

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Maintenance des Systèmes

Option A

Physique-Chimie

SESSION 2021

U32 Physique-Chimie

SUJET

Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.
Dès qu'il vous sera remis, assurez-vous qu'il soit complet

Les documents réponses page 6 sont à rendre avec la copie

**L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.**

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2021	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 1 sur 6

Ensemble de brassage

Une micro-brasserie a récemment fait l'acquisition d'un ensemble de brassage composé de trois cuves isolées en acier inoxydable, d'un échangeur thermique à plaques, de deux pompes centrifuges et d'un écran tactile de contrôle permettant de gérer différentes températures, recettes, pompes, et agitateur.



Partie A : Étude de la motorisation des pompes (10 points)

Les deux pompes faisant partie de l'ensemble de brassage sont identiques et sont motorisées par des moteurs asynchrones triphasés, à deux paires de pôles, dont la plaque signalétique est donnée ci-dessous.

		V	Hz	tr/min	kW	cos φ	A
Moteur 1	Δ	230	50	1400	1,10	0,77	4,70
	Y	400	50	1400	1,10	0,77	2,70
Moteur 2	Δ	265	60	1710	1,10	0,77	4,20
	Y	460	60	1710	1,10	0,77	2,40

1. Étude du moteur alimenté par le réseau triphasé 230 V / 400 V de fréquence 50 Hz.

1.1. Donner et justifier la nature du couplage à réaliser pour le moteur 1.

Représenter ce couplage sur le document réponse 1 page 6.

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2021	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 2 sur 6

1.2. Déterminer la fréquence de synchronisme n_s de ce moteur en justifiant la réponse et en comparant la réponse avec la vitesse de rotation du moteur.

1.3. Montrer que la puissance active absorbée en régime nominal est égale à 1 440 W.

2. Caractéristique mécanique du moteur et point de fonctionnement

La caractéristique mécanique du moteur donnant le couple utile T_U (N.m) en fonction de la vitesse de rotation n (tr/min) peut être considérée comme linéaire dans sa partie utile. Il suffit donc de deux points pour la tracer.

On rappelle que la puissance utile du moteur P_U s'exprime en fonction du couple utile T_U et de la vitesse de rotation Ω du moteur, en rad/s, selon la relation : $P_U = T_U \times \Omega$.

2.1. Déterminer, puis placer sur le document réponse 2 page 6, le point A (n_N, T_{UN}) correspondant au fonctionnement nominal du moteur.

2.2. Déterminer, puis placer sur le document réponse 2 page 6, le point B (n_V, T_{UV}) correspondant au fonctionnement à vide du moteur ($P_{UV} = 0$ W).

2.3. Tracer la caractéristique mécanique du moteur sur le document réponse 2 page 6.

2.4. La caractéristique mécanique de la pompe est représentée sur le document réponse 2 page 6. Déterminer la fréquence de rotation de la pompe, n_{P1} et le moment du couple T_{P1} développé.

3. Variation de vitesse du moteur

Pour démarrer le moteur, on utilise une alimentation telle que le rapport V / f reste constant, V étant la tension simple du réseau et f est la fréquence. Les caractéristiques mécaniques du moteur pour différentes fréquences sont alors des droites parallèles dans leurs parties utiles.

3.1. On démarre l'ensemble moteur-pompe à la fréquence $f_2 = 30$ Hz. Montrer que la nouvelle fréquence de synchronisme de ce moteur est $n_{s2} = 900$ tr/min.

3.2. Représenter la nouvelle caractéristique mécanique du moteur à cette fréquence f_2 sur le document réponse 2 page 6.

3.3. En déduire la fréquence de rotation n_{P2} du moteur au démarrage.

3.4. Déterminer la valeur de la tension simple V_2 à cette fréquence $f_2 = 30$ Hz.

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2021	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 3 sur 6

Partie B : Refroidissement du moût (5 points)

Les deux pompes étudiées précédemment permettent de faire circuler dans l'échangeur à plaques ci-contre le moût (jus sucré à la base de la bière) et de l'eau fraîche stockée dans une autre cuve.



Le but est d'abaisser la température du moût de 100 °C à 20 °C, avec un débit volumique $q_m = 800 \text{ L.h}^{-1}$.

Pour cela, l'eau fraîche est introduite à 5 °C. Elle ressort à la température de 80 °C.

Caractéristiques physiques de l'eau :

- Capacité thermique massique de l'eau : $C = 4\,180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$

On considère que le moût a les mêmes caractéristiques physiques que l'eau.

1. Détermination du débit d'eau fraîche

- 1.1. Quelle énergie thermique Q_1 doit être échangée avec une masse $m_1 = 800 \text{ kg}$ de moût à 100 °C pour abaisser sa température jusqu'à 20 °C ?
- 1.2. En supposant que l'échangeur est parfait, quelle énergie thermique Q_2 est reçue par l'eau fraîche lors de ce refroidissement de 800 kg de moût ?
- 1.3. En déduire la masse d'eau fraîche m_2 nécessaire au refroidissement des 800 kg de moût.
- 1.4. En déduire le débit volumique d'eau fraîche q_e nécessaire au refroidissement du moût.

2. Vitesse de l'eau dans la canalisation

On considérera pour la suite le débit volumique d'eau fraîche q_e égal à 850 L.h⁻¹.

- 2.1. Exprimer q_e en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- 2.2. La canalisation d'eau fraîche qui alimente l'échangeur a un diamètre intérieur $d = 25 \text{ mm}$. Déterminer la vitesse v_e de l'eau fraîche dans cette canalisation.
- 2.3. Comment évolue cette vitesse si le diamètre diminue à débit volumique égal ?

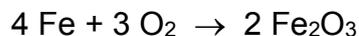
CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2021	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 4 sur 6

Partie C : Acier inoxydable et corrosion du fer (5 points)

L'ensemble de brassage est réalisé en acier inoxydable afin de garantir une bonne durabilité des composants et une bonne hygiène.

On donne les masses molaires du fer et de l'oxygène : $M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{O}} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Que signifie le terme inoxydable ?
2. Le fer peut subir la corrosion. Citer deux techniques pour en protéger le fer.
3. Le fer s'oxyde en réagissant avec le dioxygène pour former de la rouille Fe_2O_3 selon la réaction chimique :



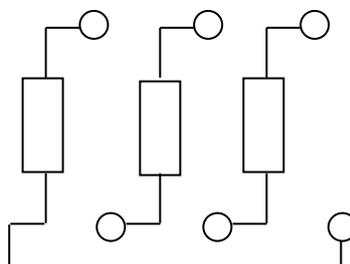
On considère l'oxydation totale d'une masse $m = 500 \text{ g}$ de fer.

- 3.1. Déterminer la quantité de matière n_{Fe} contenue dans 500 g de fer.
- 3.2. Déterminer le nombre de moles $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ de rouille Fe_2O_3 produite.
- 3.3. En déduire la masse $m_{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ de rouille formée.

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2021	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 5 sur 6

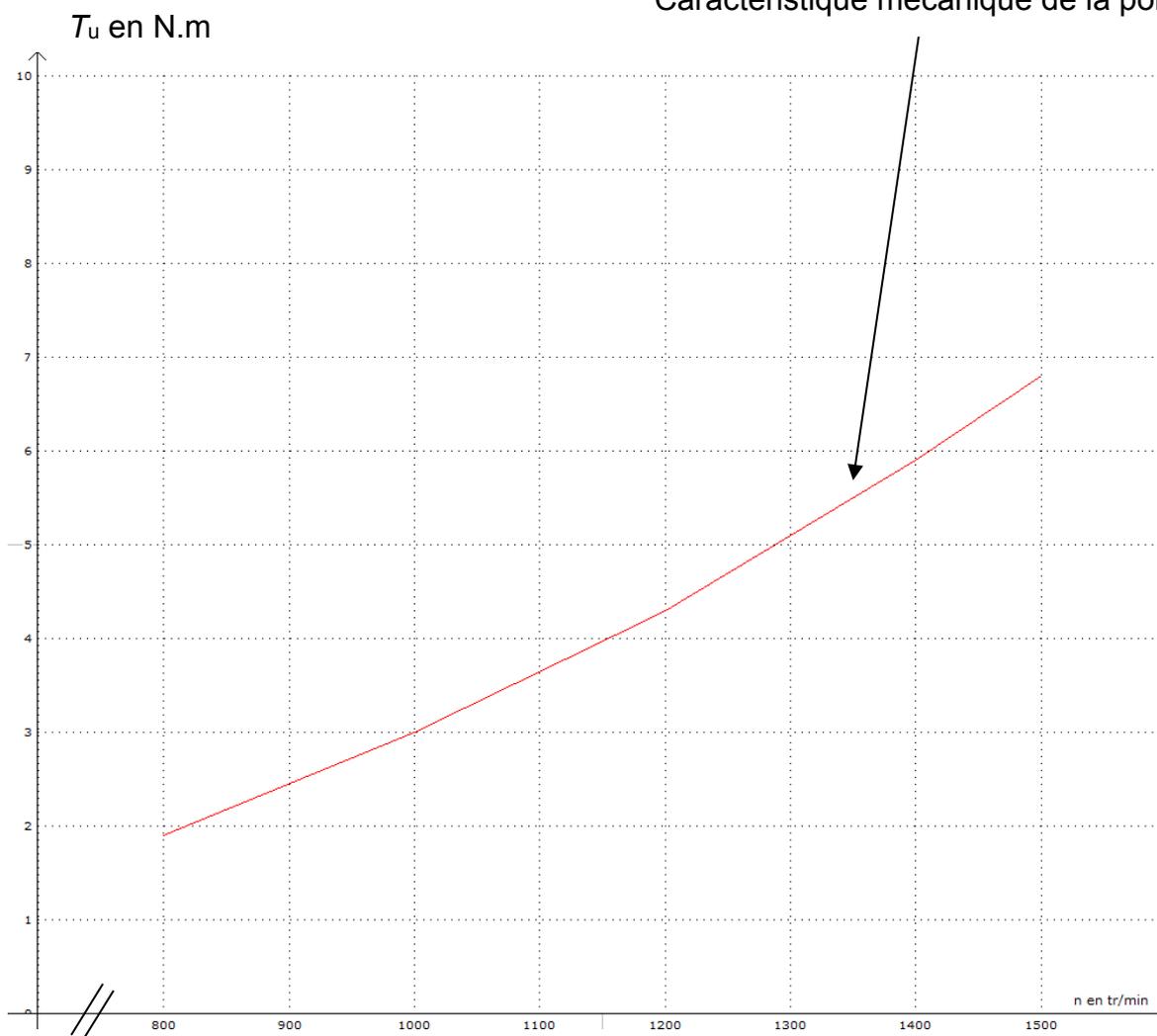
Document réponse 1.

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____



Document réponse 2.

Caractéristique mécanique de la pompe



CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2021	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 6 sur 6