

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Brevet de Technicien Supérieur
Contrôle Industriel et Régulation Automatique

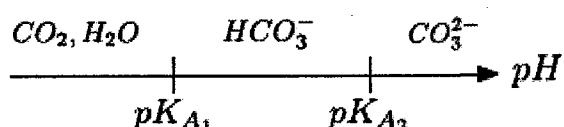
E3

Proposition correction : CHIMIE INDUSTRIELLE

Premier exercice : Analyse de l'eau chaude sanitaire d'une piscine (11 pts)

1. $\text{pH} = 7,8 > 7$: l'eau de la piscine est donc légèrement basique. (1 pt)

2. a. (1pt)



3.

b. A $\text{pH} = 7,8$, l'espèce responsable de l'alcalinité de l'eau est, d'après le diagramme de prédominance, HCO_3^- . (1 pt)

4. a. Au début du dosage, le BCR est bleu ($\text{pH} = 7,8 > \text{pH}$ de la zone de virage du BCR). (0,5 pt)

b. L'équivalence sera atteinte lorsque la solution deviendra jaune. (0,5 pt)

5. Pour un échantillon de 200 mL, l'équivalence est atteinte lorsque 16,4 mL d'acide chlorhydrique sera versé.

Pour 100 mL, il faudra en verser 2 fois moins soit $\text{TAC} = 8,2$. (2 pts)

$$6. [\text{Ca}^{2+}] = \frac{\text{concentration massique}}{M(\text{Ca})} = \frac{70 \times 10^{-3}}{40,1} = 1,7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = 1,7 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{\text{concentration massique}}{M(\text{Mg})} = \frac{18 \times 10^{-3}}{24,3} = 0,7 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} = 0,7 \text{ mmol.L}^{-1}$$

(3 pts : formule (1pt) ; conversion mg/g (1pt) ; conversion mmol/mol (1 pt))

$$7. D = 10 ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) = 10 (1,7 + 0,7) = 24 \text{ }^\circ \text{ TH. (1 pt)}$$

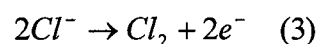
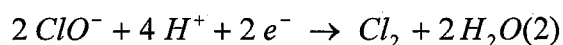
On peut donc conclure qu'il s'agit d'une eau moyennement dure. (1 pt)

Deuxième exercice : Utilisation d'eau de Javel (11 pts)

1. $\text{Cl}_2 + 2e^- = 2\text{Cl}^-$ (1 pt)

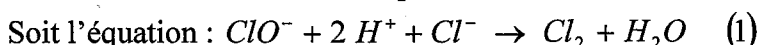
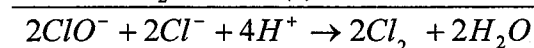
2. $2\text{ClO}^- + 4\text{H}^+ + 2e^- = \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (conservation des éléments chimiques et de l'électronéutralité). (1 pt)

3.



(2) réduction/(3) oxydation

(3 pts)



CAE3CI

4. a. $[ClO^-] = 0,375 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow n(ClO^-) = [ClO^-] \times V = 0,375 \times 1 = 0,375 \text{ mol. (1 pt)}$

D'après l'équation (1), $n(ClO^-) = n(Cl_2)$ (1 pt)

d'où $n(Cl_2)$ susceptible d'être dégagée par 1 L d'eau de Javel = 0,375 mol.

b. $V(Cl_2) = n(Cl_2) \times V_m = 0,375 \times 24 = 9 \text{ L (1 pt)}$

9L de dichlore peuvent donc être libérés par 1 L d'eau de Javel. Le degré chlorométrique de l'eau de Javel est bien de 9°.

5. a. Volume de dichlore dégagé en mL

Bidon de 5L $\Rightarrow V(Cl_2) = 5 \times 9 = 45 \text{ L} = 45000 \text{ mL (1 pt)}$

b. Volume du hall $\Rightarrow V(\text{hall}) = S \times h = 1000 \text{ m}^3$ (0,5 pt)

c. Concentration de dichlore dans le hall : $\text{concentration}(\text{ppm}) = \frac{45000}{1000} = 45 \text{ ppm (1 pt)}$

Conclusion : Il y a donc un risque d'œdème pulmonaire et la mort est possible. (0,5 pt)

Proposition correction : PHYSIQUE INDUSTRIELLE

I. Étude de l'échangeur (11 pts)

1. Document 1 : (2 pts)

2. Puissance reçue par l'eau froide

$$P_f = \rho \times C \times Q_s \times (\theta_4 - \theta_3)$$

$$P_f = 1000 \times 4180 \times \frac{0,100}{60} \times (55 - 10) \text{ (1 pt conversion } Q_s / 1 \text{ pt raisonnement)}$$

$$P_f = 313500 \text{ W}$$

3. Température de sortie du circuit primaire

$P_c = -P_f$ car l'échangeur peut être considéré comme parfaitement adiabatique (1 pt)

$$P_c = \rho \times C \times Q_p \times (\theta_2 - \theta_1)$$

$$\theta_2 = \frac{P_c}{(\rho \times C \times Q_p)} + \theta_1$$

$$\theta_2 = \frac{-313500}{1000 \times 4180 \times \frac{20}{3600}} + 75 \text{ (2 pts)}$$

$$\theta_2 = 61,5^\circ \text{C}$$

4. $\Delta\theta_{ml} = \frac{(\Delta\theta_e - \Delta\theta_s)}{\ln\left(\frac{\Delta\theta_e}{\Delta\theta_s}\right)}$ avec $\Delta\theta_e = \theta_1 - \theta_4 = 20^\circ \text{C}$; $\Delta\theta_s = \theta_2 - \theta_3 = 51,5^\circ \text{C}$ (1 pt)

$$\Delta\theta_{ml} = 33,3^\circ \text{C ou K (1 pt)}$$

5. Surface des plaques de l'échangeur

$$P_{\text{échangeur}} = K \times S \times \Delta\theta_{ml}$$

$$S = \frac{P_{\text{échangeur}}}{K} \Rightarrow S = 5 \text{ m}^2 \text{ (1 pt : formule / 1 pt : résultat)}$$

II. Étude du circuit secondaire (6 pts)

1. Vitesse de l'eau dans la canalisation (1 pt formule / 1 pt calcul de S)

CAE3CI

$$v = \frac{Q_s}{S} = \frac{Q_s}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0,100/60}{\pi \times (0,025)^2}$$

$$v = 0,8 \text{ m.s}^{-1}$$

2. Nombre de Reynolds (1 pt)

$$\text{Re} = \frac{\rho v D}{\eta} = \frac{1000 \times 0,8 \times 0,05}{1,0 \times 10^{-3}}$$

$$\text{Re} = 40000$$

3. $\text{Re} > 2000$: l'écoulement est turbulent. (1 pt)

4. Graphiquement pour $\varepsilon/D = 5.10^{-2}$ m (1 pt) et $\text{Re} = 40000$, on lit un coefficient de perte de charge $\lambda = 0,04$. (1 pt : point placé)

III. Dimensionnement de la pompe (11 pts)

1. Perte de charge ΔH_{AB} entre A et B

$$\Sigma L_{eq} = 100 + 5 \times 2 = 110 \text{ m (5 coudes entre A et B) (1pt)}$$

$$\Delta H_{AB} = \frac{\lambda (L + \Sigma L_{eq}) v^2}{D \cdot 2g} = \frac{0,04(50 + 110) (0,8)^2}{0,05 \cdot 2 \times 10} \text{ (1pt)}$$

$$\Delta H_{AB} = 4 \text{ m}$$

2. Détermination de la hauteur manométrique de la pompe

$$H(\text{point A}) + H(\text{pompe}) = H(\text{point B}) + \Delta H_{AB}$$

$$H(\text{pompe}) = H(\text{point B}) - H(\text{point A}) + \Delta H_{AB}$$

$$H(\text{pompe}) = \left(z_B + \frac{v_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\rho g} \right) - \left(z_A + \frac{v_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\rho g} \right) + \Delta H_{AB}$$

$$v_A = v_B$$

$$H(\text{pompe}) = 20 + \frac{-1,5 \times 10^5}{1000 \times 10} + 4 = 9 \text{ m.}$$

(4 pts : 1 pt Hpompe / 1 pt Bernoulli / 1 pt égalité des vitesses / 1 pt conversion bar : Pa / 1 pt : résultat)

3. Puissance reçue par le fluide

$$P_{utile} = \rho g Q_v H_{pompe} = 1000 \times 10 \times \frac{0,100}{60} \times 9$$
$$P_{utile} = 150 \text{ W. (1pt)}$$

4. Puissance absorbée par le moteur de la pompe

$$r = 70\% \Rightarrow Pa = \frac{P_{utile}}{r} = \frac{150}{0,7} = 214 \text{ W (1 pt)}$$

5. D'après les caractéristiques de la pompe, pour un débit $Q_v = 6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (1 pt), NPSH requis = 5 m. (1 pt)

6. Pour éviter le phénomène de cavitation, il faut que le NPSH disponible du circuit soit supérieur au NPSH requis par la pompe. (1 pt)