

مباراة لملء بعض الوظائف الشاغرة  
في ملاك مؤسسة كهرباء لبنان

لوظيفة : مهندس أو مهندس رئيس قسم ( ميكانيك )

مسابقة خطية في الاختصاص المطلوب باللغتين الفرنسية أو الإنكليزية

المدة : ثلاث ساعات

**1- Electric power plants :**

- Draw a sketch of a steam power plant showing in it the main components and explain its principle of operation.
- Give three methods used to increase the efficiency of a Rankine cycle.
- Plot and explain the real T-S Rankine thermodynamic cycle.
- What are the main benefits of a combined cycle?
- What are the main pollutants of thermal power plants and how they may be reduced?
- Name other kinds of electrical power plants than thermal. Describe briefly one type of your choice.

**1- Centrales thermiques:**

- Dessiner un schéma d'une centrale à vapeur tout en montrant ces éléments principaux, et expliquer son mode de fonctionnement.
- Donner trois méthodes pour améliorer le rendement Du cycle Rankine.
- Tracer et expliquer le cycle thermodynamique réel de Rankine en T-S diagramme.
- Quelles sont les avantages du cycle combiné?
- Quelles sont les polluants principaux d'une centrale thermique? et comment ils peuvent être réduits.
- Citer les centrales électriques autre qu'une centrale thermique, choisir un type et décrivez le brièvement.

**2- Thermal engines:**

- Explain the principle of a four stroke Diesel engine operation and plot its idéal thermodynamic cycle in a p-v diagram.
- What are the constituents of a Diesel engine exhaust gas?
- What is the purpose of supercharging a Diesel engine? And how the supercharging is achieved?

## 2- Moteurs thermiques :

- a- Décrire le principe de fonctionnement d'un moteur Diesel a quatre temps, et tracer son cycle en coordonnées p-v.
- b- Quels sont les constituants de gaz d'échappement d'un moteur Diesel ?
- c- Pourquoi et comment on réalise la suralimentation d'un moteur Diesel ?

## 3- Hydraulic circuits:

- a- State the different types of hydraulic actuators and give the ISO symbol of actuators.
- b- Calculate the piston diameter in mm of a double acting actuator, given:

$$p = 8 \text{ MPa} \quad F = 10 \text{ KN} \quad \eta = 0.9$$

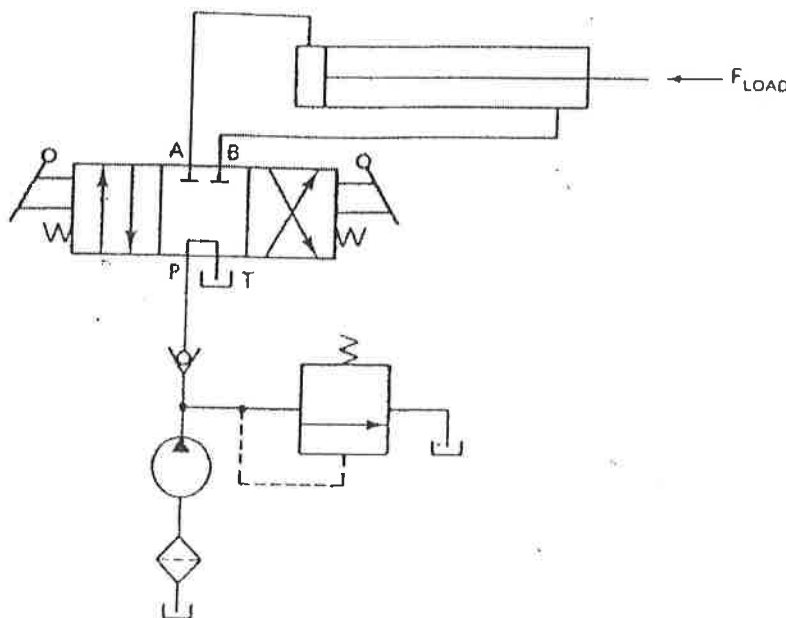
- c- Explain using sketches the principle of a gear pump operation.
- d- Name the components of the hydraulic circuit shown in the figure below.

## 3- Circuits hydrauliques :

- a- Citer les différents types des vérins hydrauliques et donner le symbole d'un vérin suivant ISO.
- b- Calculer le diamètre de piston en mm d'un vérin a double effet si:

$$p = 8 \text{ MPa} \quad F = 10 \text{ KN} \quad \eta = 0.9$$

- c- Expliquer le principe de fonctionnement d'une pompe à engrenages à l'aide d'un schéma.
- d- Nommer les composants du circuit hydraulique représenté par la figure ci-dessous.



#### 4- Pump stations:

A centrifugal pump is used to lift water from reservoir (a) to reservoir (b) at a flow rate of 1200 L/s through a pipe having a length of 1800 m, a diameter of 0.6 m, and a friction coefficient of 0.025

- a- Draw a detailed sketch showing the main components of this system.
- b- What is the type of the flow regime inside the pipes, given the kinematic viscosity of water 1 CSt?
- c- Write down the Bernoulli equation between the reservoirs.
- d- Calculate the friction losses in the pipes.
- e- Calculate the manometric head of the pump if the geometric height between the free water surfaces of reservoirs (a) and (b) is 60 m.
- f- Calculate the useful and the absorbed power by the pump of efficiency 0.85
- g- What are the protective devices used in the system?

#### 4- Station de pompage :

Une pompe centrifuge est utilisée pour élever l'eau avec un débit de 1200 L/s d'un réservoir (a) au réservoir (b) à travers une conduite de longueur de 1800 m, de diamètre de 0,6 m et de coefficient de frottement de 0,025.

- a-Tracer un schéma détaillé décrivant le système de pompage.
- b-Indiquer le régime d'écoulement pour  $\nu = 1 \text{ CSt}$
- c- Ecrire l'équation de Bernoulli décrivant l'écoulement entre ces deux réservoirs.
- d- Calculer les pertes de charge dues aux frottements.
- e- Calculer la hauteur manométrique de la pompe si la hauteur géométrique entre les surfaces libres des réservoirs est 60 m
- f- Calculer la puissance utile et la puissance absorbée par la pompe si son rendement vaut 0.85
- h- Quels sont les dispositifs de protection du système?

#### 5-heat transfer:

In a double pipe counter-flow heat exchanger, water at a mass flow rate of 25 Kg/min is heated from 15°C to 35°C by oil which enters at 95°C and leaves at 60°C.

- a- Determine the heat exchanger area for an overall heat transfer coefficient of 240 W/m<sup>2</sup>.K. Assume for water  $c_p = 4.188 \text{ KJ/Kg.K}$  and for oil  $c_p = 1.88 \text{ KJ/Kg.K}$
- b- Determine the mass flow rate of oil in Kg/min.

#### 5- Transfert de chaleur :

Dans un échangeur à contre courant, l'eau s'échauffe de 15 °C à 35 °C, avec un débit massique de 25Kg/min, par de l'huile qui entre à 95°C ,et sort à 60°C .

- a- Déterminer la surface d'échange de l'échangeur. On donne:

Le coefficient global d'échange thermique de l'échangeur de 240 W/m<sup>2</sup>.K .

$c_p = 4.188 \text{ KJ/Kg.K}$  de l'eau,  $c_p = 1.88 \text{ KJ/Kg.K}$  de l'huile

- b- Déterminer le débit massique de l'huile en Kg/min.

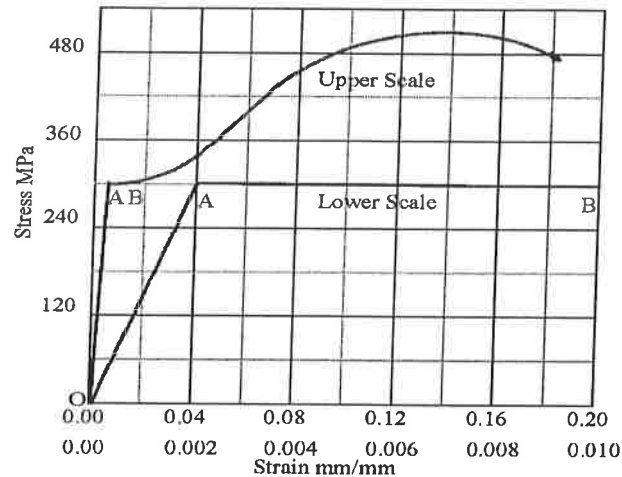
- 6- Consider a 150-W incandescent lamp. The filament of the lamp is 5 cm long and has a diameter of 0.5 mm. The diameter of the glass bulb of the lamp is 8 cm. Determine the following:
- The heat flux, in  $W/m^2$ , on the surface of the filament.
  - The heat flux, in  $W/m^2$ , on the surface of the glass bulb.
  - Calculate how much it will cost per year to keep that light on for eight hours a day every day if the price of electricity is \$0.08/kWh.

- 6- Soit une lampe à incandescence de 150 W. La longueur de filament de la lampe est 5 cm et son diamètre est 0,5 mm. Le diamètre de l'ampoule de verre de la lampe est de 8 cm. Déterminer:
- Le flux de chaleur, en  $W/m^2$ , à travers la surface du filament.
  - Le flux de chaleur, en  $W/m^2$ , à travers la surface de l'ampoule en verre.
  - Calculer le coût d'énergie consommée par cette lampe pendant un an si elle fonctionne huit heures par jour. Le prix d'un kWh est 0,08 \$/kWh.

- 7- A tensile test specimen having a diameter of 10 mm and a gage length of 50 mm was tested to fracture. The stress-strain curve from the tension test is shown below. The lower plot is the expanded region OAB and associated with the strain values given in the lower scale of the figure. Calculate the following:
- Proportional Limit in MPa.
  - Yield Stress at 0.2% offset in MPa.
  - Young's Modulus of Elasticity in GPa.
  - Rupture (Breaking) Stress in MPa.
  - The Plastic Strain at stress level of 420 MPa.
  - The axial force in KN acting on the specimen when it is extended by 0.2 mm.
  - Poisson's ratio, given that the modulus of Rigidity of the material is 55 GPa.
  - Elongation of the material after rupture in %.
  - Lateral strain of the material after rupture.
  - Contraction (reduction in Area) of the material in %.

- 7 - Une éprouvette de traction ayant un diamètre de 10 mm et une longueur de 50 mm a été testée à la rupture. La courbe contrainte-déformation à partir de la tension d'essai est indiquée ci-dessous. La partie OAB de la courbe initiale est agrandie, et représentée par la courbe d'en bas avec une nouvelle échelle donnée par la ligne inférieure sous le schéma. Calculer les grandeurs suivantes :
- Limite d'élasticité en MPa.
  - Limite élastique à 0,2% en MPa.
  - Module de Young d'élasticité en GPa.
  - Contrainte à la rupture en MPa.
  - La déformation plastique au niveau de la contrainte de 420 MPa.
  - La force axiale en KN agissant sur le spécimen qui produit un allongement de 0,2 mm.

- g) Le coefficient de Poisson sachant que le module de rigidité  $G$  du matériau est de 55 GPa.
- h) Allongement unitaire en% du spécimen à la rupture .
- i) La déformation unitaire latérale du spécimen à la rupture .
- j) La réduction de la section en % .



- 8- For a gear box, given: input power  $P_{in} = 300\text{KW}$ , input speed of rotation  $N_{in} = 1500\text{ rpm}$ , output speed of rotation  $N_{out} = 500\text{ rpm}$
- Name 3 types of gear boxes widely used for power transmission and give the advantages of each one.
  - What are the advantages and disadvantages of belt drives over chain drives?
  - Describe the lubrication systems used for gearboxes and give the specifications of their lubricating oils.
  - Calculate the output power if the gearbox if the efficiency is  $\eta = 0.94$
  - Calculate the input and the output torques
  - Calculate the diameter of the output shaft if the admissible shear stress is 80 MPa.
- 8- Pour une boîte de vitesses on donne : la puissance à l'entrée  $P_{in} = 300\text{ KW}$ , la vitesse de rotation à l'entrée  $N_{in} = 1500\text{ tr/min}$ , la vitesse de rotation à la sortie  $N_{out} = 500\text{ tr/min}$
- Citer 3 types de boîtes de vitesses utilisées couramment dans les systèmes de transmission de la puissance
  - Quels sont les avantages et les désavantages des transmissions par courroies par rapport aux transmissions par chaînes ?
  - Décrire les systèmes de lubrification des boîtes de vitesses et donner les spécifications de leurs huiles de lubrification.
  - Calculer la puissance à la sortie si le rendement de la boîte  $\eta = 0.94$
  - Calculer les couples à l'entrée et à la sortie
  - Calculer le diamètre de l'arbre de transmission a la sortie si la contrainte tangentielle admissible est 80 MPa

- 9- Name five types of welding inspection methods (tests). Describe in details one method of your choice.
- 9- Citer cinq méthodes d'inspection de soudures et décrire une méthode à votre choix.

**10- Strength of material:**

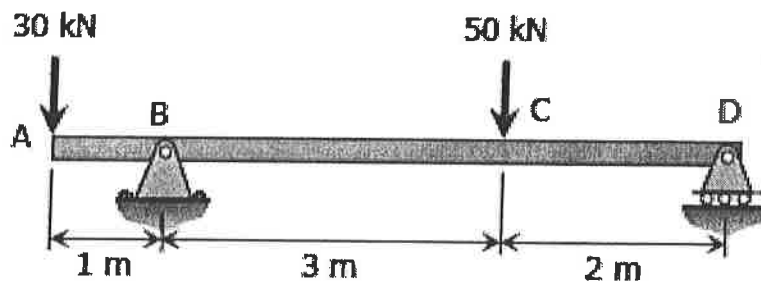
The Beam is loaded as shown in the below figure.

- a- Determine the reactions at the supports.
- b- Let  $x$  be the distance measured from the left end of the beam. Draw the shearing force and the bending moment diagrams, specifying values at points A, B, C and D.

**10-Resistance de matériaux :**

Soit une poutre soumise à des charges selon la figure ci-dessous.

- a- Déterminer les réactions d'appuis.
- b- Avec  $x$  la distance à partir de A, tracer les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissant, en indiquant leurs valeurs aux points A, B, C et D



11- Explain the reason that the efficiency of an air cooled chiller is less than that of a water cooled chiller.

11- Expliquer pourquoi le rendement d'une centrale de refroidissement d'eau glacée refroidis à l'air (*air cooled chiller*) est relativement plus faible que celui refroidis à l'eau (*water cooled chiller*)

12- Explain the difference between the constant and variable air volume (VAV) air-conditioning systems.

12- Expliquer la différence entre un système de climatisation utilisant le principe du soufflage à débit constant (*constant volume*) et avec celui utilisant le principe du débit variable (*variable air volume*).

13- Explain the relation between the CO<sub>2</sub> % in the flue gas and the temperature of the combustion inside a boiler used for heating.

13- Pour un système de chauffage utilisant une chaudière à fuel, expliquer la liaison entre le % de CO<sub>2</sub> dans la fumée et la température de combustion dans le corps de chauffe de la chaudière.

14- An air-conditioning unit is shown in the following figure:

Given:

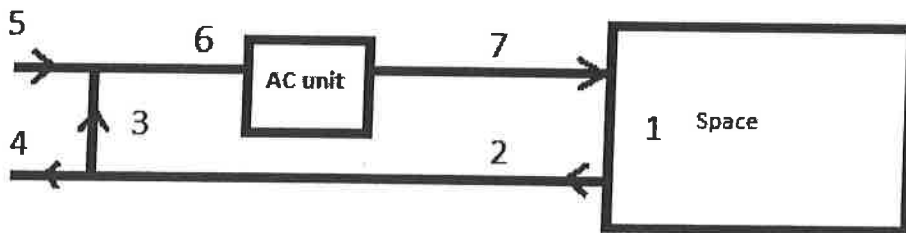
- Space condition (1): Dry bulb temperature  $24^{\circ}\text{C}$  and relative humidity 50%.
- Outside conditions (5): Dry bulb temperature  $35^{\circ}\text{C}$  and relative humidity 50%.
- Space sensible cooling load = 3 KW,
- Fresh air flow (5) =  $180\text{ m}^3/\text{h}$

Supply condition (7): temperature  $13^{\circ}\text{C}$  and relative humidity 100%

Assuming that the extract air flow in (4) is the same as that of the supply fresh air in (5) and is equal to  $180\text{ m}^3/\text{h}$ .

- a- Draw on your answer paper-sheet a sketch for the cycle from 1 to 7.
- b- Calculate the air flow rates for the states (7, 3 and 6). Take the air density  $1.2\text{ Kg}/\text{m}^3$
- c- Calculate the latent and sensible loads of the AC unit.
- d- Calculate the water condensate flow inside the AC unit.

14- Soit un local à climatiser selon le schéma ci-dessous, on donne ;



- Conditions de confort intérieur : (point 1) : température sèche  $24^{\circ}\text{C}$  , humidité relative 50 %

-Conditions extérieurs (point) : température sèche de  $35^{\circ}\text{C}$  , humidité relative 50% .

-Bilan de charge d'été du local (point 1) : charge sensible = 3 KW.

-Débit d'air neuf pour le local au point (5) =  $180\text{ m}^3/\text{heure}$ .

On admet pour le point de soufflage (7), une température de  $13^{\circ}\text{C}$  et d'humidité relative 100%

On suppose de même que le débit d'air extrait au point (4) est le même que celui introduit au point (5) est de  $180\text{ m}^3/\text{heure}$

- a- tracer sur votre copie un schéma du cycle de climatisation de 1 à 7.
- b- calculer le débit d'air aux points (7, 3 et 6). On prendra comme valeur de la masse volumique d'air  $1.2\text{ kg}/\text{m}^3$
- c- calculer les puissances latentes et sensibles de l'appareil de climatisation (AC unit).
- d - calculer le débit d'eau de condensation dans l'appareil de climatisation

15- A heating system using a heat pump as shown in the following figure:

Given for the Freon fluid;

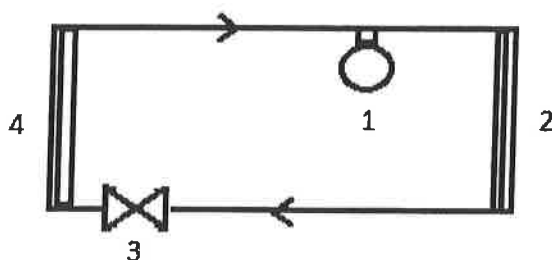
At 1 the flow-rate is  $0.01 \text{ Kg/s}$

At 2 the inlet enthalpy is  $410 \text{ KJ/Kg}$ , and the outlet enthalpy is  $300 \text{ KJ/Kg}$

At 4 the inlet enthalpy is  $310 \text{ KJ/Kg}$ , and the outlet enthalpy is  $350 \text{ KJ/Kg}$

- 1- Draw the heating cycle.
- 2- Calculate the heating power of the heat pump unit.
- 3- Calculate the coefficient of performance of this unit
- 4- If this unit is used for air-conditioning purposes (cooling mode), the coefficient of performance will increase or decrease? explain.

15- Soit un système de chauffage fonctionnant au moyen d'une pompe à chaleur selon la figure ci-dessous :



On donne pour le freon :

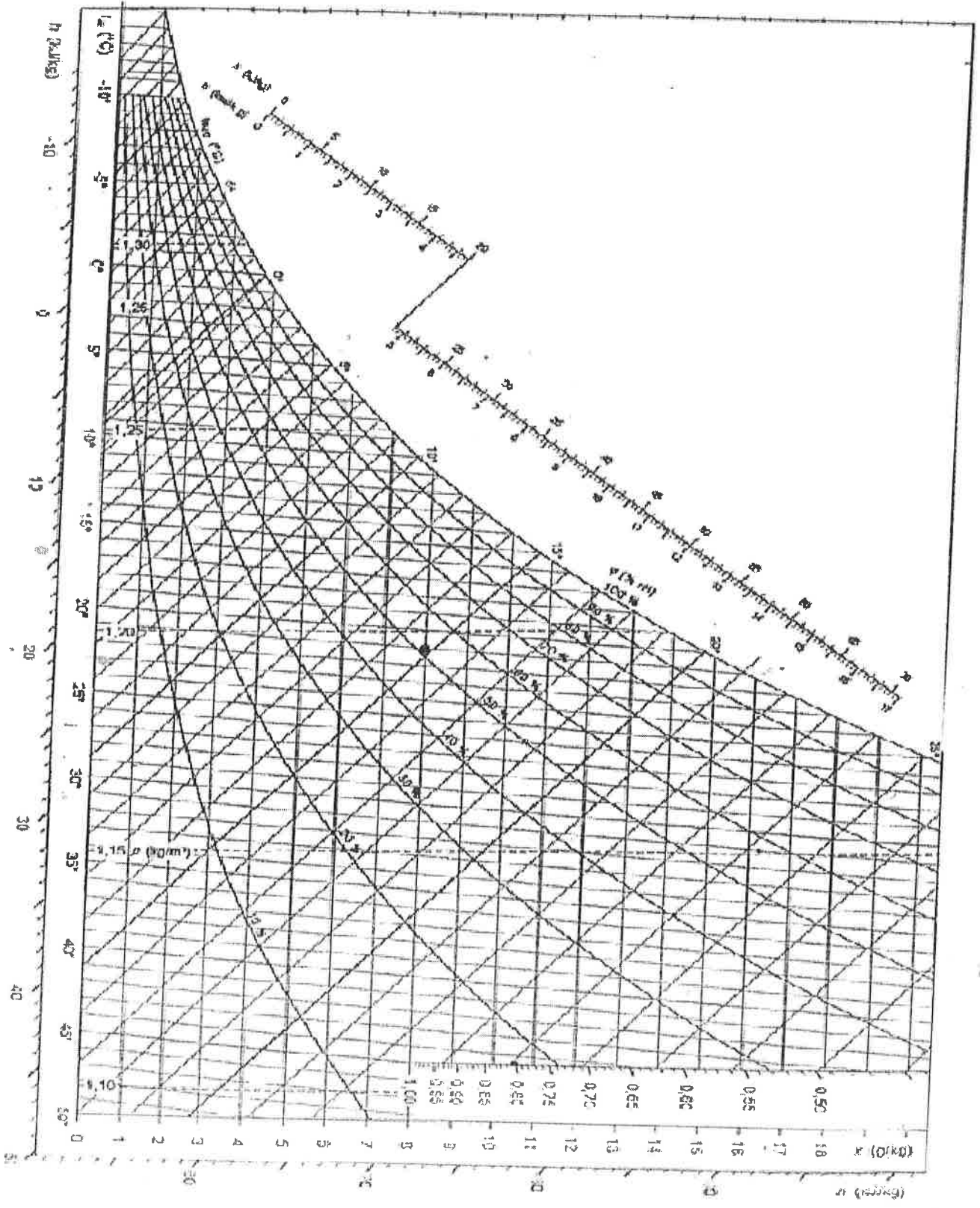
Au point 1 : le débit massique est de  $0.01 \text{ Kg/s}$

Au point 2 : l'enthalpie a l'entrée est  $410 \text{ KJ/Kg}$ , et l'enthalpie a la sortie est  $300 \text{ KJ/Kg}$

Au point 4 : l'enthalpie a l'entrée est  $310 \text{ KJ/Kg}$ , et l'enthalpie a la sortie est  $350 \text{ KJ/Kg}$ .

- 1- tracer le cycle correspondant du chauffage.
- 2- Calculer la puissance de chauffage de l'appareil en question.
- 3- calculer le coefficient de performance en mode de chauffage du système.
- 6- Dans le cas d'utilisation de cette machine pour refroidissement, est ce que le coefficient de performance sera plus grand ou plus petit ? expliquer.





بيروت، في ٢٠١٣/١/١٩

اللجنة الفاحصة