

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**BREVET PROFESSIONNEL  
MONTEUR DEPANNEUR EN FROID ET CLIMATISATION**

Session 2011

**E.1 A - ETUDE TECHNOLOGIQUE DES INSTALLATIONS**

**Matériel à fournir par le candidat :**

Crayon gris, stylos ou feutres ou crayons de différentes couleurs, règle 200 mm, calculatrice.

Calculatrice autorisée

**Composition du sujet**

Dossier technique		DT 1/8 à DT 8/8
Documents réponses		DR
Partie 1	Psychrométrie	DR2/14 à DR5/14
Partie 2	Thermodynamique	DR6/14 à DR 10/14

Question	Note	Page
<b>Partie 1 Psychrométrie</b>		
a	/5	DR11
b	/5	DR4
c	/4	DR4
d	/1	DR4
e	/2	DR4
f	/2	DR5
g	/2	DR5
h	/2	DR5
<b>TOTAL</b>	<b>/20</b>	
<b>Partie 2 Thermodynamique</b>		
a	/10	DR13
b	/10	DR7
c	/2	DR9
d	/2	DR9
e	/2	DR9
f	/2	DR10
g	/2	DR10
<b>TOTAL</b>	<b>/30</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>/20</b>	

<b>BP MONTEUR DEPANNEUR EN FROID ET CLIMATISATION</b>	Document correction Session 2011
E.1-A (U11) : PHYSIQUE APPLIQUEE	
Durée de l'épreuve : 2h	Coef : 3
	<b>DC1/12</b>

**Contexte :**

Vous êtes chargé de contrôler les performances de l'évaporateur double flux du laboratoire principal après mise en service de ce dernier.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

Du schéma général du laboratoire SGI laboratoire (DT4)

De relevés de mesures sur l'évaporateur du laboratoire principal (DT5)

De documentation technique sur l'évaporateur du laboratoire principal (DT6)

D'un formulaire (DT8)

**Vous devez : (travail demandé)**

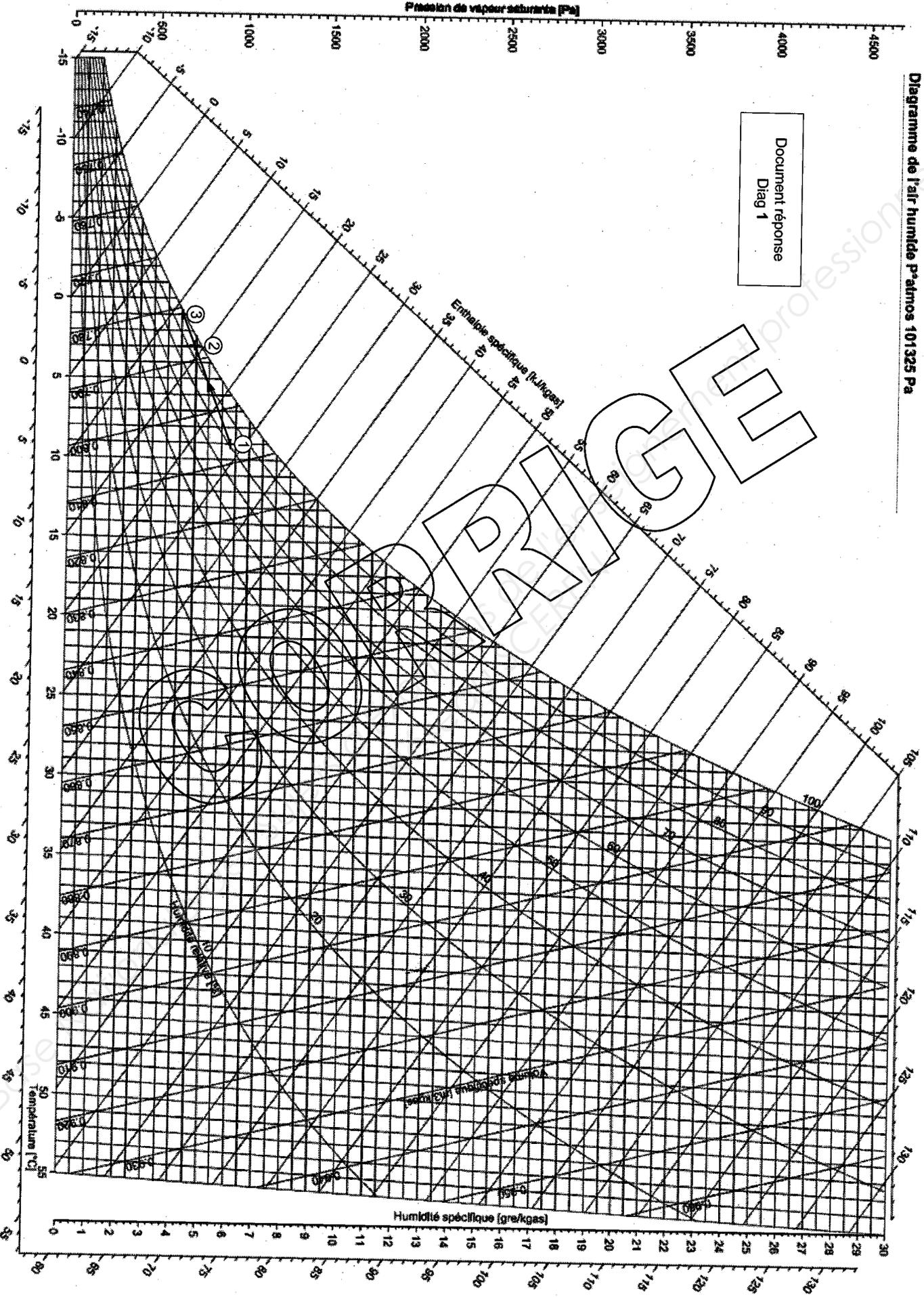
<b>Vous devez : (travail demandé)</b>		<b>Réponse sur :</b>
a. Tracer l'évolution de l'air traversant l'évaporateur.		Diag 1 page DR11
b. Relever les caractéristiques des 2 points du tracé Diag 2 page DR12 dans un tableau.		page DR3
c. Calculer la surface totale en $[m^2]$ de soufflage des batteries de l'évaporateur double flux.		page DR3
d. Calculer le débit volumique d'air total traversant l'évaporateur.		page DR3
e. Calculer le débit massique d'air total traversant l'évaporateur.		page DR4
f. Déterminer la puissance réelle de l'évaporateur en $[W]$ .		page DR4
g. Déterminer l'efficacité de l'évaporateur en $[\%]$ .		page DR5
h. Calculer la quantité de condensat évacué en $[Kg/h]$ .		page DR5

**Critères d'évaluation :****Notation**

a. Le tracé est juste, propre et précis (3 points). Les points sont repérés (1 point). Une flèche indique le sens de l'évolution de l'air (1 point).	Sur 5
b. Les relevés sont justes et précis, les unités sont exactes.	Sur 5
c. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule).	Sur 1
d. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule).	Sur 1
e. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule).	Sur 2
f. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule).	Sur 2
g. Le résultat et son unité sont justes	Sur 2
h. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule).	Sur 2

Il est demandé aux candidats de fournir les données nécessaires aux calculs, les formules littérales, les détails des calculs ainsi que les résultats avec leurs unités.

Document réponse  
Diag 1



b. Tableau de relevés de caractéristiques de l'évolution Diag 2 page DR12:  
 (-1 par mauvaise réponses)

Point	$\Theta_s$	$\Theta_r$	$\Theta_h$	$\varphi$	H	Vs	r
A	12 [°C]	7.7 [°C]	9.7 [°C]	75 [%]	28.5 [Kj/Kg]	✓	0.0066 [Kg/Kg]
B	7 [°C]	✓	✓	86 [%]	20.5 [Kj/Kg]	0.81 [m <sup>3</sup> /Kg]	✓

c. Surface totale de soufflage des batteries de l'évaporateur en [m<sup>2</sup>]:

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Longueur = L = 1500 [mm] soit L = 1.5 [m]  
 Hauteur = H = 280 [mm] soit H = 0.28 [m]

Calculs :

$$\text{Surface} = S = 2 \times L \times H = 2 \times 1.5 \times 0.28 = 0.84 \text{ [m}^2\text{]}$$

**Surface = 0.84 [m<sup>2</sup>]**

d. Débit volumique d'air total traversant l'évaporateur en [m<sup>3</sup>/s]:

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Surface = 0.84 [m<sup>2</sup>]  
 Vitesse moyenne d'air =  $v_{\text{moy}} = 0.76 \text{ [m/s]}$   
 Evaporateur double flux

Calculs :

$$Q_{\text{vas}} = S_{\text{totale}} \times v_{\text{moy}} = 0.84 \times 0.76 = 0.638 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

**Qvas = 0.638 [m<sup>3</sup>/s]**

e. Débit massique d'air total traversant l'évaporateur en [Kg3/s]:

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Débit volumique =  $Q_{\text{vas}} = 0.638 \text{ [m}^3\text{/s]}$   
 Volume spécifique au soufflage =  $V_{s_2} = 0.7875 \text{ [m}^3\text{/kg]}$

Calculs :

$$Q_{\text{mas}} = \frac{Q_{\text{vas}}}{V_{s_2}} = \frac{0.638}{0.7875} = 0.810 \text{ [kg/s]}$$

**Qmas = 0.81 [kg/s]**

1. Entrée évaporateur	$\Theta_s = 9 [^{\circ}\text{C}]$	$r = 5.75 [\text{ge/kgas}]$	$H = 23.5 [\text{kJ/kgas}]$
2. Soufflage	$\Theta_s = 2.5 [^{\circ}\text{C}]$	$r = 4.25 [\text{ge/kgas}]$	$H = 13 [\text{kJ/kgas}]$
3. Point de sortie théorique (efficacité 100%)	$\Theta_s = 1 [^{\circ}\text{C}]$	$r = 4 [\text{ge/kgas}]$	$H = 11 [\text{kJ/kgas}]$
Débit massique total traversant l'évaporateur : 3257 [Kg/h]			

D'après les relevés du tableau ci-dessus on vous demande de déterminer :

f. Puissance réelle de l'évaporateur en [W]:

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Débit massique =  $Q_{\text{mas}} = 3257 [\text{kg/h}]$

Enthalpie entrée =  $H_1 = 23.5 [\text{kJ/kgas}]$

Enthalpie sortie =  $H_2 = 13 [\text{kJ/kgas}]$

Calculs :

$$P_o = Q_{\text{mas}} \times \Delta H = Q_{\text{mas}} \times (H_1 - H_2) = (3257/3600) \times (23.5 - 13) = 9.45 [\text{kw}]$$

$$P_o = 9450 [\text{w}]$$

g. Efficacité de l'évaporateur en [%]:

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Puissance réelle de l'évaporateur =  $P_o = 9.45 [\text{kw}]$

Puissance maximum théorique pour une efficacité de 100% =  $P_{o_{\text{max}}} = ?$

Calculs :

$$P_{o_{\text{max}}} = Q_{\text{mas}} \times \Delta H = Q_{\text{mas}} \times (H_1 - H_3) = 0.9 \times (23.5 - 11) = 11.25 [\text{kw}]$$

$$\Sigma = \frac{P_o}{P_{o_{\text{max}}}} = \frac{9.45}{11.25} = 0.84$$

$$\Sigma = 84\%$$

h. Quantité de condensat évacué chaque heure en [kg]:  
(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Teneur en humidité de l'air aspiré =  $r_1 = 0.00575$  [kge/kgas]

Teneur en humidité de l'air soufflé =  $r_2 = 0.00425$  [kge/kgas]

Calculs :

$$Q_{\text{eau}} = Q_{\text{mas}} \times (r_1 - r_2) = 0.81 \times (0.00575 - 0.00425) = 0.001215 \text{ [kge/s]}$$

$$\text{Soit } Q_{\text{eau}} = 0.001215 \times 3600 = 4.374 \text{ [kge/h]}$$

$Q_{\text{eau}} = 4.374 \text{ [kge/h]}$
--

**Contexte :**

Lors de la mise en service et après une campagne de mesure, on vous demande de tracer le cycle frigorifique de la centrale positive afin de déterminer la puissance des condenseurs.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

De consignes de réalisation du tracé (DR7)

Du schéma de principe de l'installation positive : document SPI (DT7)

D'un formulaire (DT8)

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Réponse sur :</b>
<p>a. Tracer le cycle frigorifique de la centrale positive.</p> <p>b. Relever les caractéristiques des points du tracé Diag 4 page DR 14 dans un tableau.</p> <p>c. Calculer le taux de compression de la centrale.</p> <p>d. Calculer le rendement volumétrique de la centrale.</p> <p>e. Calculer le volume aspiré par la centrale.</p> <p>f. Débit massique de fluide frigorigène aspiré par la centrale :</p> <p>g. Puissance des condenseurs lors de la campagne de mesures :</p>	<p>Diag 2 page DR13</p> <p>page DR8</p> <p>page DR8</p> <p>page DR9</p> <p>page DR9</p> <p>page DR9</p> <p>page DR10</p>

**Critères d'évaluation :****Notation**

- |  |        |
|--|--------|
| a. Le tracé est juste, propre et précis.<br>Les points sont repérés.   | Sur 10 |
| b. Les relevés sont justes et précis.                                  | Sur 10 |
| c. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule). | Sur 2  |
| d. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule). | Sur 2  |
| e. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule). | Sur 2  |
| f. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule). | Sur 2  |
| g. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule). | Sur 2  |

a. Tracer le cycle frigorifique de la centrale positive:

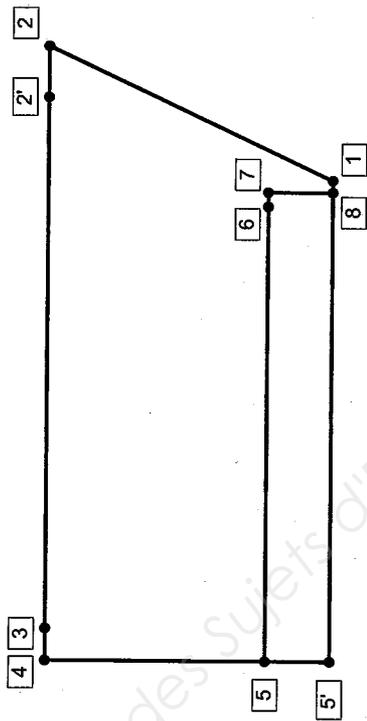
Consignes de réalisation du tracé et relevés du technicien:

Afin de tracer le cycle frigorifique de l'installation positive nous poserons les hypothèses suivantes :

- nous distinguerons :
  - d'une part, l'évaporateur du laboratoire principal ( $\Theta_0$  à déterminer grâce aux documents techniques DT6)
  - d'autre part, l'ensemble des évaporateurs des chambres froides et des laboratoires secondaires ( $\Theta_{\text{moyen}} = -10[^\circ\text{C}]$ ).
- La détente s'effectue de manière isenthalpique.
- Nous supposerons que le sous refroidissement liquide est identique pour l'ensemble de l'installation positive.
- Les pertes de charges dans les canalisations seront négligées.
- Mesures effectuées sur l'installation par le technicien.

	Pression	Température [°C]
1 : Début de compression	3.39	10
2 : Fin de compression	19.5	70
2' : Entrée condenseur		60
3 : Sortie condenseur		40
4 : Entrée détendeur (laboratoire et chambre froide)		35
5 : Sortie détendeur laboratoire		
5' : Sortie détendeur chambre froide		-10
6 : Bulbe du détendeur laboratoire		6
7 : Entrée KVP laboratoire		10
8 : Sortie KVP laboratoire		6

Document réponse  
Diag 2



b. Tableau de relevés de caractéristiques du cycle frigorifique Diag 4 page DR:  
 (-1 par mauvaise réponses)

Points	Pression [bar effectif]	Température [°C]	Enthalpie [Kj/Kg]	Volume massique [m <sup>3</sup> /kg]	Entropie [Kj/Kg.K]	Titre [%]
1	3.4	✓	371	0.048	1.65	✓
2	✓	55	✓	✓	1.651	✓
3	17.25	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	-10	242	✓	✓	32.5

Points	Pression [bar effectif]	Enthalpie [kj/kgff]	Volume massique [m <sup>3</sup> /Kg]
Début de compression	3.31	381	0.051
Fin de compression	19.44	425	0.115
Entrée condenseur		401	
Sortie condenseur		260	
Entrée détenteur		252	

D'après les données ci-dessus effectuées sur cette même installation on vous demande de déterminer :

c. Taux de compression de la centrale :

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

HP = 19.44 bar effectif soit HP = 20.44 bar absolu

BP = 3.31 bar effectif soit BP = 4.31 bar absolu

Calculs :

$$\tau = HP / BP = 20.44 / 4.31 =$$

$\tau = 4.742$

d. Rendement volumétrique de la centrale :

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

$$\zeta = 4.742$$

Calculs :

$$\eta_v = 1 - (0.05 \times \zeta) = 1 - (0.05 \times 4.742) = 0.7629$$

$$\eta_v = 0.763$$

e. Volume aspiré de la centrale :

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

$$\text{Volume balayé} = V_b = 90.83 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$\eta_v = 0.763$$

Calculs :

$$V_{asp} = V_b \times \eta_v = 90.83 \times 0.763 = 69.294 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$V_{asp} = 69.294 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

f. Débit massique de fluide frigorigène aspiré par la centrale :

(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

$$V_{asp} = 69.294 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$\rho = 20 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Calculs :

$$Q_{mff} = V_{asp} \times \rho = 69.294 \times 20 = 1385.88 \text{ [kg/h]}$$

$$\text{Soit } Q_{mff} = 0.3849 \text{ [kg/s]}$$

$$Q_{mff} = 1385.88 \text{ [kg/h]}$$
$$Q_{mff} = 0.3849 \text{ [kg/s]}$$

g. Puissance des condenseurs lors de la campagne de mesures :  
(Barème : 40% pour les données, 40% pour le raisonnement et 20% pour le résultat avec unité)

Données :

Enthalpie entrée condenseur :  $H_2' = 401$  [kJ/kg]

Enthalpie sortie condenseur :  $H_3 = 260$  [kJ/kg]

$Q_{mff} = 0.3849$  [kg/s]

Calculs :

$$\Phi_k = Q_{mff} \times (\Delta H) = Q_{mff} \times (H_2' - H_3) = 0.3849 \times (401 - 260) = 54.27 \text{ [kw]}$$

$$\Phi_k = 54.27 \text{ [kw]}$$