



## Matière : Machines Frigorifiques et Pompes à Chaleur

### TD 01

#### Exercice 1 :

Un réfrigérateur Carnot fonctionne dans une pièce où la température est de  $22^{\circ}\text{C}$  et consomme  $2\text{ kW}$  de puissance en fonctionnement. Si l'intérieur du réfrigérateur doit être maintenu à  $3^{\circ}\text{C}$ , déterminer la quantité de chaleur à extraire de la machine, en une minute.

#### Exercice 2 :

Un système de climatisation fonctionnant sur l'inverse du cycle de Carnot est nécessaire pour transférer la quantité de chaleur d'une maison de  $750\text{ kJ/min}$  pour maintenir sa température à  $24^{\circ}\text{C}$ . Si l'extérieur la température de l'air est de  $35^{\circ}\text{C}$ , déterminez la puissance requise faire fonctionner ce système de climatisation.

#### Exercice 3 :

Une pompe à chaleur est installée dans une habitation, pour maintenir la température interne à  $23^{\circ}\text{C}$ , sachant que l'ambiance externe est à  $3^{\circ}\text{C}$  ; les pertes sont de l'ordre de  $60000\text{ kJ/h}$ , si la pompe à chaleur a un COP de 4, déterminer : La puissance consommée par la pompe à chaleur, La chaleur par unité de temps absorbée du milieu extérieur et le COP idéal et le rendement de l'installation.

#### Exercice 4 :

Un système de climatisation est utilisé pour maintenir une maison à  $72^{\circ}\text{F}$  (degré Fahrenheit) lorsque la température extérieure est de  $90^{\circ}\text{F}$ . Si ce le système de climatisation absorbe  $5\text{ ch.}$  de puissance en fonctionnement, déterminer la quantité maximum d'évacuation de la chaleur de la maison qu'il peut accomplir.

#### Exercice 5 :

Un réfrigérateur Carnot fonctionne dans une pièce où la température est de  $25^{\circ}\text{C}$ . Le réfrigérateur consomme  $500\text{ W}$  de puissance en fonctionnement et a un COP de 4,5. Déterminer : la quantité de chaleur à extraire de l'espace réfrigéré et la température de l'espace réfrigéré.

#### Exercice 6 :

Un inventeur prétend avoir développé un système de réfrigération qui enlève la chaleur d'une enceinte totalement fermée à  $-12^{\circ}\text{C}$  et la transfère à l'air ambiant à  $25^{\circ}\text{C}$  tout en maintenant un COP de 6,5. Cette réclamation est-elle raisonnable ? ; Pour quoi ?

#### Exercice 7 :

Une pompe à chaleur est utilisée pour chauffer un domicile, fonctionne un quart du temps. Le domicile perd de la chaleur à un rythme moyen de  $30.000\text{ kJ/h}$ , Si le COP de la pompe à chaleur est de 2,9 ; Déterminer la puissance consommée par la pompe à chaleur lorsqu'elle fonctionne.

#### Exercice 8 :

La charge annuelle de la climatisation d'un bâtiment administratif est estimée à  $150.000\text{ kWh}$ , sachant que le cout du kWh est égal à  $4,01\text{ DA}$  ; l'étude pour l'installation d'un climatiseur nous présente deux variantes :

- Le climatiseur A à un prix de  $580.000\text{ Da}$  et un COP de 3,3.
- Le climatiseur B un prix d'achat de  $760.000\text{ DA}$  et un Cop de 5,1.

Déterminer la meilleure option d'achat.

Correction **TD 01**

**Exercice 1 :**

Le coefficient de performance :

$$COP = \frac{T_F}{T_C - T_F} = \frac{(3 + 273)}{(22 + 273) - (3 + 273)} = 14,5$$

La quantité de chaleur :

$$\dot{Q} = COP \cdot \dot{W} = 14,5 \cdot 2 = 29 \text{ kW} = 1740 \text{ kJ/mn}$$

**Exercice 2 :**

Le COP d'un climatiseur est :

$$COP = \frac{T_F}{T_C - T_F} = \frac{(24 + 273)}{(35 + 273) - (24 + 273)} = 27$$

La puissance absorbée par ce réfrigérateur est :

$$\dot{W} = \frac{\dot{Q}_F}{COP} = \frac{750}{27} = 27,8 \text{ kJ/mn} = 0,463 \text{ kW}$$

**Exercice 3 :**

La puissance consommée par la pompe à chaleur

$$\dot{W} = \frac{\dot{Q}_C}{COP} = \frac{60000}{4} = 15000 \text{ kJ/h}$$

La chaleur par unité de temps absorbée du milieu extérieur

$$\dot{Q}_F = \dot{Q}_C - \dot{W} = 60000 - 15000 = 45000 \text{ kJ/h}$$

Le COP d'une pompe à chaleur est

$$COP = \frac{T_C}{T_C - T_F} = \frac{(23 + 273)}{(23 + 273) - (3 + 273)} = 14,8$$

Le rendement est :

$$\varepsilon = \frac{COP_C}{COP_R} = \frac{4}{14,8} = 27\%$$

**Exercice 4 :**

On convertit la température Fahrenheit en Celsius avec la relation  $^{\circ}C = \frac{^{\circ}F - 32}{1,8}$

On trouve  $72^{\circ}F = 22,22^{\circ}C$  et  $90^{\circ}F = 32,22^{\circ}C$

$$COP = \frac{T_F}{T_C - T_F} = \frac{(22,22 + 273)}{(32,22 + 273) - (22,22 + 273)} = 29,52$$

Un cheval vapeur  $1 \text{ ch} = 736 \text{ W}$ , soit  $5 \text{ ch} = 3680 \text{ W}$  ;

La quantité de chaleur de l'espace réfrigéré est :

$$\dot{Q}_F = COP \cdot \dot{W} = 29,52 \cdot 3,68 = 108,63 \text{ kW}$$

### Exercice 5 :

La chaleur à extraire de l'espace réfrigéré :

$$\dot{Q}_F = COP \cdot \dot{W} = 4,5 \cdot 0,5 = 2,25 kW$$

Sachant que le COP est déterminé par  $COP = \frac{T_F}{T_C - T_F}$  on tire  $T_F = \frac{COP \cdot T_C}{COP + 1}$

$$T_F = \frac{4,5 \cdot (25 + 273)}{4,5 + 1} = 243,82 K = -29,2^\circ C$$

### Exercice 6 :

Le plus haut coefficient de performance entre  $-12^\circ C$  et  $25^\circ C$  est

$$COP = \frac{T_F}{T_C - T_F} = \frac{(-12 + 273)}{(25 + 273) - (-12 + 273)} = 7,05$$

Le COP réclamée par l'inventeur est de 6,5, ce qui est inférieur à cette valeur maximale, donc la supposition est raisonnable. Cependant, ce n'est pas probable, par ce que trop proche de la valeur théorique.

### Exercice 7 :

On calcule la puissance perdue totale

$$\dot{Q}_C = 4 \times 30000 = 120000 kJ/h$$

La puissance du compresseur est :

$$\dot{W} = \frac{\dot{Q}_C}{COP} = \frac{120000}{2,9} = 41379 kJ/h = 11,50 kW$$

### Exercice 8 :

Climatiseur A

Energie consommée

$$\dot{W} = \frac{\dot{Q}_F}{COP} = \frac{150000}{3,3} = 45.455 kW$$

La facture de la consommation

$$FactureA = \text{prix unitaire} \cdot W = 45455 \times 4,01 = 182.275 DA$$

Climatiseur B

Energie consommée

$$\dot{W} = \frac{\dot{Q}_F}{COP} = \frac{150000}{5,1} = 29.412 kW$$

La facture de la consommation

$$FactureB = \text{prix unitaire} \cdot W = 29.412 \times 4,01 = 117.942 DA$$

La différence du cout annuel de l'énergie

$$FactureA - FactureB = 64.333 DA$$

La différence du cout d'achat des climatiseurs

$$Climatiseur B - Climatiseur A = 180.000 DA$$

Le prix d'installation du climatiseur B est plus cher, mais sera amorti sur une durée de trois ans, puisque la différence des factures attendra ce montant.

Sachant que la durée de vie d'une telle installation est de 15 ans ; le cout de départ sera élevé pour le climatiseur A, mais à la consommation est réduite par rapport au climatiseur B