

Questions de cours : 04 points

Donner la désignation des termes suivants (définition avec rôle) : Machine frigorifique, Turbine à gaz.

Exercice 01 : 06 points

Dans un cylindre de 200 mm de diamètre se trouve une masse d'azote considéré comme un gaz parfait, se trouve sous une pression de 20 bars et une température de 17 °C. Le piston se trouve initialement à une distance de 100 mm du fond du cylindre, brusquement libéré est stoppé après avoir effectué une course de 100 mm assurant une détente adiabatique.

Déterminer :

- La température finale du gaz.
- La variation de l'énergie.

On donne $C_p(N_2) = 33 \text{ J/mol.K}$ $\gamma_{N_2} = 1,4$ $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$

Exercice 02 : 10 points

Un compresseur à 02 cylindres, est entraîné par un moteur électrique qui tourne à raison de 750 tr/mn, le fluide frigorigène utilisé étant le R₂₂, dont les conditions de fonctionnement durant un cycle frigorifique complet sont décrites par le diagramme pression enthalpie figure (1) ci-dessous.

Déterminer :

- La puissance frigorifique horaire de la machine frigorifique.
- Le coefficient de performance.

Sont données :

Diamètre du cylindre (alésage) du compresseur = 50 mm.

Course du piston = 35 mm.

Masse volumique du réfrigérant R₂₂ = 28,57 Kg/m³

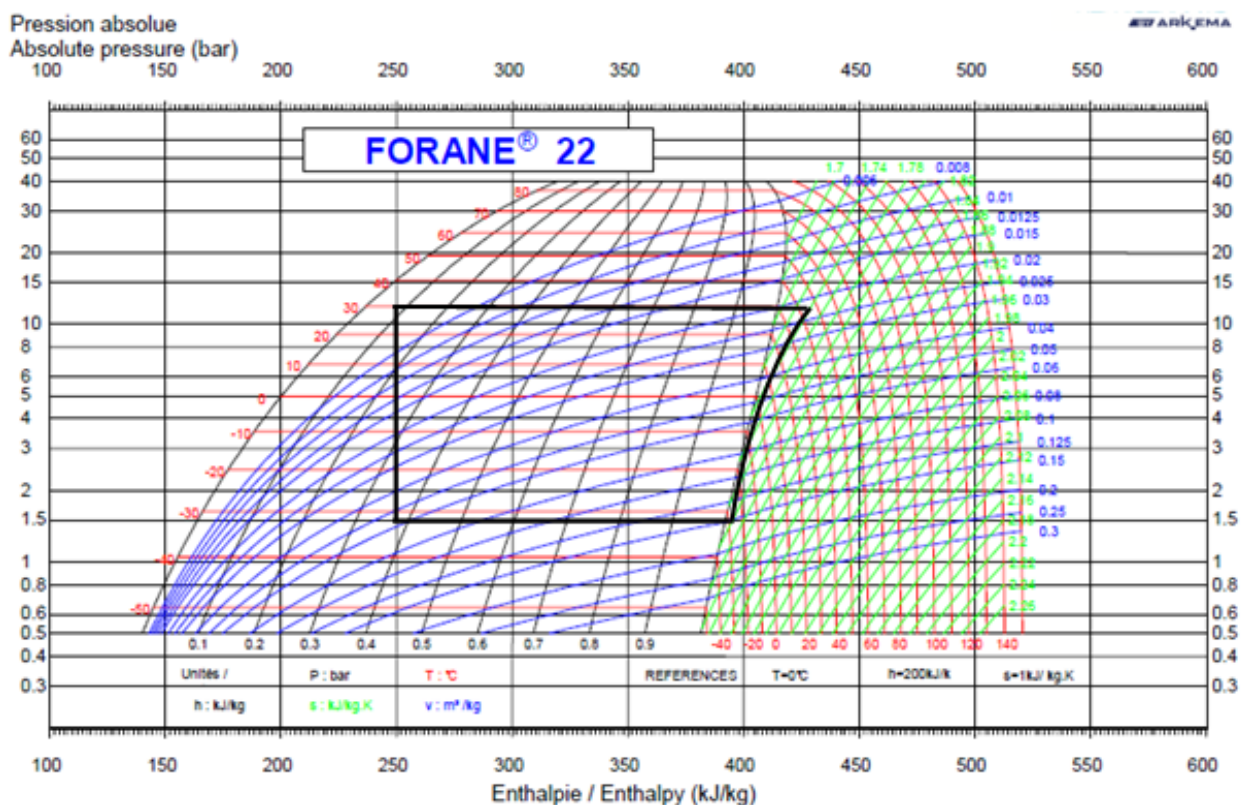


Figure (1) : diagramme pression enthalpie du R₂₂

Corrigé type

Réponses aux questions de cours : (04 points)

Rep_01 : une machine frigorifique est un appareil à compression, dans lequel circule un fluide frigorigène dans un circuit fermé, produisant du froid destiné pour la conservation des produits alimentaires et agro-alimentaires pour une période de longue durée. (02 pts)

Rep_02 : une turbine à gaz, est une machine thermique à combustion interne, qui produit de l'énergie électrique au niveau d'une génératrice tournante sous l'effet de l'énergie mécanique provenant initialement partir l'énergie thermique véhiculée par les gaz de combustion. (02 pts)

Réponse Exercice 01 : 06 points

- 1- Calcul de la température finale, sachant qu'il s'agit d'une détente adiabatique, le piston est initialement à une distance de 100 mm de la base du cylindre, ensuite laissé descendre librement pour effectuer une course de 100 mm, autrement on aura $V_2 = 2.V_1$. Par conséquent la température finale du gaz par suite d'une détente adiabatique est :

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = (17 + 273) \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^{0,4} = 219,78 \text{ K} , \text{ qui correspond à } T_2 = -53,22 \text{ °C} \quad (02 \text{ pts})$$

- 2- Energie interne du gaz :

$$\Delta U = n \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1) \quad \left\{ \begin{array}{l} C_v = C_p - R = 33 - 8,314 = 24,69 \text{ J/mol.K} \\ n = \frac{P_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1} = \frac{15 \cdot 10^5 \cdot (3,14 \cdot 0,1^2 \cdot 0,1)}{8,314 \cdot 290} \approx 2,6 \text{ mol} \end{array} \right. \quad (02 \text{ pts})$$

Par conséquent l'énergie interne sera :

$$\Delta U = n \cdot (C_p - R) \cdot (T_2 - T_1) = 2,6 \cdot 24,69 \cdot (-53,22 - 290) = -22032,66 \text{ J} \quad (02 \text{ pts})$$

Réponse Exercice 02 : 10 points

A)- Puissance frigorifique :

Calcul du débit massique du fluide frigorigène, en déterminant les paramètres suivants :

- 1- Débit volumique balayé :

$$V_B = \pi \frac{D^2}{4} \cdot C \cdot N_B \cdot n = 3,14 \times \frac{(50 \times 10^{-3})^2}{4} \times 35 \times 10^{-3} \times 2 \times 750 \times 60 = 06,18 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (02 \text{ pt})$$

- 2- Rendement volumétrique :

$$\eta_{vol} = 1 - 0,05 \cdot \tau$$

Avec τ étant le taux de compression, désigne le rapport de la pression de refoulement et la pression d'aspiration du compresseur, déduite à partir du cycle frigorifique fig(1) page 02.

D'après le diagramme ; $P_{ref} = 10 \text{ bars}$ et $P_{asp} = 1,5 \text{ bars}$ d'après la figure (01).

$$\eta_{vol} = 1 - 0,05 \cdot \left(\frac{P_{ref}}{P_{asp}} \right) = 1 - 0,05 \cdot \left(\frac{10}{1,5} \right) \approx 0,57 \quad (01 \text{ pt})$$

- 3- Débit de fluide frigorigène aspiré par le compresseur :

$$Q_{v-asp} = V_B \cdot \eta_{vol} = 06,18 \times 0,57 \approx 03,52 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (01 \text{ pt})$$

- 4- Débit massique, correspond au débit fluide frigorigène qui circule dans la machine frigorifique :

$$\dot{m} = Q_{v-asp} \cdot \rho = 03,52 \times 28,57 \approx 100,57 \text{ [Kg/h]} \quad (01 \text{ pt})$$

5- Enthalpie produite au niveau de l'évaporateur, obtenu d'après le diagramme de la figure (01) :

6- $\Delta H = h_1 - h_4 = 398 - 250 = 148 \text{ [Kj/Kg]}$ (01 pt)

7- Puissance frigorifique produite par la machine :

$$P_{\text{frig}} = \dot{m} \times \Delta H = 100,57 \times 148 \approx 14884,36 \text{ [KJ/h]} \text{ (01 pt)}$$

Ou ΔH correspond à la quantité du froid produite par la machine frigorifique égale à 148 KJ/kg. (d'après le diagramme)

B)- Coefficient de performance de la machine :

Le COP de la machine frigorifique est le rapport de la production frigorifique au niveau de l'évaporateur et l'enthalpie mesuré au niveau du compresseur, d'après le diagramme :

avec $w_{\text{comp}} = h_2 - h_1 = 422,72 - 398 = 24,72$ (01 pt)

$$COP = \frac{\Delta H_{\text{evap}}}{\Delta H_{\text{comp}}} = \frac{148}{24,72} \approx 5,98 \text{ (02 pt)}$$

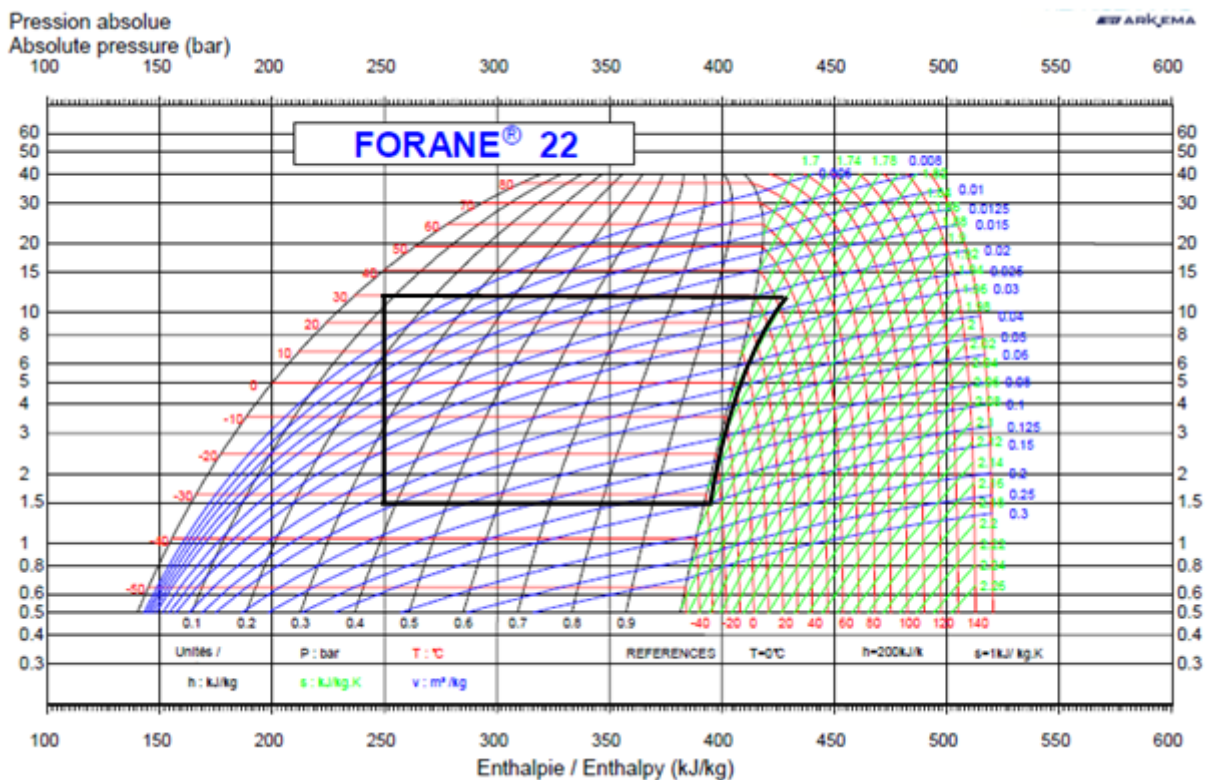


Figure (1) : Diagramme Pression enthalpie du R22