

Thermal Engineering (MPE 5116)

Steam tables and charts, psychometric chart are allowed

Answer only 4 of the following questions:

1-a) What are the main types of thermodynamic systems? Sketch each type and show how the system interacts with its surroundings by arrows. Write the energy equation for a closed system and how to evaluate each term in it.

ما هي أنواع النظم الحرارية. بين برسومات مبسطة والأسهم تفاعل كل نظام مع محيطاته من حيث تبادل كل من الطاقة والكتلة. أكتب معادلة الطاقة لنظام مغلق مبينا كيفية حساب كل كمية فيها.

1-b) A volume 0.15 m^3 of air initially at 25°C and 101 kPa is compressed isentropically to $1/4$ of its initial volume ($v_2 = 1/4 v_1$), find:

- the mass of the gas in kg,
- the temperature and pressure at the end of compression
- the work done on the gas during the process, and
- the amount of heat during the process

Take $C_p = 1005 \text{ J/kg K}$, $C_v = 718 \text{ J/kg K}$, ($\gamma = k = c_p/c_v$)

2-a) Discuss the Kelvin-Planck statement of the second law of thermodynamics with simple sketch showing the thermal reservoirs that the thermodynamic cycle working between them.

ناقش منطوق كلفن- بلانك للقانون الثاني للديناميكا الحرارية مع التمثيل برسومات مبسطة مبينا الخزانات الحرارية التي يعمل بينها المحرك ، عبر ذلك رياضيا بكتابة معادلة الكفاءة الحرارية للمحرك (η_m)

2-b) Define the reversible process. Give 3 examples for an irreversible process.

عرف الإجراء الانعكاسي مع ذكر ثلاث أمثلة لإجراء غير انعكاسي.

2-c) A refrigerator working between two reservoirs receives heat energy at $Q_c = 900 \text{ W}$ from a cold reservoir at a temperature; $t_c = 2^\circ\text{C}$ and rejects heat energy to the hot reservoir at $t_H = 27^\circ\text{C}$. The rate of input work $W = 350 \text{ W}$. Determine the C.O.P of this refrigerator. What would be the C.O.P if the refrigerator works on a reversed cycle (maximum C.O.P)?

ثلاجة حفظ طعام تمتص حرارة من طعام بمعدل $Q_c = 900 \text{ W}$ من الخزان البارد عند درجة حرارة $t_c = 2^\circ\text{C}$ ويطرد حرارة الى الخزان الساخن عند درجة حرارة $t_H = 27^\circ\text{C}$ ، فإذا كان معدل الشغل المدفوع لتشغيل الثلاجة $W = 350 \text{ W}$. أوجد معامل أداء الثلاجة. كذلك أوجد معامل الاداء إذا كانت الثلاجة تعمل على دورة ذات إجراءات انعكاسية ($\text{C.O.P})_{\max}$

3-a) Define the following terms:

Latent heat of vaporization – quality of steam (dryness fraction of wet steam) – degree of superheat.

3-b) An ideal Rankine cycle with reheat, steam at a rate of 10 kg/s enters a two stage turbine with a pressure of $p_1 = 10 \text{ MPa}$, and of temperature $t_1 = 600^\circ\text{C}$. Steam expands adiabatically in the first stage until saturation where it is reheated again before entering the second stage to a temperature of $t_3 = 600^\circ\text{C}$. It then expands adiabatically in the second stage to a condensing pressure of $p_c = 0.1 \text{ MPa}$. Determine:

- The output power from the turbine (W_t) in kW
- The net power required to derive the pups, W_p in kW
- the cycle efficiency (η_R), and
- the back work ratio (bwr)

محطة بخارية تعمل طبقا لدورة رانكن يخرج البخار من الغلاية بمعدل $m_{st} = 10 \text{ kg/s}$ ويدخل الى ترين ذو مرحلتين عند $p_1 = 10 \text{ MPa}$, $t_1 = 600^\circ\text{C}$ يتمدد داخل المرحلة الأولى حتى ضغط التشبع ثم يعاد تسخينه بين المرحلتين حتى $t_3 = 600^\circ\text{C}$ ثم يتمدد داخل المرحلة الثانية حتى ضغط المكثف $p_c = 0.01 \text{ MPa}$. التمدد داخل المرحلتين أدبياتيكي ($s=c$) أوجد:

انظر باقي الأسئلة في الخلف (P.T.O)

- القدرة الناتجة من التربين وكذلك المستهلكة في تشغيل المضخات - كفاءة الدورة η_R - نسبة القدرة اللازمة لتشغيل المضخات الى القدرة المنتجة من التربين **bwr**

4-a) In an air-conditioning system, **1.0 kg/s** of outside air at **35°C d.b.t** and **25°C w.b.t** passes through a cooling and dehumidifying coil and leaves at **90% R.H.** and **10°C**. Use the psychrometric chart and Find:

- the capacity of the coil in kW.
- the rate of moisture condensed through the coil in kg/s.
- the contact factor of the cooling coil.

4-b) In an ideal Diesel cycle has compression ratio (r) of **16** and uses air as a working fluid. The pressure and temperature at the beginning of compression are **100 kPa** and **27°C**, respectively. If the heat added during the cycle is **600 kJ/kg** of the air, Sketch the cycle on $p-v$ and $T-s$ diagrams and find:

- the temperature and pressure at other points of the cycle.
- the amount of heat rejected in kJ/kg.
- the thermal efficiency, η and
- the net work done in kJ/kg.
- the mean effective pressure.

(for air take $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg K}$, $C_v = 0.717 \text{ kJ/kg K}$, $\gamma = k = c_p/c_v$).

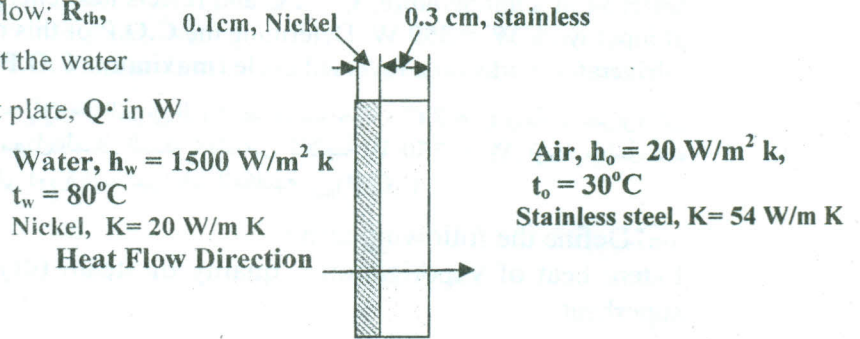
في دورة ديزل نسبة الانضغاط $r = 16$ يسحب هواء عند $p_1 = 100 \text{ kPa}$, $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ويتلقى حرارة من خزان ساخن $Q_H = 600 \text{ kJ/kg}$ ارسم الدورة على مخطط $p-v$, $T-s$ ثم اوجد: درجة الحرارة والضغط عند نهاية شوط الانضغاط - الحرارة المطروقة - الشغل الناتج - الكفاءة - الضغط المتوسط الفعال

5-a) Compare between Diesel and Petrol internal combustion engines (I.C.E.)

قارن بين محركات الاحتراق الداخلي التي تستخدم وقود البنزين والآخرى التي تستخدم وقود الديزل

5-b) A composite wall from Nickel and stainless-steel shown in Fig. is separating air at $t_o = 30^\circ\text{C}$ and hot water at a $t_i = 80^\circ\text{C}$. If the convective heat transfer coefficients of air and water are: $h_o = 20 \text{ W/m}^2 \text{ k}$ and $h_i = 1500 \text{ W/m}^2 \text{ k}$, respectively and the area of plate $A = 1.0 \text{ m}^2$. thickness of nickel is 0.3 cm, and that of stainless steel is 0.1 cm. Find

- the total thermal resistance of heat flow; R_{th} ,
- the temperature of the wall adjacent the water
- the rate of heat transfer through that plate, Q in W



جدار من الصلب مغطى بطبقة من النيكل كما بالشكل سمك الجداره 3 مم ، وطبقة النيكل 1 مم ومساحته $A = 0.05 \text{ m}^2$ يفصل بين مياه ساخنة درجة حرارتها $t_w = 80^\circ\text{C}$ ومعمل انتقال الحرارة بالحمل لها $h_w = 1500 \text{ W/m}^2 \text{ k}$ وهواء درجة حرارته $t_a = 30^\circ\text{C}$ ومعامل انتقال الحرارة بالحمل له $h_a = 20 \text{ W/m}^2 \text{ k}$. احسب المقاومة الحرارية الكلية R_{th} - درجة حرارة سطح الجدار الملاصق للمياه - معدل الحرارة المنتقلة من المياه الى الهواء Q ب W

All the best and good luck

Dr. Sayed Elshafey