

**Corrigé**  
**BTS Fluides Énergies Domotique**  
**Épreuve E42 – Physique et chimie associées au système**  
**Hôtel de Ville**

*Le respect des règles concernant les chiffres significatifs en référence au programme sera explicitement pris en compte dans la correction.*

*Pour la session 2019 : le non-respect sera sanctionné jusqu'à 0,5 point sur l'ensemble de la copie.*

Question	Réponse attendue
<b>A. Pompe à chaleur</b>	
<b>I. Description du cycle de la pompe à chaleur</b>	
1.	AB = compression / isentropique BC = refroidissement / isobare CD = liquéfaction /isobare et isotherme DE = détente / isenthalpique EA = vaporisation / isobare et isotherme
2.	$h_A = 425 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ $h_B = 460 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ $h_C = 430 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ $h_D = h_E = 290 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
3.	La compression étant adiabatique (isentropique), on peut évaluer le travail fourni par la variation d'enthalpie du fluide. Travail massique reçu au niveau du compresseur : $w = h_B - h_A$ Application numérique : $w = 460 - 425 = 35 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
<b>II. Efficacité de la pompe à chaleur</b>	
1.	Efficacité de la pompe à chaleur : $e = \frac{q_c}{W_t}$ Application numérique : $e = 170 / 35 ; e = 4,9$
2.	Pour 1 kJ d'énergie électrique consommée par le compresseur, la pompe à chaleur peut théoriquement fournir 4,9 kJ de chaleur

Question	Réponse attendue
<b>B. Échanges thermiques de l'enveloppe du bâtiment</b>	
<b>I. Description des trois modes de transfert thermique</b>	
	1 = Conduction ; mouvements microscopiques des particules d'un matériau 2 = Convection ; mouvements d'ensembles des particules d'un fluide 3 = Rayonnement ; ondes électromagnétiques
<b>II. Calcul du flux thermique à travers la paroi</b>	
1.	Résistance thermique $R$ : $R = \frac{1}{S} \left( \frac{e}{\lambda} + R_{si} + R_{se} \right)$ Application numérique : $R = (1 / 1\,056) \times (0,16 / 0,032 + 0,13 + 0,04) ; R = 4,90 \cdot 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
2.	Flux thermique $\Phi$ : $\Phi = \frac{\Delta\theta}{R}$ Application numérique : $\Phi = (20 + 4) / 4,90 \cdot 10^{-3} ; \Phi = 4,9 \text{ kW}$

Question	Réponse attendue
<b>C. Adoucisseur d'eau</b>	
<b>I. Principe de fonctionnement de la résine échangeuse d'ions</b>	
1.	Une eau trop dure génère des problèmes d'entartrage (dépôts dans les appareils utilisant de l'eau chaude, traces sur les surfaces). C'est pourquoi il faut prévoir un dispositif d'adoucissement.
2.	Ce sont les ions $\text{Ca}^{2+}$ et $\text{Mg}^{2+}$ . La résine échangeuse d'ions fait diminuer la dureté de l'eau car elle capte les ions $\text{Ca}^{2+}$ et $\text{Mg}^{2+}$ responsables de la dureté et remplace chaque ion par deux ions $\text{Na}^+$ .

BTS Fluide Énergies Domotique	corrigé	session 2019
épreuve E42 : physique et chimie associées au système	durée : 2 heures	coefficient : 2
Code : 19FE42PCA1-C		page 2/4

Question	Réponse attendue
<b>II. Étude quantitative de l'adoucissement</b>	
1.	<p>* Concentration initiale <math>C_i</math> d'ions <math>\text{Ca}^{2+}</math> et <math>\text{Mg}^{2+}</math> : <math>C_i = TH_i \times 10^{-4}</math>  <math>= 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}</math></p> <p>* Concentration finale <math>C_f</math> d'ions <math>\text{Ca}^{2+}</math> et <math>\text{Mg}^{2+}</math> : <math>C_f = TH_f \times 10^{-4}</math>  <math>= 1,0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}</math></p> <p>* Quantité initiale <math>n_i</math> d'ions <math>\text{Ca}^{2+}</math> et <math>\text{Mg}^{2+}</math> : <math>n_i = C_i \cdot V = 250 \text{ mol}</math></p> <p>* Quantité finale <math>n_f</math> d'ions <math>\text{Ca}^{2+}</math> et <math>\text{Mg}^{2+}</math> : <math>n_f = C_f \cdot V = 100 \text{ mol}</math></p> <p>* Quantité <math>n</math> d'ions <math>\text{Ca}^{2+}</math> et <math>\text{Mg}^{2+}</math> confondus captées par la résine  <math>n = n_i - n_f = 250 - 100 = 150 \text{ mol}</math></p>
2.	<p>À l'aide des valeurs de <math>TH_i</math> et <math>TH_f</math> de l'eau permettent de déterminer la concentration en ions <math>\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}</math> avant et après traitement, on détermine la quantité de matière d'ions <math>\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}</math> qui ont été remplacés.  Sachant qu'il faut deux ions <math>\text{Na}^+</math> pour remplacer un ion <math>\text{Ca}^{2+}</math> ou <math>\text{Mg}^{2+}</math>, on peut ensuite calculer la quantité de matière d'ions <math>\text{Na}^+</math> consommée. Et ensuite calculer la masse de <math>\text{NaCl}</math> nécessaire.</p> <p>* Quantité <math>n_{\text{Na}^+}</math> d'ions <math>\text{Na}^+</math> libérés  <math>n_{\text{Na}^+} = 150 \times 2 = 300 \text{ mol}</math></p> <p>* Quantité <math>n_{\text{NaCl}}</math> de chlorure de sodium <math>\text{NaCl}</math> nécessaire : Chaque molécule de <math>\text{NaCl}</math> libère un seul ion <math>\text{Na}^+</math> donc :  <math>n_{\text{NaCl}} = n_{\text{Na}^+} = 300 \text{ mol}</math></p> <p>* Masse molaire du chlorure de sodium <math>\text{NaCl}</math> : <math>M_{\text{NaCl}} = M_{\text{Na}} + M_{\text{Cl}}</math></p> <p>Application numérique :  <math>M_{\text{NaCl}} = 23,0 + 35,5 = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}</math></p> <p>* Masse de chlorure de sodium <math>\text{NaCl}</math> nécessaire : <math>m = n_{\text{NaCl}} \cdot M_{\text{NaCl}}</math>  <math>m = 300 \times 58,5 = 17,6 \text{ kg}</math></p>

BTS Fluide Énergies Domotique	corrigé	session 2019
épreuve E42 : physique et chimie associées au système	durée : 2 heures	coefficient : 2
Code : 19FE42PCA1-C	page 3/4	

Question	Réponse attendue
<b>D. Panneaux solaires thermique</b>	
<b>I. Condition de pression pour le remplissage du système</b>	
	<p>Principe fondamental de l'hydrostatique :</p> $\Delta p = \rho \cdot g \cdot h$ <p>Application numérique : <math>\Delta p = 1\,020 \times 9,81 \times 12,0 = 1,20</math> bar Pression <math>p_P</math> à la purge P :</p> $p_P = p_A - \Delta p$ <p>Avec :</p> <p><math>p_P</math> = pression à la purge en bar  <math>p_A</math> = pression d'alimentation = 3,00 bar  <math>\Delta p</math> = différence de pression entre l'alimentation et la purge en bar</p> <p>Application numérique : <math>p_P = 3,00 - 1,20</math> ; <math>p_P = 1,80</math> bar  <math>p_P = 1,80</math> bar &gt; <math>p_{atm} = 1,0</math> bar  Le remplissage du système sera complet car la pression au point P sera supérieure à la pression atmosphérique.</p>
<b>II. Rendement des panneaux solaires</b>	
	<p>Puissance solaire arrivant sur les panneaux</p> $P_{panneaux} = P_{solaire} \times S \times 3 = 0,70 \times 3 \times 1,8 = 3,8$ kW Rendement des panneaux solaires :
	$\eta = \frac{P_{glycol}}{P_{panneaux}}$ <p>Application numérique : <math>\eta = 2,31 / 3,8</math> ; <math>\eta = 0,61</math></p>

Question	Réponse attendue
<b>E. Nuisances sonores</b>	
1.	Cette pondération permet de se rapprocher de la perception réelle de l'oreille humaine
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Au mieux, supprimer le danger : éteindre la PAC</li> <li>- Mettre en place une protection collective : isolant sonore</li> </ul> <p>En dernier lieu, fournir des protections individuelles</p> <p>Évaluer une exploitation cohérente des documents</p>

BTS Fluide Énergies Domotique	corrigé	session 2019
épreuve E42 : physique et chimie associées au système	durée : 2 heures	coefficient : 2
Code : 19FE42PCA1-C		page 4/4