كلية الهندسة – جامعة مصراته

قسم الهندسة الميكانيكية

(امتحان نهائي)

المقرر: تحويل حراري للطاقة الشمسية — التاريخ: 8-7-2023

المدرس: أ.د. جمال صالح ياسين — الزمن: ساعتان ونصف

س1) سطح يميل بزاوية $\beta = 35^\circ$ يتعرض لإشعاع شمسي يقع في مدينة طرابلس زاوية خط عرضها $L = 32.887^\circ N$ ، وزاوية خط طولها $LL = 17.228^\circ E$ ، وزاوية خط الزوال القياسي لليبيا هو $SL = 25^\circ E$ ، مستخدما نموذج السماء الصافية للجمعية الأمريكية للتكييف والتبريد ASHREA أوجد ما يلي عند الساعة 3:00 بعد الظهر بالتوقيت الشمسي (AST) في يوم 16 من شهر أغسطس $(N = 228)$:

1. التوقيت المحلي المرادف للتوقيت الشمسي (LST).
2. طول النهار في هذا اليوم.
3. ساعة الشروق والغروب بالدقائق والثواني.
4. كمية الإشعاع الكلية التي يعترضها هذا السطح إذا كانت زاوية السقوط للإشعاع $\theta = 33^\circ$ ، ومعامل الانعكاسية $\rho = 0.2$.

س2) مجمع شمسي مسطح يستخدم لتسخين المياه له المواصفات التالية:

- درجة حرارة الماء عند الدخول $T_i = 42\ ^\circ C$ ، ومعدل تدفقه $\dot{m} = 0.028\ kg/s$
- مساحة المجمع $2.5 \times 1.5\ m^2$
- المسافة بين الأنابيب $W = 150\ mm$
- القطر الداخلي للأنبوب $D_i = 10\ mm$ والقطر الخارجي للأنبوب $D = 12\ mm$.
- سمك الصفيحة الماصة للإشعاع $\delta = 0.5\ mm$
- معامل التوصيل الحراري للصفيحة $k = 385\ W/m\ ^\circ C$
- معامل الفقد الكلي للمجمع $U_L = 8.2\ W/m^2\ ^\circ C$
- معامل انتقال الحرارة الداخلي للأنبوب $h_{fi} = 320\ W/m^2\ ^\circ C$
- موصلية المادة الرابطة للأنابيب $C_b = \infty$
- شدة الإشعاع الشمسي $G_t = 820\ W/m^2$
- كفاءة الزعنفه $F = 0.935$

- المعامل البصري $\tau\alpha=0.72$
- درجة حرارة المحيط $T_a=17\,^oC$.

المطلوب هو إيجاد ما يلي:

1. معامل كفاءة المجمع F'
2. معامل كفاءة الإزالة F_R ومعامل الجريان " F .
3. كمية الطاقة الحرارية المكتسبة Q_u
4. الكفاءة الحرارية للمجمع η
5. درجة حرارة الماء عند الخروج إذا كانت الحرارة النوعية للماء $C_p=4182\ J/kg\ ^oC$ ودرجة حرارة الصفيحة الماصة T_p.

س3) مجمع حوضي قطع مكافئ (Parabolic Trough Collector–PTC) طوله $12\ m$ وعرض فتحته $2.75\ m$ يتعرض لإشعاع شمسي شدته $G_B=623.53\ W/m^2$ ، وكفاءته البصرية $\eta_o=0.85$ وله المواصفات التالية:

- الأنبوب المستقبل قطره الخارجي $D_o=65mm$ وسمك جداره $2\ mm$ ، وانبعاثيته $\varepsilon_r=0.31$ ومصنوع من معدن موصليته $k=21\ W/m\ ^oC$ ، ومحاط بأنبوب زجاجي مفرغ قطره $D_g=95\ mm$ وانبعاثيته $\varepsilon_g=0.87$.
- درجة حرارة دخول المائع $T_i=150\ ^oC$ ومعدل تدفقه $\dot{m}=0.055\ kg/s$ وحرارته النوعية $C_p=1.785\ kJ/kg\ ^oC$.
- معامل انتقال الحرارة للمائع داخل الأنبوب $h_{fi}=320\ W/m^2\ ^oC$.

إذا كان معامل الفقد الكلي $U_L=4.52\ W/m^2\ ^oC$ ، ودرجة حرارة المحيط $T_a=18\ ^oC$ ، فأوجد ما يلي:

1. معامل كفاءة المجمع F' ومعامل الإزالة F_R .
2. كمية الحرارة المكتسبة Q_u .
3. درجة حرارة خروج المائع من المجمع T_o .
4. الكفاءة الحرارية للمجمع η .

****

تمنياتنا للجميع بالتوفيق والسداد

معادلات الإشعاع الشمسي:

$$AST = LST + ET \pm 4 * (SL - LL)$$

$$ET = 9.87 * \sin(2 * B) - 7.53 * \cos(B) - 1.5 * \sin(B)$$

$$B = (N - 81) * \frac{360}{364}$$

$$h = (AST - 12) * 15$$

$$\delta = 23.45 * \sin(\left(\frac{360}{365}\right) * (284 + N))$$

$$DL = \left(\frac{2}{15}\right) * \cos^{-1}[-\tan(L) * \tan(\delta)]$$

$$\sin(\propto) = \sin L * \sin\delta + \cos L * \cos\delta * \cos h$$

$$m = 1/\sin(\propto)$$

$$I_B = Ae^{-Bm}$$

$$A = 1160 + 75\sin[\frac{360}{365} * (N - 275)]$$

$$B = 0.174 + 0.035\sin[\frac{360}{365} * (N - 100)]$$

$$C = 0.095 + 0.04\sin[\frac{360}{365} * (N - 100)]$$

$$I_{BC} = I_B * cos\theta$$

$$I_{DC} = C * I_B * \left(1 + \frac{\cos\beta}{2}\right)$$

$$I_{RC} = \rho * (I_{BC} + I_{DC}) * (1 - \frac{\cos\beta}{2})$$

معادلات المجمع الشمسي المسطح:

$$Q_u = A_c[G_t(\tau\alpha) - U_L(T_p - T_a)] = \dot{m}c_p[T_o - T_i]$$

$$F'' = \frac{F_R}{F'} = \frac{\dot{m}c_p}{A_c U_L F'}\left(1 - Exp\left[-\frac{U_L F' A_c}{\dot{m}c_p}\right]\right)$$

$$F' = \frac{\frac{1}{U_L}}{W\left\{\frac{1}{U_L[D + (W - D)F]} + \frac{1}{C_b} + \frac{1}{\pi D_i h_{fi}}\right\}}$$

$$\eta = F_R\left[(\tau\alpha) - \frac{U_L(T_i - T_a)}{G_t}\right]$$

$$F_R = \frac{\dot{m}c_p}{A_c U_L}\left[1 - \exp\left(-\frac{U_L F' A_c}{\dot{m}c_p}\right)\right]$$

$$Q_u = A_c F_R[G_t(\tau\alpha) - U_L(T_i - T_a)]$$

معادلات المجمع الشمسي العاكس:

$$Q_u = G_B \eta_o A_a - A_r U_L(T_r - T_a)$$

$$F' = \frac{1/U_L}{\frac{1}{U_L} + \frac{D_o}{h_{fi} D_i} + \left(\frac{D_o}{2k}\ln\frac{D_o}{D_i}\right)} = \frac{U_o}{U_L}$$

$$Q_u = F_R[G_B \eta_o A_a - A_r U_L(T_i - T_a)]$$

$$\eta = F_R\left[\eta_o - U_L\left(\frac{T_i - T_a}{G_B C}\right)\right]$$

$$F_R = \frac{\dot{m}c_p}{A_r U_L}\left[1 - \exp\left(-\frac{U_L F' A_r}{\dot{m}c_p}\right)\right]$$

$C = \frac{A_r}{A_a} = \frac{A_a}{A_r}$