

Brevet de technicien supérieur

Fluides Énergies Domotique

Option : toutes

Épreuve E32

Physique et Chimie

Session 2022

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

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

Important

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 9 pages.

Le document réponse page 9 est àagrafer avec la copie.

Rénovation de la chaufferie d'un lycée

Le lycée Roger Deschaux à Sassenage en Isère a fait l'objet d'une rénovation des ateliers qui s'est achevée en 2018. On s'intéresse à la nouvelle chaufferie de cette structure. La chaudière en place est située dans un local fermé qui doit être ventilé.



A. Déperditions thermiques et ventilation du local

La chaudière dissipe une quantité de chaleur dans le local lors de son fonctionnement. Un système d'aération a été prévu pour que la température intérieure du local ne dépasse pas une température de 25 °C.

L'objectif de cette partie est de déterminer la puissance dissipée naturellement afin de vérifier si une ventilation forcée est nécessaire.

I. Détermination de la puissance dissipée

1. On dispose, en annexe 1, de la documentation technique de la chaudière notifiant la valeur du coefficient de transmission thermique surfacique global U de ses parois.

1.1. Retrouver cette valeur dans la documentation technique de la chaudière.

1.2. On souhaite calculer le flux thermique surfacique Φ traversant les parois de la chaudière. Citer les grandeurs physiques que l'on doit mesurer.

2. La température à l'intérieur du local doit rester constante $\theta_{local} = 25$ °C.

2.1. On lit la température dans le corps de la chaudière $\theta_{chaudière} = 200$ °C. Calculer le flux thermique surfacique Φ correspondant.

2.2. En s'aidant de la documentation technique de la chaudière en annexe 1, calculer la puissance thermique P_{th} perdue. On assimilera la cuve d'eau chaude à un parallélépipède.

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 1/9

II. Dimensionnement de l'aération en vue d'une motorisation

Sur la période hivernale, on mesure sur les bouches d'aération de la chaufferie, une température d'entrée d'air $\theta_{entrée} = 5,0 \text{ °C}$ et une température de sortie d'air $\theta_{sortie} = 30 \text{ °C}$.

Données de la partie A.II :

Capacité thermique massique de l'air : $c_{air} = 1\,004 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Différence de masse volumique entre l'air chaud entrant et l'air froid sortant du conduit:

$$\Delta\rho = \rho_{air\ froid} - \rho_{air\ chaud}$$

Hauteur de la cheminée : $H = 9,0 \text{ m}$,

Accélération de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$

Dépression $\Delta p = \Delta\rho \cdot g \cdot H$

1. Calculer le débit massique d'air $q_{m(air)}$ circulant entre ces deux bouches d'aération pour l'évacuation de $P_{th} = 1,4 \text{ kW}$.

2. On donne en annexe 2, la variation de la masse volumique en fonction de la température.

2.1. En déduire le débit volumique $q_{v(air)}$ de cet air à 30 °C .

2.2. L'air chaud s'évacue par une cheminée de diamètre $D = 60 \text{ cm}$.

Calculer la vitesse d'évacuation v pour un débit volumique $q_{v(air)} = 0,050 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$

3. L'évacuation de l'air chaud se fait par aspiration naturelle au travers de la cheminée. La différence de masse volumique entre l'air chaud (entrant dans le conduit à 30 °C) et l'air refroidi (sortant à $5,0 \text{ °C}$) provoque une dépression Δp .

3.1. Calculer cette dépression.

3.2. Cette dépression naturelle correspond à une vitesse de déplacement de l'air v' dans la cheminée.

Dans les conditions d'étude, la vitesse peut être déterminée par la relation :

$$v' = \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_{moyen}}}$$

La calculer et la comparer avec la vitesse nécessaire d'évacuation v de l'air du local.

Une ventilation forcée sera-t-elle nécessaire?

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 2/9

B. Circulation de l'eau de chauffage

La chaudière est alimentée en gaz de ville. Elle permet de chauffer l'eau qui va circuler dans les radiateurs.

L'objectif de cette partie est d'évaluer le rendement du système {pompe + moteur} permettant la circulation de l'eau.

1. Cette circulation en circuit fermé est réalisée par une pompe, elle-même actionnée par un moteur asynchrone triphasé.

Le débit de circulation est contrôlé par un débitmètre qui indique un débit volumique q_v de $1\,400\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$.

1.1. En utilisant l'abaque donnée en annexe 3, déterminer la pompe nécessaire pour une hauteur de pompage $H = 51\text{ m}$ équivalent à une hauteur manométrique $H_m = 5,1\cdot 10^5\text{ Pa}$.

1.2. Montrer que la puissance hydraulique P_{hydro} est proche de 200 W .

Donnée : $P = q_v \cdot H_m$

2. Le moteur de la pompe est alimenté par un réseau triphasé 230/400 ; 50Hz.

Vous disposez, en annexe 3, de sa documentation technique.

2.1. Relever, les grandeurs physiques nécessaires pour calculer le facteur de puissance de ce moteur.

2.2. Calculer ce facteur de puissance $\cos\varphi$.

2.3. Calculer le rendement η du système.

Commenter la performance de ce système.

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 3/9

C. Analyse de l'eau

Un adoucisseur est déjà installé sur l'arrivée d'eau.

L'objectif de cette partie est de vérifier si lors de cette rénovation cet adoucisseur peut être conservé ou s'il doit être remplacé.

A cette fin un dosage est réalisé pour calculer le titre hydrotimétrique de l'eau en sortie de l'adoucisseur.

Donnée :

titre hydrotimétrique, les concentrations étant exprimées en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$$T.H = \frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{10^{-4}},$$



I. Réalisation expérimentale

1. Légender le schéma proposé en document réponse 1.
2. Proposer un protocole expérimental permettant de réaliser le dosage d'un prélèvement d'eau, V_0 de 20 mL par une solution d'EDTA de concentration $C_{EDTA} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, en vous aidant de l'annexe 4.
3. L'équivalence est atteinte pour un volume $V_{eq} = 8,0 \text{ mL}$.
Expliquer précisément le changement de couleur observé à l'équivalence où $([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$ de l'eau en sortie de l'adoucisseur vaut : $C_{EDTA} \times V_{eq} / V_0$.

II. Interprétation des résultats expérimentaux

1. Calculer la valeur du titre hydrotimétrique TH en rédigeant clairement les étapes de raisonnement.
2. À l'aide du document fourni en annexe 4, rédiger une note de service pour le maître d'œuvre concluant sur la possibilité de conserver l'adoucisseur.

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 4/9

Annexe 1 Document technique chaudière



Vitotronic 300 type GW29, régulation numérique de chaudière et de chauffage en fonction de la température extérieure

Profitez de ces avantages

- La plus grande chaudière gaz à condensation en acier inoxydable
Puissance nominale : 787 à 1400 kW (température d'eau primaire de 50/30°C)
Puissance nominale : 720 à 1280 kW (température d'eau primaire de 80/60°C)
- Rendement global annuel allant jusqu'à 98 % sur PCS/109 % sur PCI
- Pression de service : 6 bars
- Grande fiabilité et longue durée de vie grâce aux surfaces d'échange Inox-Crossal en acier inoxydable
- Surface d'échange verticale Inox-Crossal pour un échange de chaleur et un niveau de condensation élevés
- Effet auto-nettoyant permanent grâce aux surfaces d'échange lisses
- Respect des limites d'émissions strictes
- Combustion propre grâce à la faible charge thermique de la chambre de combustion
- Mise en place aisée grâce à l'exécution par élément
- Deux manchons retour pour une intégration à l'installation favorisant particulièrement la condensation
- Régulation Vitotronic positionnée sur le côté au niveau des yeux
- Utilisation des tous les brûleurs gaz standards
- Coefficient de transfert thermique $U = 0,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

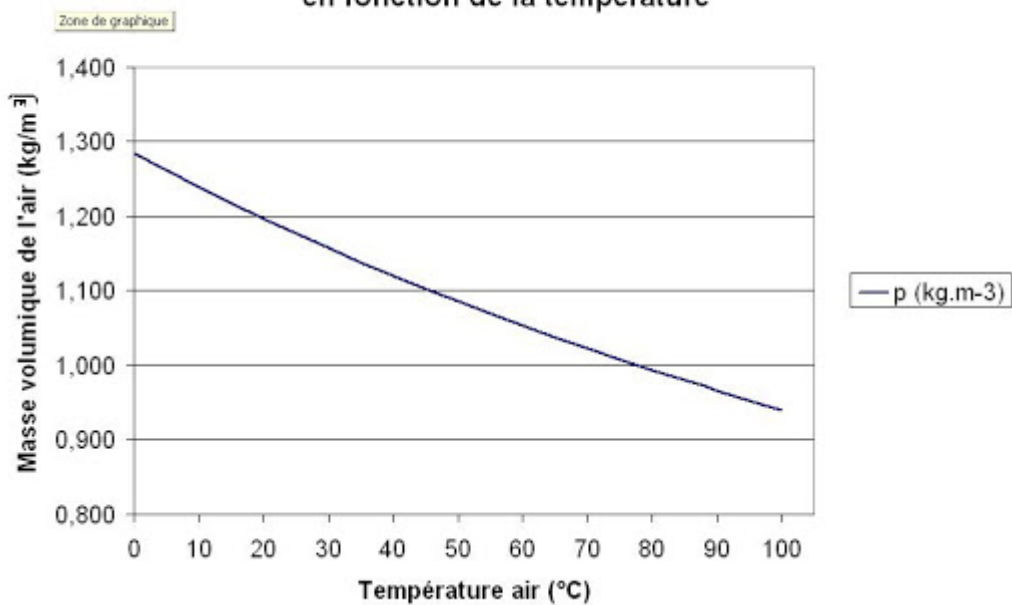


Puissance nominale (50/30°C) kW	787
Puissance nominale (80/60°C) kW	720
Dimensions totales	
Longueur mm	3021
Largeur mm	1114
Hauteur mm	1550
Poids avec isolation kg	1553
Capacité eau de chaudière litres	1407

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 5/9

Annexe 2
Masse volumique de l'air

Graphique de la variation de la masse volumique de l'air
en fonction de la température



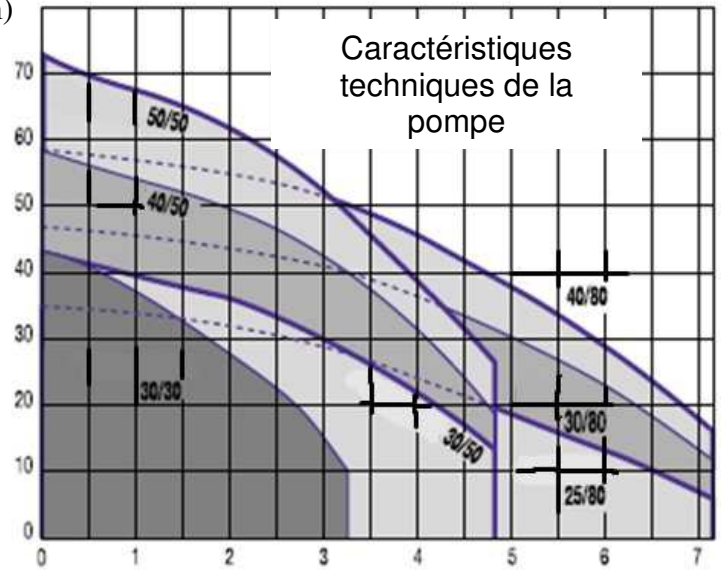
BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 6/9

Annexe 3 Système moteur pompe

Pompes



H
(m)



Q
(m³/h)

Documentation technique du moteur de la pompe

Type	Code	Caractéristiques électriques						Caractéristiques hydrauliques (v = 2800 tr/min)																	
		Alimentation 50 Hz	P 1		P 2		Ampères A	Condensateur µF	Vc	Q															
			Maxi kW	Nominale kW	HP	m ³ /h				0	0,6	1,2	1,8	2,4	3	3,3	3,6	4,2	4,8	6	7,2				
30/30 M	030080	1 x 220-240 V -	0,720	0,45	0,6	3,2	12,5	450	H (m)	46	42,2	37,8	31,2	23,3	14,3	9,5									
30/30 T	030085	3 x 230-400 V -	0,700	0,45	0,6	2,2 - 1,3	-	-		42,2	40,2	38,2	36,2	33,8	30	27,5	24,8	19,5	14						
30/50 M	030100	1 x 220-240 V -	0,880	0,55	0,75	3,9	12,5	450		57,7	55,3	52,8	50,1	47,1	42,7	39,5	35,8	28	19,2						
30/50 T	030105	3 x 230-400 V -	0,870	0,55	0,75	2,8 - 1,6	-	-		72	68,5	65,5	62,1	58,2	52,2	48	43,8	34,5	26						
40/50 M	030110	1 x 220-240 V -	1,200	0,75	1	5,3	20	450		34	33,7	33,2	32	30,5	28,7	27,5	26	23,9	21	14,5	6,3				
40/50 T	030115	3 x 230-400 V -	1,180	0,75	1	3,8 - 2,2	-	-		47,3	47	46,3	45,2	43,5	41	39,9	38	34,8	31	23	12				
50/50 M	030120	1 x 220-240 V -	1,480	1	1,36	6,3	25	450		59	58	57	56	54	51	49,5	47,5	43,8	39,5	29,5	16				
50/50 T	030125	3 x 230-400 V -	1,440	1	1,36	4,4 - 2,5	-	-																	
25/80 M	030130	1 x 220-240 V -	0,880	0,55	0,75	3,9	12,5	450																	
25/80 T	030135	3 x 230-400 V -	0,870	0,55	0,75	2,8 - 1,6	-	-																	
30/80 M	030140	1 x 220-240 V -	1,200	0,8	1,1	5,3	20	450																	
30/80 T	030145	3 x 230-400 V -	1,180	0,8	1,1	3,8 - 2,2	-	-																	
40/80 M	030150	1 x 220-240 V -	1,480	1	1,36	6,5	25	450																	
40/80 T	030155	3 x 230-400 V -	1,440	1	1,36	4,4 - 2,5	-	-																	

BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 7/9

Annexe 4
Dureté de l'eau

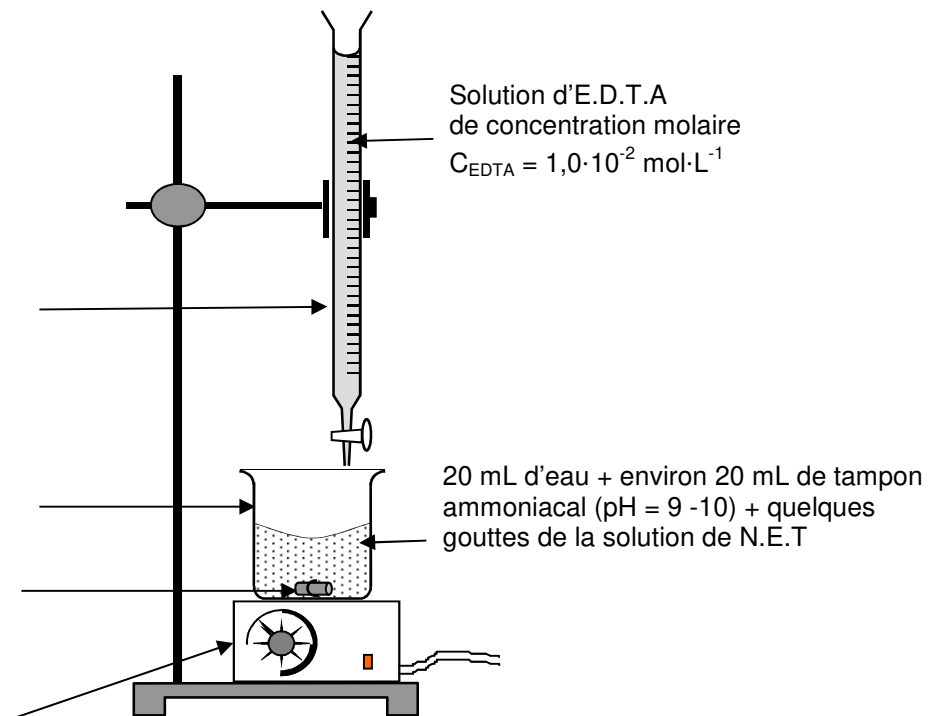
La solution titrante de EDTA réagit avec les ions calcium Ca^{2+} et Magnésium Mg^{2+} dans les mêmes proportions stoechiométriques $n_{\text{EDTA}} = (n_{\text{Ca}^{2+}} + n_{\text{Mg}^{2+}})$

Le N.E.T est un indicateur coloré de couleur **bleu**. En présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , il prend une couleur **rose**.

Plage de valeurs du titre hydrotimétrique :

TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+ 40
Eau	très douce	eau douce	plutôt dure	dure	très dure

Dosage des ions responsables de la dureté de l'eau



BTS Fluide Énergies Domotique	sujet	session 2022
épreuve E32 : physique et chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C		page 9/9