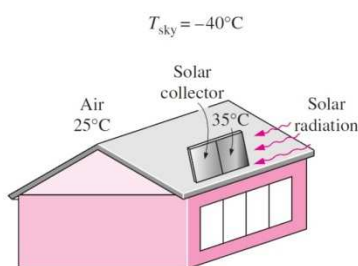


ORDENAGAILUKO PRAKTIKAK 5

5.1. Problema (7-31)*

Eguzki-erradiazioak eguzki-kolektore baten beirazko estalkian jotzen du, 700 W/m^2 -tan. Beirak jasotzen duen erradiazioaren ehuneko 88 transmititzen du, eta 0,90eko emisibitatea du. Familia batek udan behar duen ur bero guztia $1,2 \text{ m}$ altu eta 1 m zabal diren bi kolektoreekin lor daiteke. Bi kolektoreak bata besteari lotuta daude alde batetik, $1,2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ -ko aldea duen kolektore bakarraren itxura hartuz. Beirazko estalkiaren tenperatura 35°C dela neurtu da, inguruko airearen tenperatura 25°C eta haizearen abiadura 30 km/h den egun batean. Beirazko estalkiaren eta zeruaren arteko erradiazio-trukerako zeru-tenperatura eraginkorra -40°C da. Ura xafla xurgatzaileari lotutako hodian sartzen da 1 kg/min -ko abiaduran. Demagun xafla xurgatzailearen atzeko gainazala oso ongi isolatuta dagoela eta bero-galera beira-estalkitik soilik gertatzen dela, kalkulatu:

- Kolektorearen bero-galeraren abiadura totala.
- Kolektorearen errendimendua, hots, urari transferitutako bero kantitatearen eta kolektorera heldu den eguzki-energiaren arteko arrazoa
- Uraren tenperatura-goratzeari kolektorean barna doan neurria. Ura 15°C sartzen da kolektorean.



Irudia: 5.1. problemaren eskema

Aztertu zer eragin duten airearen abiadurak eta baita kanpo tenperaturak, konbektzio bidezko batez besteko bero-transferentziaren abiaduran. Honetarako, har ezazu aire-abiadura 2 m/s eta 20 m/s artean aldatzen dela eta kanpoaldeko tenperatura 0°C eta 40°C tartean aldatzen dela. Irudikatu bero-transferentziaren abiadura aire-abiaduraren funtziopean, eta bero-transferentziaren abiadura tenperaturarekiko. Eztabaidatu emaitzak.

{COMPUTER PROBLEM 5.1}

{DEFINE UNITS: Celsius, KPa, J}

{Data}

$q_{\text{solar}}=700$	{W/m ² }
$\alpha_{\text{solar}}=0,88$	{-}
$\epsilon=0,9$	{-}
$L=2$	{m}
$B=1,2$	{m}
$A=L*B$	{m ² }
$T_s=35$	{°C}
$T_{\text{air}}=25$	{°C}
$V=30*1000/3600$	{m/s}
$T_{\text{surr}}=(-40+273)$	{K}
$\sigma = 5,67*10^{(-8)}$	{W/m ² K ⁴ }
$\dot{m}=1/60$	{kg/s}
$T_{\text{w_IN}}=15$	{°C}
$P=101,3$	{Kpa}

{PROPERTIES}

$$T_{\text{film}} = 1/2 * (T_{\text{air}} + T_{\text{s}})$$

{C}

$$k[1] = \text{Conductivity}(\text{Air_ha}; T = T_{\text{film}}; P = P)$$

{W/m C}

$$\mu[1] = \text{Viscosity}(\text{Air_ha}; T = T_{\text{film}}; P = P)$$

{kg/m s}

$$\text{Pr}[1] = \text{Prandtl}(\text{Air_ha}; T = T_{\text{film}}; P = P)$$

{-}

$$\rho[1] = \text{Density}(\text{Air_ha}; T = T_{\text{film}}; P = P)$$

{kg/m^3}

$$\nu[1] = \mu[1] / \rho[1]$$

{m^2/s}

{SOLUTION}

{Question a}

$$\text{Re} = (V * L) / \nu[1]$$

{-} {CHECK FOR CORRECT CORRELATION}

{We use combined laminar and turbulent flow relation for Nusselt number}

$$\text{Nusselt} = (0,037 * \text{Re}^{0,8} - 871) * \text{Pr}[1]^{(1/3)}$$

{-}

$$h = \text{Nusselt} * k[1] / L$$

{W/m^2 C}

$$Q_{\text{dot_T}} = Q_{\text{dot_conv}} + Q_{\text{dot_rad}}$$

{W}

$$Q_{\text{dot_conv}} = h * A * (T_{\text{s}} - T_{\text{air}})$$

{W}

$$Q_{\text{dot_rad}} = \text{emis} * \sigma * A * ((T_{\text{s}} + 273)^4 - (T_{\text{surr}})^4)$$

{W}

{Question b}

$$Q_{\text{dot_net}} = Q_{\text{dot_in}} - Q_{\text{dot_out}}$$

{W}

$$Q_{\text{dot_in}} = \alpha_{\text{solar}} * A * Q_{\text{solar}}$$

{W}

$$Q_{\text{dot_out}} = Q_{\text{dot_T}}$$

{W}

$$\text{rate} = Q_{\text{dot_net}} / Q_{\text{dot_in}}$$

{-}

{Question c}

$$Q_{\text{dot_net}} = m_{\text{dot}} * c_{p_w}[1] * \Delta T$$

{W}

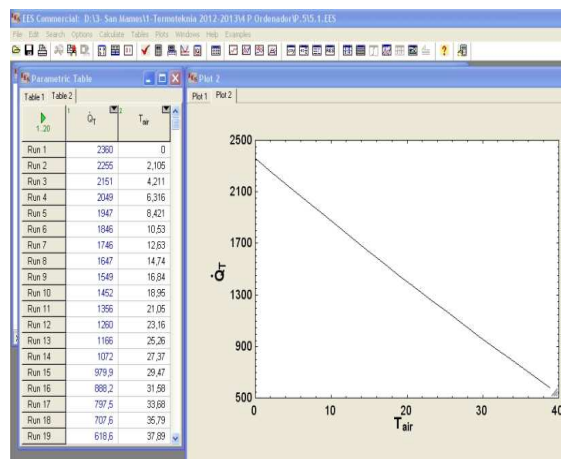
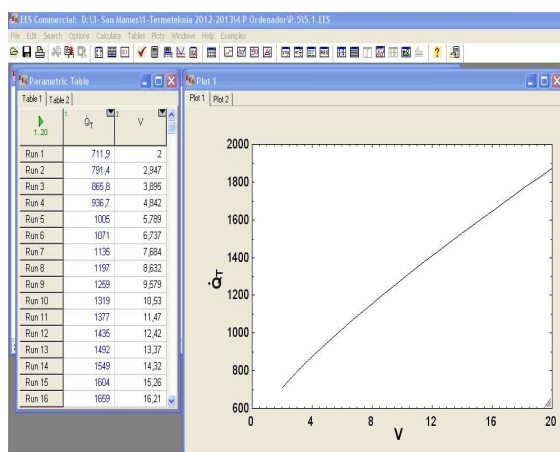
$$T_{\text{ave_w}} = T_{\text{w_IN}} + \Delta T / 2$$

{°C}

{NOTE: set lower limit of $T_{\text{ave_w}}$ to 0 in "Option → Variable information", otherwise there are convergence problems}

$$c_{p_w}[1] = \text{Cp}(\text{Water}; T = T_{\text{ave_w}}; P = P)$$

{J/kg C}



5.2. Problema (7-45)*

D = 15 cm-ko diametroko altzairu herdoilgaitzeko bola bat ($\rho = 8.055 \text{ kg/m}^3$, $c_p = 480 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$) $350 \text{ }^\circ\text{C}$ -ko tenperatura uniformean atera da labetik. Ondoren, 1 atm-ko presioan eta $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -ko tenperaturan dagoen eta 6 m/s-ko abiaduran higitzen den airean jarri da. Bolaren gainazal-tenperatura $250 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra beheratu da. Kalkulatu:

- Hozte-prozesu horretako konbekzio bidezko batez besteko bero-transferentziaren koefizientea
- Zenbat denbora beharko duen hozte prozesuak

Aztertu zer eragin duen airearen abiadurak konbekzio bidezko batez besteko bero-transferentziaren koefizientean eta hozte-denboran. Har ezazu aire-abiadura 1 m/s eta 10 m/s artean aldatzen dela. Irudikatu bero-transferentziaren koefizientea eta hozte-denbora aire-abiaduraren funtziopean. Eztabaidatu emaitzak

{COMPUTER PROBLEM 5.2}

{DEFINE UNITS: Celsius, KPa, J}

{DATA}

D=0,15	{m}
A_s=pi*D^2	{m^2}
Vol=(4/3)*pi*(D/2)^3	{m^3}
rho_ball=8055	{kg/m^3}
Cp_ball=480	{J/kg-°C}
k_ball=20	{W/m C}
T_initial=350	{°C}
T_final=250	{°C}
T_air=30	{°C}
P=101,3	{kPa}
V=6	{m/s}

{AIR PROPERTIES at T_air}

K_air[1]=Conductivity(Air_ha;T=T_air;P=P)	{W/m C}
rho_air[1]=Density(Air_ha;T=T_air;P=P)	{Kg/m^3}
mu_air[1]=Viscosity(Air_ha;T=T_air;P=P)	{kg/m s}
Pr_air[1]=Prandtl(Air_ha;T=T_air;P=P)	{-}
nu_air[1]=mu_air[1]/rho_air[1]	{m^2/s}

{AIR PROPERTIES at average surface temperature during cooling process}

T_s=1/2*(T_initial+T_final)	{°C}
mu_s[1]=Viscosity(Air_ha;T=T_s;P=P)	{kg/m s}
rho_s[1]=Density(Air_ha;T=T_s;P=P)	{Kg/m^3}
nu_s[1]=mu_s[1]/rho_s[1]	{m^2/s}

{SOLUTION}

{Question a}

Re=(V*D)/nu_air[1]	{-}
Nusselt=2+(0,4*Re^(1/2)+0,06*Re^(2/3))*Pr_air[1]^0,4*(mu_air[1]/mu_s[1])^0,25	{-}
Nusselt =(h*D)/k_air[1]	{W/m^2 C}

{Question b}

$$\text{Biot} = (h \cdot (D/2)) / (k_{\text{ball}})$$

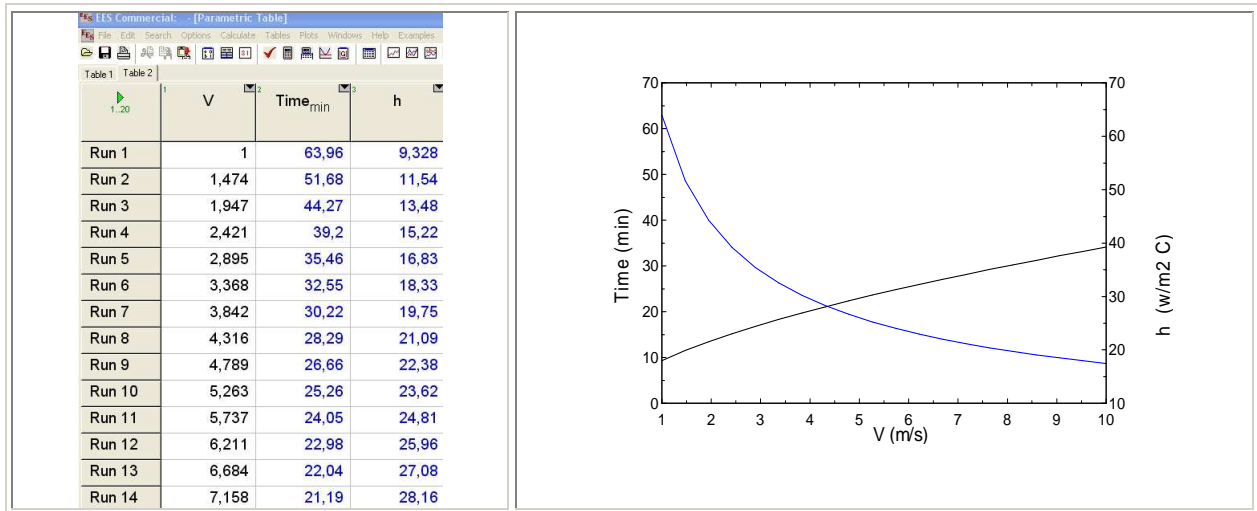
{-} {See chapter 4}

$$(T_{\text{final}} - T_{\text{air}}) / (T_{\text{initial}} - T_{\text{air}}) = \text{EXP}(-(h \cdot A_s \cdot \text{time}) / (\rho_{\text{ball}} \cdot C_p \cdot \text{Vol}))$$

{-} {See chapter 4}

$$\text{time}_{\text{min}} = \text{time} / 60$$

{min}



{CORRELATIONS}

{The average Nusselt number for flow over flat plate}

{Laminar $Re < 5 \times 10^5$ }

$$\text{Nusselt} = (0,664 \cdot Re^{0,5}) \cdot Pr[1]^{(1/3)}$$

{Turbulent $Re > 5 \times 10^5$ }

$$\text{Nusselt} = (0,037 \cdot Re^{0,8}) \cdot Pr[1]^{(1/3)}$$

{Combined}

$$\text{Nusselt} = (0,037 \cdot Re^{0,8} - 871) \cdot Pr[1]^{(1/3)}$$

{The average Nusselt number for cross flow over a cylinder}

$$\text{Nusselt} = 0,3 + (0,62 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr[1]^{(1/3)}) / (1 + (0,4/Pr[1])^{(2/3)})^{0,25} \cdot (1 + (Re/282000)^{(5/8)})^{(4/5)}$$

{The average Nusselt number for cross flow over a sphere}

$$\text{Nusselt} = 2 + (0,4 \cdot Re^{(1/2)} + 0,06 \cdot Re^{(2/3)}) \cdot Pr_{\text{air}}[1]^{0,4} \cdot (\mu_{\text{air}}[1] / \mu_s[1])^{0,25}$$

* Honako liburuko problema atalen arabera zenbakikuntza:

ÇENGEL, Y. A. TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA, Un enfoque práctico. McGraw-Hill. 3 Edición. 2007.