

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE MAI 2012

Toute documentation permise

Calculatrices non programmables : modèles autorisés seulement.

Durée de l'examen : 3 heures

1

98-Civ-B5

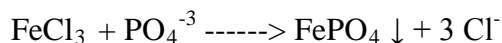
Approvisionnement en eau et traitement des eaux usées

QUESTION 1 DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGÈNE (4 POINTS)

Une usine de pâtes et papier déverse ses eaux usées dans une rivière dont les eaux s'écoulent à la vitesse de 2 km/jour. Après complet mélange des eaux immédiatement en aval de l'usine, la DBO ultime (carbone seulement) des eaux de la rivière est de 50 mg/L. Calculer la DBO₅ (carbone seulement) des eaux de la rivière après le complet mélange ainsi que la DBO_u et la DBO₅ 10 km en aval. La constance de biodégradation k à la base est de $-0,05\ d^{-1}$. Ignorer la réoxygénation atmosphérique de la rivière.

QUESTION 2 ENLÈVEMENT DU PHOSPHORE (3 POINTS)

La totalité des 8 mg/L de phosphore (PO₄-P) de l'affluent de 200 000 m³/d d'une station d'épuration des eaux usées est soluble. Il peut être précipité après avoir réagit avec du chlorure ferrique selon la réaction suivante :



Calculer en kg la quantité journalière de chlorure ferrique qu'il faut pour réduire le phosphore à 1 mg/L de PO₄-P si l'efficacité du chlorure ferrique est de 76,5 % ?

QUESTION 3 NITRITES ET NITRATES (4 POINTS)

Les analyses chimiques montrent que la concentration de (NO₃-N + NO₂-N) /L dans l'eau de consommation de votre ville est de 0,850 mmoles (millimoles) par litre. Par ailleurs la réglementation prescrit que la concentration de (NO₃-N + NO₂-N) ne doit pas excéder 10 mg/L pour contrer la métémoglobinémie (syndrome du bébé bleu) chez les enfants.

- a) Calculer la concentration de (NO₃ + NO₂) dans l'eau de consommation en mg/L – N
- b) La réglementation est-elle respectée ?
- c) Calculer la concentration de (NO₃ + NO₂) en ppm-N
- d) Calculer la concentration de (NO₃ + NO₂) en équivalent/L

QUESTION 4 SOLUBILITÉ (1 POINT)

Calculer (en mole/L et en mg/L) la concentration d'oxygène dissous dans l'eau pure à 25°C en équilibre avec l'atmosphère qui contient, en volume, 21 % d'oxygène. À cette température la constante de Henry pour l'oxygène est de $1,29 \times 10^{-3}$ moles/L-atm.

QUESTION 5 PRESSION (1POINT)

À combien de mètres d'eau, à 5°C, correspond une pression de 125 kN/m^2 ?

QUESTION 6 STATIONS DE POMPAGE (4 POINTS)

Le débit moyen d'eaux usées à une petite station de pompage est de 100 000 L/d alors que les débits minimal et maximal sont de 15 000 et 400 000 L/d. Il y a deux pompes submersibles identiques de 400 000 L/jour utilisées en alternance.

- a) calculer le volume maximal (V) du puits mouillé si les pompes ne doivent pas fonctionner plus de 2 minutes (temps de pompage ou t_p) par cycle de pompage au cours duquel le niveau d'eau est abaissé de son niveau maximal à son niveau minimal. Pour ce calcul on utilise le débit minimal
- b) Quel est le plus long temps de remplissage du puits mouillé ?

N.B. puits mouillé : bassin du poste de pompage qui reçoit les eaux usées d'où elles sont pompées.

QUESTION 7 POUSSÉE D'ARCHIMÈDE (3 POINTS)

Un émissaire d'égout en béton armé de 457 mm de diamètre interne réel et pesant 350 kg par mètre linéaire est installé sur le fond d'une rivière dont l'eau est saumâtre et recouvert d'un mètre de remblai pesant 1685 kg/m^3 . Considérant un facteur de sécurité de 10 % évaluez la stabilité de cette structure si pour des fins d'entretien elle devait être vidée. Commentez. L'épaisseur de la paroi de la conduite est de 6,35 cm et le poids du béton est de 2400 kg/m^3 .

BONNE CHANCE