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

I. Traitements de l'eau

Les deux parties sont indépendantes.

A. L'élimination des ions phosphate (9 points)

L'élimination des ions phosphate (PO_4^{3-}) des eaux usées peut s'effectuer par une injection régulière de chlorure de fer (III) : $FeCl_3$.

1. Écrire la formule de Lewis de l'ion phosphate sachant que le phosphore est lié 5 fois. En déduire sa géométrie d'après la méthode V.S.E.P.R.

   On rappelle les numéros atomiques de l'oxygène : Z = 8 et du phosphore : Z = 15.

2. Quel est le nombre d'oxydation du phosphore dans PO_4^{3-} ?

3. Les espèces phosphatées se présentent sous diverses formes acido-basiques suivant le pH de la solution.
   On donne le pKa de chacun des 3 couples correspondant :
   $pK_A(H_3PO_4/ H_2PO_4^-) = 2,1$; $pK_A(H_2PO_4^-/ HPO_4^{2-}) = 6,7$;
   $pK_A(HPO_4^{2-}/ PO_4^{3-}) = 12,3$.

   Représenter sur une échelle pH les domaines de prédominance des 4 espèces acido-basiques phosphatées.

4. Écrire l'équation de la réaction de précipitation de l'ion phosphate avec l'ion fer (III).

5. Dans une eau à pH = 7,8, l'espèce prédominante est HPO_4^{2-}.
   Justifier simplement pourquoi l'ajout d'une quantité d'ions fer (III) permet l'élimination des différentes espèces phosphatées.

6. Nous cherchons à déterminer la quantité minimale d'ions Fe^{3+} à ajouter à 100 mL d'une eau à traiter, dont la concentration en phosphore (que l'on supposera pour simplifier uniquement sous forme de phosphate) est de 1,6 $mg.L^{-1}$, sachant que la norme impose une concentration maximale en phosphore (toujours sous forme de phosphate) égale à 1,0 $mg.L^{-1}$.

   On donne les correspondances des concentrations massiques $C_M(P)$ en phosphore :
   $C_M(P) = 1,6\ mg.L^{-1}$ correspond à $[PO_4^{3-}]_{ini} = 5,2 \times 10^{-5}\ mol.L^{-1}$.
   $C_M(P) = 1,0\ mg.L^{-1}$ correspond à $[PO_4^{3-}]_{fin} = 3,2 \times 10^{-5}\ mol.L^{-1}$.

   6.1. Écrire la relation de conservation de la quantité (en moles) des ions phosphate. En déduire la quantité d'ions phosphate qui doit précipiter pour respecter la norme.

   6.2. Donner l'expression du produit de solubilité Ks du phosphate de fer (III) : Fe PO_4.
   Déduire de l'équation écrite à la question 4., la relation entre les quantités d'ions Fe^{3+} et PO_4^{3-} qui précipitent.

   Montrer que la quantité (en moles) d'ions Fe^{3+} restant en solution est négligeable par rapport à la quantité d'ions Fe^{3+} ayant précipité.
   On donne : pKs = 21,9.

6.3. Déduire de ce qui précède la quantité minimale d'ions Fe^{3+} à ajouter pour satisfaire à la norme.

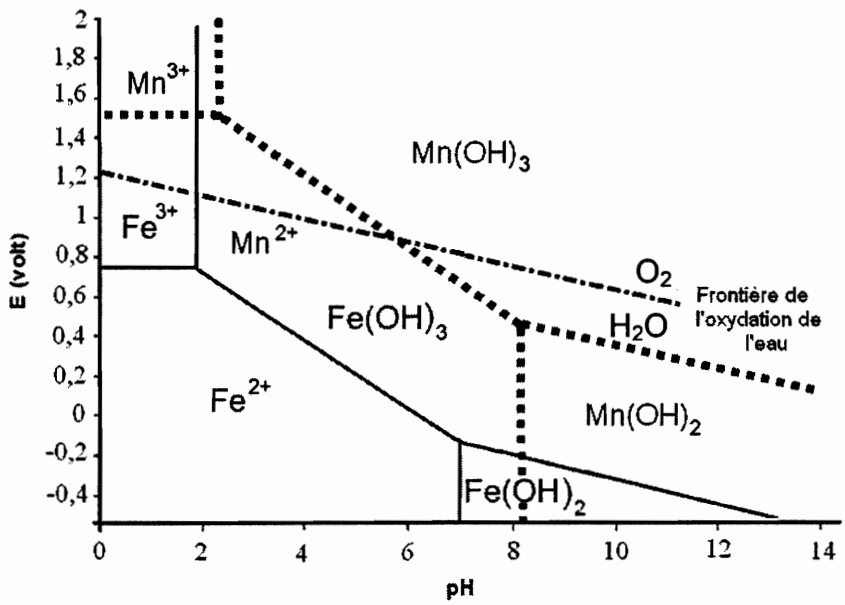
7. Dans la pratique, un technicien sur le terrain ajoute une quantité de Fe^{3+} double de la quantité de phosphate **initialement** présent dans l'effluent pour être certain de satisfaire à la norme précédente. En supposant que 100 m^3 d'eau, dont la teneur en phosphate est de 1,6 $mg.L^{-1}$, doivent être traités en trois heures, quel doit être le débit (en $L.h^{-1}$) d'une pompe qui injecte une solution commerciale de chlorure de fer (III) dont la densité est 1,4 et le pourcentage en masse du chlorure de fer (III) est de 42 % ? (Donnée : masse volumique de l'eau $1,0 \times 10^3$ g . L^{-1}.)

   La masse molaire du chlorure de fer (III) = 162,5 $g.mol^{-1}$.

B. L'élimination du fer et du manganèse dissous (3,5 points)

Les diagrammes de Pourbaix simplifiés du fer et du manganèse sont superposés.
Seule la partie supérieure de ces diagrammes a été représentée.

Diagrammes superposés E = f(pH) du fer et du manganèse



Diagrammes superposés E = f(pH) du fer (en traits pleins) et du manganèse (en pointillés). La concentration totale est égale à 0,1 $mol.L^{-1}$ dans les deux cas.

1. L'ion manganèse Mn^{2+} est-il oxydable par le dioxygène de l'air à pH = 8 ? Justifier votre réponse par une lecture du diagramme.

2. L'ion Fe^{2+} est oxydable par le dioxygène de l'air quel que soit le pH. Écrire les demi-équations et l'équation bilan de cette oxydation en milieu basique. On se reportera au diagramme pour déterminer les produits de la réaction.

3. Déduire de ce diagramme la méthode la plus judicieuse et la plus économique pour éliminer les ions Fe^{2+} et Mn^{2+} d'une eau à traiter à pH = 8.

II. Chimie organique (2,5 points)

Soit un acide aminé H_2N-CHR-COOH (R = une chaine carbonée).

1. Écrire la formule de zwittérion (ou amphion) de cet acide aminé.

2. Pour doser une solution d'acide aminé, la méthode de Van Shyke met à profit la réaction de la fonction amine primaire avec l'acide nitreux (HNO_2).
   Il en résulte un dégagement gazeux dont on mesure le volume.

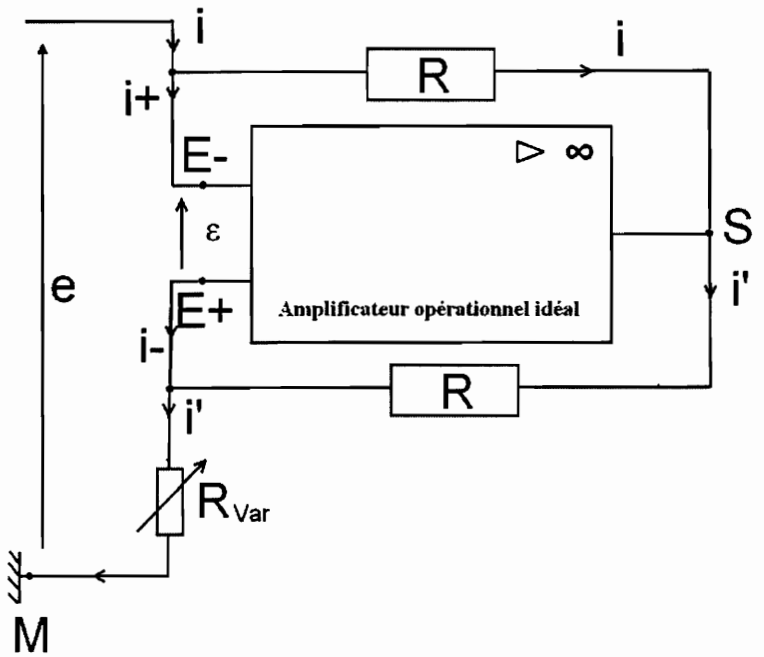
   2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide aminé ci-dessus avec l'acide nitreux.
   Le composé organique résultant possède une fonction acide et une fonction alcool.

   2.2. Sachant que 248 mL de diazote sont recueillis pour 100 mL d'une solution d'acide aminé, quelle est la concentration en acide aminé de cette solution ?

Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire des gaz est 24 $L.mol^{-1}$.

III. Physique : étude d'un système électrique oscillant (5 points)

1. Système électronique
   Le système électronique présenté ci-dessous permet de compenser l'amortissement des oscillations d'un circuit RLC oscillant librement.



   1.1. Rappeler les caractéristiques d'un amplificateur opérationnel idéal fonctionnant en régime linéaire.

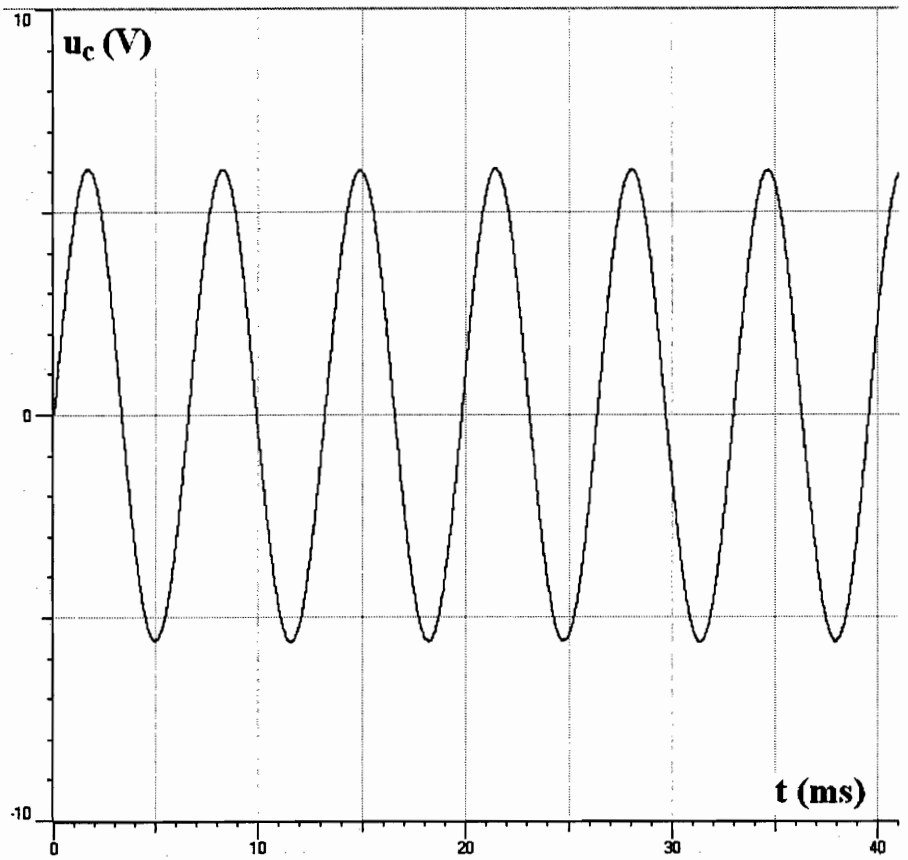
1.2. Écrire la loi d'additivité des tensions pour la maille : E+.S.E-.E+.

1.3. En déduire que $i = -i'$.

1.4. Montrer que $e = -R_{var}\, i$.

2. <u>Circuit oscillant</u>

Ce système électronique branché en série dans un circuit RLC permet d'obtenir les oscillations de u_c représentées sur le graphe ci-dessous.
Le circuit oscille alors avec sa période propre (ou période de résonance) T_0.



2.1. Mesurer la période propre T_0 des oscillations électriques.

2.2. Sachant que la capacité du condensateur est $C = 1{,}0\ \mu F$, déduire une valeur approchée de l'inductance de la bobine.

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.