

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2012

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

Examen 04-ENV-A6 : Génie et gestion des déchets solides

1. Concepts fondamentaux (25 points)

- 1.1. (10 points) Un déchet solide urbain moyen fut analysé et la formule empirique de sa partie sèche est $C_{16}H_{25}O_{11}N_{0.15}S_{0.03}$. Il contient 20% d'humidité. Comment peut-on calculer son pouvoir calorifique (PC)? Expliquez une méthode précise scientifique et une méthode empirique.
- 1.2. (5 points) Quelle est la différence entre le pouvoir calorifique inférieur (PCI) et le pouvoir calorifique supérieur (PCS)?
- 1.3. (5 points) Appliquez une de deux méthodes du point 1.1 pour calculer le PCI.
- 1.4. (5 points) Est-il possible de récupérer toute l'énergie contenu dans un déchet solide urbain? Justifiez votre réponse scientifiquement.

2. Enfouissement sanitaire et décomposition anaérobie (40 points)

Une municipalité a une population de 5 500 habitants. Chaque habitant produit quotidiennement 1.2kg de matières résiduelles (moyenne annuelle); de ces dernières seulement 20% sont recyclés. Le reste est envoyé dans un lieu d'enfouissement sanitaire. La composition moyenne des matières enfouies est 70% organiques putrescibles et 30% inorganiques. La putréfaction a lieu à des conditions quasi-anaérobiques car seulement 5% de l'oxygène stœchiométrique est disponible sous les conditions d'enfouissement. Voici quelques données et hypothèses additionnelles :

- On peut approximer la composition des putrescibles par la formule $C_{16}H_{25}O_{11}N_{0.15}S_{0.03}$.
- Les matières organiques sont décomposées anaérobiquement en CO_2 , CH_4 , H_2O , H_2S et NH_3 . L'analogie de $CO_2(\text{total})/CH_4$ est égale à 0.7.
- Nous pouvons faire l'hypothèse que l'oxygène infiltrant (5% de l'oxygène stœchiométrique) est utilisé entièrement pour l'oxydation d'hydrogène en H_2O .

Estimez la quantité et la composition du biogaz produit par année à pression barométrique (750mmHg) et 15°C. Si la chaleur de combustion du méthane à ces conditions est de 890 MJ/kmol CH_4 , et que nous pouvons espérer de récupérer cette énergie comme énergie électrique avec une efficacité de 25% donnez la puissance disponible en MW.

3. Déchets solides urbains (20 points; 4 par sous point)
 - 3.1. Donnez un tableau avec une composition typique de déchets solides urbains en Amérique du nord.
 - 3.2. Donnez une liste des filières de gestion des déchets solides urbains.
 - 3.3. Donnez une série d'opérations caractéristiques d'un centre de tri des déchets solides urbains.
 - 3.4. Quelles sont les technologies de valorisation énergétique des déchets solides urbains?
 - 3.5. Quelle sont les différences entre l'incinération et la gazéification?

4. Déchets dangereux et sites contaminés (15 points; 5 par sous point)
 - 4.1. Quels sont les objectifs de la méthode de stabilisation et de la méthode de solidification? Quelles sont les méthodes les plus utilisées de stabilisation et solidification? Décrivez la technique de solidification dite Pozzolan-Portland.
 - 4.2. Si vous êtes l'ingénieure ou l'ingénieur responsable d'une installation d'entreposage des matières dangereuses liquides, quelles mesures prendriez-vous pour prévenir et éventuellement contenir un déversement accidentel de celles-ci.
 - 4.3. En quoi consiste la méthode de biorémediation (Bioreclamation en anglais) pour la décontamination de sites? Quelles sont les deux alternatives à la biorémediation? Donnez une brève description de chacune d'elles en termes d'étapes opérationnelles. Quelle est la plus rapide?