

Brevet de Technicien Supérieur

**CONTRÔLE INDUSTRIEL
ET RÉGULATION AUTOMATIQUE**

Session 2025

**U51 – Analyse physico-chimique d'un procédé et de son
environnement**

Élément de correction

Tout raisonnement cohérent avec la réponse attendue doit être valorisé

Durée : 3 heures

Coefficient : 4

Éléments de correction	
PARTIE A	
Q1	Pt : platine. 100 : valeur en ohms prise par la résistance à la température du 0°C.
Q2	Un calcul de coefficient directeur est mené avec les coordonnées de points appartenant à la droite. L'équation de la droite est : $R_T = 0,38 \times T + 100$. En la mettant sous la forme $R_T = R_0 \times (1 + \alpha T)$ on obtient : $R_T = 100(1 + \frac{0,38}{100} T)$ soit $R_0 = 100\Omega$ et $\alpha = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$
Q3	Par calcul ou par détermination graphique, nous obtenons : $R_{80} = 130,4 \Omega$ et $R_{120} = 145,6 \Omega$
Q4	Il y a présence d'une boucle de contre-réaction entre la sortie et l'entrée non inverseuse des amplificateurs opérationnels.
Q5	Loi d'ohm aux bornes de R_T : $V_T = R_T \times I = R_0 \times (1 + \alpha T) \times I$
Q6	$V_{T80} = R_{80} \times I = 1,304 V$ et $V_{T120} = R_{120} \times I = 1,456 V$
Q7	L'AOP 1 est un montage suiveur (recopie la tension V_r) avec impédance d'entrée infinie. (1 des 2 arguments est attendu)
Q8	AOP 1 étant un suiveur : $V_T = V_{S1}$. $V_{S1-80^\circ\text{C}} = 1,304 V$ et $V_{S1-120^\circ\text{C}} = 1,456 V$
Q9	Voir grille de compétences.
PARTIE B	
Q10	$q = \frac{V_{REF}}{2^n} = \frac{5,0V}{2^8} = 0,0195 V$ ou $q = \frac{V_{REF}}{2^{n-1}} = \frac{5,0V}{2^{8-1}} = 0,0196 V$ (deux réponses acceptées)
Q11	Voir grille de compétences.
PARTIE C	
Q12	$\Delta_r H^\circ = \Delta H^\circ_f(CO) + 3 \times \Delta H^\circ_f(H_2) - \Delta H^\circ_f(CH_4) - \Delta H^\circ_f(H_2O)$ $\Delta_r H^\circ = -110 + 3 \times 0 - (-75) - (-242) = 207 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
Q13	Cette réaction est endothermique puisque la variation d'enthalpie standard de la réaction est positive.
Q14	La réaction étant endothermique, une augmentation de température déplacera l'équilibre dans le sens de la formation de dihydrogène (sens direct).
Q15	Un catalyseur sert à augmenter la vitesse de la réaction sans modifier l'état final de la réaction donc il ne modifie pas le rendement. Les réactifs étant gazeux et le catalyseur solide, il s'agit donc d'une catalyse hétérogène.
Q16	L'ajout d'un excès d'eau déplace l'équilibre de la réaction dans le sens de sa consommation donc dans le sens de la fabrication du dihydrogène (sens direct).

PARTIE D	
Q17	L'échangeur est à contre-courant car les fluides circulent en sens inverse. Fluide froid $T_e = 100^\circ\text{C}$ et $T_s = 450^\circ\text{C}$ Fluide chaud $T_e = 937^\circ\text{C}$ et $T_s = 375^\circ\text{C}$
Q18	Voir grille de compétences.
PARTIE E	
Q19	Le couplage présenté sur le schéma est un couplage étoile. Les enroulements de ce moteur nécessitent 400 V. Pour obtenir cette tension à partir du réseau 400 V / 690 V, il faut récupérer la tension simple, il faut donc un couplage en étoile Le moteur est donc correctement couplé.
Q20	$n_s = \frac{f}{p} = \frac{50}{3} = 16,7 \text{ tr. s}^{-1} = 1000 \text{ tr. min}^{-1}$ $n = n_s(1 - g) = 1000 \times (1 - \frac{2}{100}) = 980 \text{ tr. min}^{-1}$
Q21	Bloc 1 : redresseur Bloc 2 : filtre (condensateur de filtrage) - lissage Bloc 3 : onduleur
Q22	Tension 1 : B Tension 2 : D Tension 3 : C Tension 4 : A
Q23	Le variateur permet de modifier la fréquence de la tension d'alimentation du moteur modifiant ainsi la vitesse de synchronisme et donc le débit de fluide chaud.
PARTIE F	
Q24	Les émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère contribuent à l'effet de serre. Afin de ne pas accentuer le réchauffement climatique il est nécessaire de contrôler les émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.
Q25	De gauche vers la droite : solide, liquide, vapeur, super critique.
Q26	A : point triple. B : point critique.
Q27	Le dioxyde de carbone est à l'état super critique. Position du point E sur l'annexe 1.
Q28	Diagramme de prédominance : Diagramme de prédominance du CO_2 en fonction du pH. L'axe horizontal est le pH. Trois zones sont délimitées par des lignes verticales à pH 6,4 et 10,3. La première zone (pH < 6,4) est étiquetée $\text{H}_2\text{O}_{(aq)}, \text{CO}_{2(aq)}$. La deuxième zone (6,4 < pH < 10,3) est étiquetée $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$. La troisième zone (pH > 10,3) est étiquetée $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$.
Q29	L'espèce prédominante au $\text{pH} = 7,8$ est l'ion hydrogénocarbonate : $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$.
Q30	Deux méthodes acceptées (au choix) : - la zone de virage de l'indicateur coloré est utilisée : la gamme de réponses acceptables est comprise entre 10,4 mL et 11,8 mL - la méthode des tangentes qui donne environ $V_e = 11,2 \text{ mL}$ Le TAC de cette eau est donc d'environ 11,2 °f
Q31	Depuis 2021, les valeurs du TAC sont comprises dans l'intervalle des années précédentes, le stockage du CO_2 n'a donc pas d'impact particulier sur le TAC de l'eau de la rivière. Il n'y a donc pas de fuite de CO_2 .

Q9

Coef.	Compétences	Critères de réussite
2	APP S'approprier énoncer une problématique, mobiliser ses connaissances	L'étudiant indique que la gamme de température étudiée va entraîner des valeurs différentes de la tension V_{S1} . $V_{S1-80} = 1,304 V$ et $V_{S1-120} = 1,456 V$
3	ANA Analyser proposer et énoncer des lois qui semblent pertinentes pour la résolution	L'étudiant met en œuvre la formule : $V_{S2} = \frac{R_2}{R_1} \times (V_{S1} - V_{OFF})$ dans les deux conditions de températures, avec les tensions V_{S1} adéquates. Il obtient donc un système de deux équations. A $80^\circ C$ $0 = \frac{R_2}{R_1} \times (1,304 - V_{OFF})$ A $120^\circ C$ $5 = \frac{R_2}{R_1} \times (1,456 - V_{OFF})$
2	REA Réaliser effectuer des calculs utiliser un modèle	Résolution des équations : $V_{OFF} = 1,304 V$ $\frac{R_2}{R_1} = 32,89$
1	COM Communiquer écrire des expressions littérales ; présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs)	Les calculs menés, la démarche mise en œuvre et la conclusion sont exprimés de manière claire et adaptée.

Niveau de maîtrise de la compétence	Niveau associé
A	Expert : l'élève fait complètement ce qui est attendu
B	Avancé : l'élève fait partiellement ce qui est attendu. La démarche est bien engagée
C	Élémentaire : l'élève démarre la démarche. Des éléments de ce qui est attendu sont identifiés mais la démarche n'est pas assez concrétisée
D	Très insuffisant : Des éléments sont identifiés mais la démarche n'est pas engagée.

Coefficients	Compétences	A	B	C	D
2	S'approprier				
3	Analyser				
2	Réaliser				
1	Communiquer				

Note issue du tableau sur 20 ou sur 10 selon l'outil tableur utilisé, puis penser à ramener la note sur le nombre de points de la question.

Q11

Coef.	Compétences	Critères de réussite
2	APP S'approprier énoncer une problématique, mobiliser ses connaissances	Solution 1 : l'étudiant utilise le document pour déterminer la valeur de la température T avec la valeur de $V_{S2} = 2,207 V$. Solution 2 : le candidat associe les plages de la valeur décimale du codage 8 bits (de 0 à 2^8-1 ou 2^8) avec la plage de tension 0 à 5 V et la plage de température 80°C à 120°C.
3	ANA Analyser proposer et énoncer des lois qui semblent pertinentes pour la résolution	Solution 1 : l'étudiant exprime que la valeur numérique N est liée à la tension V_{S2} . $V_{S2} = q \times N$ Solution 2 : le candidat remarque que la température et la mesure de la tension sont linéaires et en déduit la linéarité entre la température et la valeur en base 10 du codage 8 bits du CAN. La relation entre N et T est donc de la forme $T = a + b \times N$. Les coefficients a et b sont obtenus avec les conditions $T(0) = 80^\circ C$ et $T(2^8-1) = 120^\circ C$. Il peut également définir un quantum « en température » q_T qui correspond au coefficient b . Dans ce cas, forcément la valeur du coefficient a est la valeur de la température pour $N = 0$ ie 80 °C
2	REA Réaliser effectuer des calculs utiliser un modèle	Solution 1 : le calcul de V_{S2} est mené : $V_{S2} = N \times q = 113 \times 0,0195 = 2,204 V$ ou $V_{S2} = N \times q = 113 \times 0,0196 = 2,215 V$ L'exploitation graphique indique que pour une tension de $V_{S2} = 2,2 V$ la température est de $T = 97,5^\circ C$. Solution 2 : $a = 80^\circ C$ et $b = q_T = \frac{120-80}{2^8-1}$. On accepte $b = q_T = \frac{120-80}{2^8}$ On obtient : $T = a + b \times N_{base\ 10} = 80 + \frac{120-80}{2^8-1} \times 113$ On trouve : $T = 97,7^\circ C$
1	VAL Valider confirmer ou infirmer une hypothèse, ,	Solution 1 et 2 : la température trouvée est donc conforme à la valeur attendue puisque $95^\circ C < T < 105^\circ C$
1	COM Communiquer écrire des expressions littérales ; présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs)	Solution 1 et 2 : les calculs menés, la démarche mise en œuvre et la conclusion sont exprimés de manière claire et adaptée.

Niveau de maîtrise de la compétence	Niveau associé
A	Expert : l'élève fait complètement ce qui est attendu
B	Avancé : l'élève fait partiellement ce qui est attendu. La démarche est bien engagée

C	<u>Élémentaire</u> : l'élève démarre la démarche. Des éléments de ce qui est attendu sont identifiés mais la démarche n'est pas assez concrétisée
D	<u>Très insuffisant</u> : Des éléments sont identifiés mais la démarche n'est pas engagée.

Coefficients	Compétences	A	B	C	D
2	S'approprier				
3	Analyser				
2	Réaliser				
1	Valider				
1	Communiquer				

Q18

Coef.	Compétences	Critères de réussite
2	APP S'approprier énoncer une problématique, mobiliser ses connaissances	Dans son raisonnement ou son calcul, l'étudiant affecte les températures aux différentes entrées et sorties de façon correcte dans la formule
2	ANA Analyser proposer et énoncer des lois qui semblent pertinentes pour la résolution	L'étudiant utilise la formule $P = Q_m C_p \Delta T$ du côté fluide chaud, c'est-à-dire des vapeurs issues de la SMR. L'étudiant utilise ensuite la formule de l'échangeur à contre-courant. $\Delta T_m = \frac{(T_E - t_S) - (T_S - t_E)}{\ln\left(\frac{T_E - t_S}{T_S - t_E}\right)}$
4	REA Réaliser effectuer des calculs utiliser un modèle	Puissance échangée côté fluide chaud : $P = Q_m C_p \Delta T = 1,24.10^7 \text{ W}$ On considèrera la puissance échangée soit $1,24.10^7 \text{ W}$ $T_E = 937^\circ\text{C}$ - $T_S = 375^\circ\text{C}$ et $t_E = 100^\circ\text{C}$ - $t_S = 450^\circ\text{C}$ Le calcul ΔT_m : $\Delta T_m = \frac{(T_E - t_S) - (T_S - t_E)}{\ln\left(\frac{T_E - t_S}{T_S - t_E}\right)} = 371^\circ\text{C}$ $S = \frac{P}{K \Delta T_m} \text{ ou } S = \frac{Q_m C_p \Delta T}{K \Delta T_m} \text{ donne } S = 833 \text{ m}^2$
1	COM Communiquer écrire des expressions littérales ; présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs)	Les calculs menés, la démarche mise en œuvre et la conclusion sont exprimés de manière claire et adaptée.

Niveau de maîtrise de la compétence	Niveau associé
A	Expert : l'élève fait complètement ce qui est attendu
B	Avancé : l'élève fait partiellement ce qui est attendu. La démarche est bien engagée
C	Élémentaire : l'élève démarre la démarche. Des éléments de ce qui est attendu sont identifiés mais la démarche n'est pas assez concrétisée
D	Très insuffisant : Des éléments sont identifiés mais la démarche n'est pas engagée.

Coefficients	Compétences	A	B	C	D
2	S'approprier				
2	Analyser				
4	Réaliser				
1	Communiquer				

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE - Élément de correction		Session 2025
Analyse physico-chimique d'un procédé et de son environnement	Code : 25CA51PHC	Page 7/7