

ORDENAGAILUKO PRAKTIKAK 3

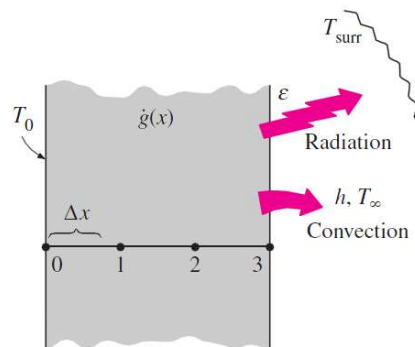
3.1. Problema

Altzairuzko plaka baten eroankortasun termikoa 15 [W/m K] da eta bere baitan doan korrante elektriko batek honako bero sorkuntza bolumetrikoa eragiten dio $e_{\text{gen}}(x) = 120 \cdot 10^5 \cdot x^3 + 78 \cdot 10^5 \cdot x^2 \text{ [W/m}^3\text{]}$ (non $x \text{ [m]}$ -tan dagoen). Plakaren $x = 0 \text{ [m]}$ gainazala 35°C -tan mantentzen da. Ordea, $x = 0,1 \text{ [m]}$ gainazalak beroa konbekzioz galtzen du 5°C -an dagoen airera konbekzio bidezko bero transferentzia koefizientea $8 \text{ [W/m}^2\text{C]}$ delarik. Plakaren $x = 0,1 \text{ [m]}$ gainazalak $0,8$ emisibitatea dauka eta plakaren gainazal hau inguratzen duten gainazalek 0°C -ko batz besteko tenperatura daukate.

- Kalkula ezazu tenperatura $x = 0,1 \text{ [m]}$ -tan.
- Kalkula ezazu konbekzio gehi erradiazio bidezko bero fluxua ingurunerantz $x = 0,1 \text{ [m]}$ -tan.
- Kalkula ezazu kondukzioz bero fluxua $x = 0,1 \text{ [m]}$ -tan.



Egizu programa bat zeinak nodo kopurua (M) aldatzea baimentzen duen. Probatu aurreko emaitzak kalkulatzera 4, 10, 50, 100 eta 1000 nodorekin. Irudikatu tenperatura distribuzioak kasu guztietarako.



1 IRUDIA: 3.1 problema egiteko eskema.

SOLUZIOA

{COMPUTER PROBLEM 3.1 - CHAPTER 5}

{Data}

$L = 0,1$	{m}
$k = 15$	{W/m C}
$\{e_{\text{gen}} = 12000000 \cdot x^3 + 7800000 \cdot x^2\}$	{W/m ³ or W/m}
$\{A = 0\}$	{m ² }

{Boundary conditions}

$T_0 = 35$	{°C}
$h = 8$	{W/m ² °C}
$T_{\text{air}} = 5$	{°C}
$\text{emis} = 0,8$	{-}
$T_{\text{surr}} = 0 + 273$	{K}
$\text{sigma} = 5,67 \cdot 10^{-8}$	{W/m ² K ⁴ }

{Initial conditions}

{Grid: space and time}

$M = 4$

 {Number of intervals - NOTE: this number equals to the last node number because counting starts in zero}

$dx = L/M$

 {m}

$x[0] = 0$

 $e_gen[0] = 12000000 * x[0]^3 + 7800000 * x[0]^2$

 {NODE 0 - Position [m]}

 {NODE 0 - Heat generation [W/m³]}

DUPLICATE i=1;M

$x[i] = x[i-1] + dx$

 {NODE i - Position [m]}

$e_gen[i] = 12000000 * x[i]^3 + 7800000 * x[i]^2$

 {NODE i - Heat generation [W/m³]}

END

{SOLUTION}

{Boundary nodes}

$T[0] = T_0$

 {°C}

$h * (T_air - T[M]) + emis * sigma * (T_surr^4 - (T[M] + 273)^4) + k * (T[M-1] - T[M]) / dx + e_gen[M] * dx / 2 = 0$ {NODE M - [W/m²]}

{Central nodes}

DUPLICATE j=1;M-1

$(T[j-1] - 2 * T[j] + T[j+1]) / dx^2 + e_gen[j] / k = 0$

 {NODE j - Temperature [°C]}

END

{Question a}

$T_surface = T[M]$

 {°C}

{Question b}

$q_surface_AMBIENT = h * (T[M] - T_air) + emis * sigma * ((T[M] + 273)^4 - T_surr^4)$

 {W/m²}

{Question c}

$q_surface_COND = -k * (T[M] - T[M-1]) / dx$

 {W/m²}

$gen = e_gen[M] * dx / 2$

 {W/m²}

$q_surface_CONDplusGEN = q_surface_COND + gen$

 {W/m²}



3.2. Problema



Aurreko problema berriro kontsideratu baina orain plakaren $x = 0$ [m] aurpegia guztiz isolatuta dago eta $x = 0,1$ [m] aurpegian erradiazio bidezko bero trukaketa mesprezagarria da. Gainontzeko parametroak 3.1 problemaren berdinak dira.

- Kalkulatu tenperatura $x = 0,05$ [m]-tan.
- Kalkulatu kondukzio bidezko bero fluxua $x = 0,05$ [m]-tan ($j = M/2$). OHARRA: kalkula ezazu bero fluxua tenperatura eremuaren deribatua kalkulatzeko honako aukerak erabiliz:

DERIBATU PROGRESIBOA: $\frac{dT_j}{dx} = \frac{T_{j+1} - T_j}{\Delta x}$

DERIBATU ERREGRESIBOA: $\frac{dT_j}{dx} = \frac{T_j - T_{j-1}}{\Delta x}$

DERIBATU ZENTRALA: $\frac{dT_j}{dx} = \frac{T_{j+1} - T_{j-1}}{2 \cdot \Delta x}$

- Kalkula ezazu konbekzio bidezko bero fluxua $x = 0,1$ [m]-tan.
- Kalkula ezazu kondukzio bidezko bero fluxua $x = 0,1$ [m]-tan.  Deribatu zentrala erabili daiteke,  zer gertatzen da deribatu erregresiboaz kalkulaturako kondukzio bidezko bero fluxuarekin konbekzio bidezko bero fluxuarekin konparatzean?
- Kalkula ezazu plakaren baitan $x = 0$ [m]-tik $x = 0,05$ [m]-tara sortutako beroa [W/m^2] eta $x = 0$ [m]-tik $x = 0,1$ [m]-tara sortutako beroa [W/m^2]. Konpara itzazu aurreko galderen emaitzekin.

NOTA: $\int_{x=0}^x (120 \cdot 10^5 \cdot x^3 + 78 \cdot 10^5 \cdot x^2) = 120 \cdot 10^5 \cdot \frac{x^4}{4} + 78 \cdot 10^5 \cdot \frac{x^3}{3}$

Egizu programa bat zeinak tarte kopurua (M) aldatzea baimentzen duen. Birkalkulatu aurreko emaitza guztiak 4, 10, 50, 100 eta 1000 tarterekin. Irudikatu tenperatura distribuzioak kasu guztietarako.

SOLUZIOA

{COMPUTER PROBLEM 3.2 - CHAPTER 5}

{Data}

$L = 0,1$	{m}
$k = 15$	{W/m C}
$\{e_gen = 12000000 \cdot x^3 + 7800000 \cdot x^2\}$	{W/m ³ or W/m}
$\{A = 0$	{m ² }

{Boundary conditions}

$q_0 = 0$	{W/m ² }
-----------	---------------------

$h = 8$	{W/m ² °C}
$T_{air} = 5$	{°C}

{Initial conditions}

{Grid: space and time}

$M = 4$ {Number of intervals - NOTE: this number equals to the last node number because counting starts in zero}

$dx = L/M$ {m}

$x[0] = 0$ {NODE 0 - Position [m]}
 $e_gen[0] = 12000000 \cdot x[0]^3 + 7800000 \cdot x[0]^2$ {NODE 0 - Heat generation [W/m³]}

DUPLICATE $i=1;M$

$x[i] = x[i-1] + dx$ {NODE i - Position [m]}

$e_gen[i] = 12000000 \cdot x[i]^3 + 7800000 \cdot x[i]^2$ {NODE i - Heat generation [W/m³]}

END

{SOLUTION}

{Boundary nodes}

$k \cdot (T[1] - T[0]) / dx + e_gen[0] \cdot dx / 2 = 0$ {NODE M - [W/m²]}

$h \cdot (T_{air} - T[M]) + k \cdot (T[M-1] - T[M]) / dx + e_gen[M] \cdot dx / 2 = 0$ {NODE M - [W/m²]}

{Central nodes}

DUPLICATE $j=1;M-1$

$(T[j-1] - 2 \cdot T[j] + T[j+1]) / dx^2 + e_gen[j] / k = 0$ {NODE j - Temperature [°C]}

END

{Question a}

$T_{005} = T[M/2]$ {°C}

{Question b} 

$q_{005_PROGRES} = -k \cdot (T[M/2+1] - T[M/2]) / dx$ {W/m²}
 $q_{005_REGRES} = -k \cdot (T[M/2] - T[M/2-1]) / dx$ {W/m²}
 $q_{005_CENTRAL} = -k \cdot (T[M/2+1] - T[M/2-1]) / (2 \cdot dx)$ {W/m²}

{Question c}

$q_{01_CONV} = h \cdot (T[M] - T_{air})$ {W/m²}

{Question d}

$q_{01_COND} = -k \cdot (T[M] - T[M-1]) / dx$ {W/m²}

$q_{01_NODEgen} = e_gen[M] \cdot dx / 2$ {W/m²}

$q_{01_CONDplusGEN} = q_{01_COND} + q_{01_NODEgen}$ {W/m²}

{Question e}

$q_{005_GEN} = 120 \cdot (10^5) \cdot (0,05^4) / 4 + 78 \cdot (10^5) \cdot (0,05^3) / 3$ {W/m²}
 $q_{01_GEN} = 120 \cdot (10^5) \cdot (0,1^4) / 4 + 78 \cdot (10^5) \cdot (0,1^3) / 3$ {W/m²}