

Examen en: Traitement des eaux chaudes

Définir : (05 points)

- La dureté, l'agressivité, la température, la chaleur et la puissance thermique d'une tour de refroidissement

Exercice n°1 : (02 points)

1. Calculer la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 20°C à 80°C une masse égale à 1 tonne d'eau.
2. Si cette énergie calorifique pouvait être transformée en énergie potentielle de pesanteur, à quelle altitude (z) pourrait-on soulever cette tonne d'eau ?

Exercice n°2 : (07 points)

Le transfert de chaleur entre deux fluides s'effectue à travers un tube d'acier de diamètres intérieur/extérieur 18 / 21 mm.

On donne :

- Côté intérieur : $h_1 = 3000 \text{ W / m}^2\text{K}$; température moyenne de mélange $T_1 = 15 \text{ °C}$
- Côté extérieur : $h_2 = 2000 \text{ W / m}^2\text{K}$; température $T_2 = 35 \text{ °C}$
- Acier : $\lambda = 46 \text{ W / m.K}$

1. Calculer le coefficient global d'échange k.
2. Après un an de fonctionnement, on estime avoir une résistance d'encrassement $Re = 6.10^{-4} \text{ W}^{-1} \text{ m}^2 \text{ K}$
Déterminer le nouveau coefficient d'échange global.
3. En attribuant une efficacité de 1 au tube neuf, que devient cette efficacité au bout de 1 ans ?
4. Quel est alors le flux échangé dans un tube de longueur $L = 2 \text{ m}$?

Exercice n°3 : (06 points)

En utilisant les analyses des six forages d'eau suivants :

Nom du forage	01	02	03	04	05	06
Ca^{+2} , mg/l	155	150	78	63	60	118
Mg^{+2} , mg/l	198	180	20	14	15	138
$(\text{CO}_3)^{-2}$, mg/l	0	0	91	0	0	0
$(\text{HCO}_3)^-$, mg/l	160	125	116	162	98	116
pH	8,05	7,65	6,56	6,58	6,6	8.61
T° (°C)	23	27.5	34.2	29	28.2	65
A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Déterminer la stabilité de ces eaux si vous avez le tableau suivant :

Valeur IR	$\text{IR} > 8,7$	$8,7 > \text{IR} > 6,9$	$6,9 > \text{IR} > 5,8$	$5,8 > \text{IR} > 3,7$	$3,7 > \text{IR}$
Classe d'eau	Très agressive	Moyennemnt agressive	Eau stable	Entartrantes	Très Entartrantes

Bonne Chance

L'Enseignant (e) responsable : M^{mc}: A.BELMABEDI

37

Corrigé type (traitement des eaux chaudes M1 traitement)

- **La dureté** : elle traduit le pouvoir entartrant de l'eau. 1°F de TH correspond à une concentration de 10 mg/l de CaCO₃ dans l'eau, c'est la somme des concentrations calcique et magnésienne **(1 p)**
- **L'agressivité** : est la réaction de dissolution de carbonates de calcium sous l'action du CO₂ **(1 p)**
- **La température** : La température mesure le degré d'agitation des particules (atomes ou molécules), plus les molécules d'un objet sont agitées, plus la température de cet objet est élevée **(1 p)**
- **La chaleur** : La chaleur est un transfert d'énergie thermique d'un objet à un autre lorsqu'il y a une différence de température entre les deux objets **(1 p)**
- **La puissance thermique** d'une tour de refroidissement (en kW) est donnée par la formule suivante :
P = m × Cp × DT (1 p)

Exercice 01 : (02 points)

1. $Q = m \cdot C_p \cdot (\theta_f - \theta_i) = 10^3 \cdot 4185 \cdot 60$ donc, **Q = 2,51 . 10⁸ J (1 p)**

2. Si $Q = E_p = m \cdot g \cdot z \Rightarrow z = Q$

Donc $z = Q / (m \cdot g) = 2,51 \cdot 10^8 / (10^3 \cdot 10) \Rightarrow z = 25 \cdot 10^3 \text{ m} = 25 \text{ km (1 p)}$

Exercice 02: (07 points)

1- La paroi du tube a pour épaisseur :
$$e = \frac{D - d}{2} = \frac{21 - 18}{2} = 1,5 \text{ mm} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Comme elle est mince par rapport aux diamètres, en négligeant sa courbure on peut calculer k à partir de la formule suivante, avec $R_e = 0$

$1/K = 1/h_1 + e/\lambda + 1/h_2$, donc : $1/K = 1/3000 + 1,5 \cdot 10^{-3} / 46 + 1/2000 = (0,33 + 0,032 + 0,5) \cdot 10^{-3} = 0,862 \cdot 10^{-3}$

K = 1160,09 W/m².K (2 p)

2- En présence d'une résistance d'encrassement, on applique maintenant la formule complète

$1/K = 1/h_1 + e/\lambda + 1/h_2 + R_e$, donc : $1/K = 1/3000 + 1,5 \cdot 10^{-3} / 46 + 1/2000 + 6 \cdot 10^{-4}$
 $= (0,33 + 0,032 + 0,5 + 0,6) \cdot 10^{-3} = 1,462 \cdot 10^{-3}$ **K = 684 W/m².K (2 p)**

3- L'efficacité est comprise comme un rapport entre $\Phi_{réel} / \Phi_{max}$, soit ici :

$\Phi_{réel} / \Phi_{max} = K_{1 \text{ ans}} / K_{neuf} = 684 / 1160,09 = 0,57$ **E = 0,57 (1,5 p)**

4- La puissance $P = S \cdot K \cdot \Delta T$

$S = (\pi (D+d)/2) \cdot L = \pi \cdot ((21+18)/2) \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 12,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

Donc, $P = 12,25 \cdot 10^{-2} \times 684 \times 20 = 167,58 \text{ W}$ **P = ~~167,52~~ 1675,8 w (1,5 p)**

Exercice 03: (06 points)

37

1- Détermination de la stabilité : (07 points)

Nom du forage	01	02	03	04	05	06
Ca ²⁺ , mg/l	155	150	78	63	60	118
Mg ²⁺ , mg/l	198	180	20	14	15	138
(CO ₃ ²⁻), mg/l	0	0	91	0	0	0
(HCO ₃ ⁻), mg/l	160	125	116	162	98	116
pH	8,05	7,65	6,56	6,58	6,6	8.61
T° (°C)	23	27.5	34.2	29	28.2	65
A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Dureté totale, F°	121.25	112.5	27.83	21.58	21.25	87
Dureté (TAC), F°	13.11	10.24	9.5	13.28	8.03	9.5
Dureté (Ca ²⁺), F°	38.75	37.5	19.5	15.75	15	29.5
B	2	1.9	1.8	1.9	1.9	1.3
C	2.2	2.2	1.9	1.8	1.8	2.1
D	2.1	2	2	2.1	1.9	2
pHs	7.2	7.2	7.4	7.5	7.7	6.7
IR	6.35	6.75	8.24	8.42	8.8	4.79
Stabilité	stable	stable	Moy aggressive	Moy aggressive	Trés aggressive	Entartrante

L'Enseignant (e) responsable : M^{me}: A.BELMABEDI