

BTS FED Physique et chimie associées au système 2017

Corrigé

A - Installation et équipements électriques

I- 1. L'alimentation électrique du lycée est caractérisée par une puissance apparente de 240 kVA (inférieure à 250 kVA) de sorte que le réseau d'alimentation électrique est le réseau public BT 230V/400V.

2. La valeur efficace de la tension composée est de 400 V.

3.

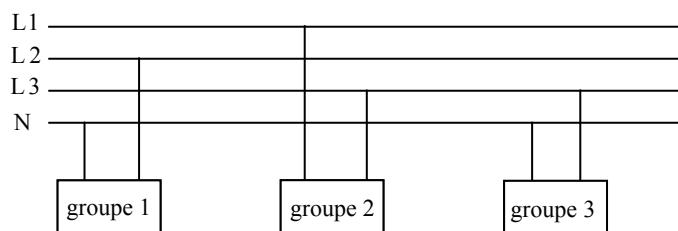
Inconvénient : L'équilibrage des phases est indispensable.

Avantages : la puissance délivrée peut être plus importante

La distance entre le point de consommation et le point de livraison peut être plus importante.

II- 1. Tableau :

Groupes	1	2	3
Tension d'alimentation (en V)	230	400	230



2. Le système technique T_1 du groupe 2 est un transformateur abaisseur de tension :

Valeur efficace de la tension en entrée : 400 V

Valeur efficace de la tension en sortie : 230 V

3. Le rôle du système technique T_2 du groupe 3 permet de redresser et filtrer la tension d'entrée afin d'obtenir une tension continue de 24 V.

III- 1. Le moteur utilisé est un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil.

2. La puissance électrique $P_{\text{élec}}$ absorbée par le moteur est reliée à la puissance utile $P_u = 3,7 \text{ kW}$ et au rendement du moteur $\eta = 0,74$.

$$P_{\text{élec}} = \frac{P_u}{\eta}$$

$$\text{A.N. : } P_{\text{élec}} = 0,50 \text{ kW}$$

B - Systèmes d'appoint et/ou de secours à la production d'eau chaude par pompe à chaleur, PAC

I - Condensation de la vapeur d'eau

L'énergie Q_1 reçue par le circuit de chauffage grâce à la condensation de la vapeur d'eau s'écrit :

$$Q_1 = m_{\text{eau}} \times L_v \quad \text{avec : } m_{\text{eau}} = 2,25 \text{ kg ; } Q_1 = 5,09 \times 10^3 \text{ kJ}$$

II - Refroidissement des produits

1. L'énergie Q_2 reçue par le circuit de chauffage grâce au refroidissement du diazote de 170 °C à 45 °C s'écrit :

$$Q_2 = m_{N_2} \times c \times \Delta\theta \quad \text{avec : } m_{N_2} = 0,875 \text{ kg et } \Delta\theta = 125\text{ °C} ; \quad Q_2 = 115 \text{ kJ}$$

2. L'énergie Q_3 reçue s'écrit :

$$Q_3 = m_{\text{eau}} \times c_{\text{vap eau}} \times \Delta\theta_{\text{vap}} \quad \text{avec : } \Delta\theta_{\text{vap}} = 70\text{ °C} ; \quad Q_3 = 317 \text{ kJ}$$

3. L'énergie Q_4 s'écrit :

$$Q_4 = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau liq}} \times \Delta\theta_{\text{eau}} \quad \text{avec : } \Delta\theta_{\text{eau}} = 55\text{ °C} ; \quad Q_4 = 520 \text{ kJ}$$

Remarque : L'énergie Q_5 reçue par le circuit de chauffage grâce au refroidissement du dioxyde de carbone s'écrit : $Q_5 = m_{CO_2} \times c \times \Delta\theta_{\text{tot}}$ avec : $\Delta\theta_{\text{tot}} = 125\text{ °C}$ et $m_{CO_2} = 2,75 \text{ kg}$; on trouve effectivement le résultat donné par l'énoncé.

III. Intérêt de la chaudière à condensation

La « récupération de chaleur » totale Q (hors condensation) s'écrit : $Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ et vaut $Q = 1,31 \text{ MJ}$

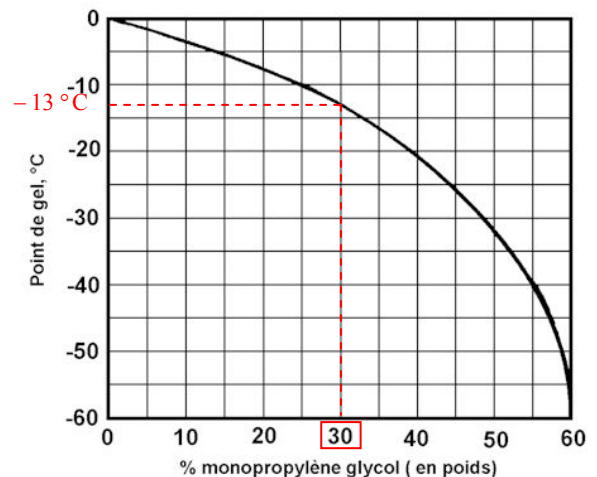
Cette chaleur Q reste toutefois bien inférieure à Q_1 .

Cette chaudière est appelée « à condensation » car la chaleur de condensation de la vapeur d'eau représente un apport de chaleur nettement supérieure à celle de « récupération ».

C - Chauffe-eau solaire pour les logements individuels

I - Mise en service du circuit primaire

1. Les températures extrêmes sur le site peuvent être de l'ordre de -13 °C ; le pourcentage en masse de monopropylène glycol à utiliser est donc de 30 %.



2. Il faut 44 L d'eau glycolée à 30 % pour l'installation. La masse de monopropylène glycol nécessaire est donc contenue dans 22 L de la solution commandée ; il faut donc utiliser un peu plus de deux bidons et diluer la solution concentrée avec de l'eau afin d'obtenir au final les 44 L souhaités.

II. Élévation de température de l'eau du ballon

L'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) donne pour un capteur solaire dans le sud de la France une énergie moyenne de rayonnement de $1,80 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$.

Le rendement énergétique du capteur solaire est de 70,0 %.

Le ballon a une contenance de 500 L.

La chaleur massique de l'eau liquide $c_{\text{eau liq}}$ est égale à $4,20 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

La masse volumique de l'eau est de 1000 kg.m^{-3} .

1. L'énergie E fournie à l'eau du ballon par les capteurs solaires (surface totale de 20 m^2) en une journée s'écrit :

$$E = 1,80 \text{ kWh.m}^{-2} \times 20 \text{ m}^2 \times \eta_{\text{panneau}} ; \text{ on obtient bien : } E = 90,7 \text{ MJ}$$

2. En supposant un échange de chaleur optimal entre l'eau du ballon et l'échangeur, l'énergie emmagasinée par l'eau du ballon est bien égale à E ; elle s'écrit :

$$E = M \times c_{\text{eau liq}} \times \Delta T_{\text{max}} \text{ avec } M = 1000 \text{ kg.m}^{-3} \times 0,5 \text{ m}^3 = 500 \text{ kg}$$

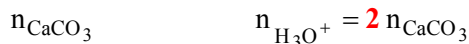
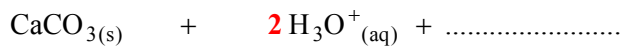
On en déduit : $\Delta T_{\text{max}} = \frac{E}{M \times c_{\text{eau liq}}}$ et : $\Delta T_{\text{max}} = 43 \text{ }^\circ\text{C}$

3. Après plusieurs jours de fort ensoleillement sans soutirage, l'installation risque d'être en surchauffe ; il faut, prévoir, dans les régions très ensoleillées, un dispositif qui interrompt la boucle solaire dans une telle situation.

D – Nettoyage du ballon d'eau chaude

I. L'eau est extrêmement dure dans l'Hérault. Les dépôts de calcaire peuvent expliquer ce dysfonctionnement.

II. L'équation de la réaction permet de conclure quant aux quantités :



1. Le volume V d'acide chlorhydrique nécessaire s'écrit : $V \times C = n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ soit : $V = \frac{2 n_{\text{CaCO}_3}}{C}$

Avec : $C = 10^{-1} \text{ mol.L}$ puisque la solution d'acide chlorhydrique a un pH de 1.

Masse molaire du calcaire : $M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g.mol}^{-1}$

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{1000 \text{ g}}{100,1 \text{ g.mol}^{-1}} = 10 \text{ mol}$$

Pour éliminer une masse de 1,0 kg de calcaire, il faut donc 200 L d'acide chlorhydrique.

2. Le volume obtenu est trop important ; il faut, par exemple, prévoir l'adoucissement de l'eau afin d'éviter l'entartrage du ballon et des canalisations..