponse : La neutralisation protège les tuyauteries contre la corrosion due à l'acidité des condensats.

Partie 3 - Neutralisation acido-basique des condensats

3.1 Réaction acido-basique

La question demande d'écrire la réaction entre CO2 et CaCO3.

Réponse :

$CO_2 + CaCO_3 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$.

3.2 Diagramme de prédominance

La question demande de représenter le diagramme de prédominance.

Réponse : Le diagramme montre les zones de prédominance de CO_2, HCO_3^- et CO_3^{2-} en fonction du pH.

3.3 Caractère amphotère

La question demande de justifier le caractère amphotère des HCO_3^-.

Réponse : HCO_3^- peut agir comme un acide ou une base, acceptant ou donnant un proton.

3.4 pH de la solution d'hydrogénocarbonate

La question demande d'indiquer si le pH de 8,3 est conforme au rôle du neutraliseur.

Réponse : Oui, un pH de 8,3 est conforme, car il est dans la plage souhaitée pour le neutraliseur.

3.5 Justification de l'absence de réglementation

La question demande d'expliquer l'absence de réglementation sur le traitement des condensats.

Réponse : Le pH des eaux usées des ménages est généralement neutre, ce qui justifie l'absence de réglementation stricte.

Partie 4 - Chélation par l'EDTA et sa synthèse

4.1 Groupes fonctionnels de l'EDTA

La question demande d'entourer et nommer les groupes fonctionnels de l'EDTA.

Réponse : L'EDTA contient des groupes carboxyles et amines.

4.2 Famille de la molécule A

La question demande de préciser la famille de $H_2C{=}O$.

Réponse : $H_2C{=}O$ est un aldéhyde, nommé formaldéhyde.

4.3 Nom de la molécule B

La question demande de nommer NH_3 et sa nature.

Réponse : NH_3 est l'ammoniac, une base.

4.4 Précautions pour manipuler HCN

La question demande d'indiquer les précautions pour manipuler l'acide cyanhydrique.

Réponse : Utiliser des gants, un masque, et travailler sous une hotte.

Partie Physique

5.1 Branchement du système d'acquisition

La question demande où brancher le système d'acquisition pour visualiser u(t) et uR(t).

Réponse : Brancher u(t) entre A et B, et uR(t) entre B et D.

5.2 Valeur de la période

La question demande de déterminer graphiquement la période T.

Réponse : La période T est de 0,02 s.

5.3 Fréquence et pulsation

La question demande de déduire f et ω.

Calcul :

$f = 1/T = 50$ Hz ; $\omega = 2\pi f = 314{,}16$ rad/s.

5.4 Déphasage

La question demande de justifier le déphasage de -45°.

Réponse : Le déphasage négatif indique que uR(t) est en avance sur u(t).

5.5 Calcul de la capacité

La question demande de calculer la capacité C.

Calcul :

$C = (L\omega^2 - R\omega\tan(\varphi))^{-1} = 1{,}0$ µF.

5.6 Force de pression

La question demande de calculer la force de pression appliquée sur le capteur.

Calcul :

$Q = C.Uc = 40$ µC ; donc, $P = Q/(S) = 4000$ Pa.

5.7 Valeur de la pression de l'eau

La question demande de déduire la pression de l'eau mesurée dans la chaudière.

Calcul :

p = P/S = 0,04 bar. La chaudière est en défaut car la pression est inférieure à 1 bar.

3. Synthèse finale

Erreurs fréquentes :

- Confusion entre les couples acido-basiques.
- Calculs de pH mal exécutés.
- Incompréhension des diagrammes potentiel-pH.

Points de vigilance :

- Bien lire les documents fournis.
- Vérifier les unités lors des calculs.
- Prendre le temps de justifier chaque réponse.

Conseils pour l'épreuve :

- Organiser son temps pour chaque partie.
- Utiliser des schémas pour illustrer les réponses.
- Rester clair et concis dans les justifications.

© FormaV EI. Tous droits réservés.
Propriété exclusive de FormaV. Toute reproduction ou diffusion interdite sans autorisation.

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.