

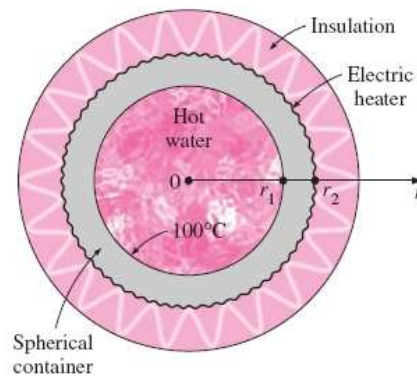
2 GAIA

KLASEAN EGITEKO PROBLEMAK

2.1. Problema (2-72)*

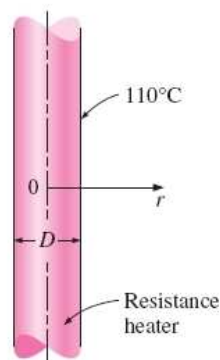
Janaria prozesatzeko tresna batean, $r_1 = 40$ cm-ko barne-erradioa, $r_2 = 41$ cm-ko kanpo-erradioa eta $k = 1,5$ W/m $^{\circ}$ C-ko eroankortasun termikoa dituen edukiontzi esferikoa erabiltzen da ur beroa metatzeko eta etengabe 100 $^{\circ}$ C-an edukitzeko. Hori lortzeko, 500 W-eko berotze-zinta elektrikoarekin inguratzen eta isolatzen da edukiontziaren kanpo-gainazala. Edukiontziaren barne-gainazalaren tenperatura une oro 100 $^{\circ}$ C ingurukoa dela ikusi da. Kontuan izanda berogailuak sortutako beroaren ehuneko 10 isolatzailetik galtzen dela:

- Adierazi ekuazio diferentziala eta mugalde-baldintzak edukiontzian zeharreko dimentsio bakarreko bero-eroapen geldikorrerako.
- Lortu edukiontziaren materialaren tenperatura-banaketaren erlazioa, ekuazio diferentziala ebatzita.
- Ebaluatu hodiaren kanpo-gainazalaren tenperatura. Kalkulatu, orobat, ontziak zenbat ur horni dezakeen 100 $^{\circ}$ C-an modu geldikorrean, ur hotza 20 $^{\circ}$ C-an sartzen bada.



2.2. Problema (2-79)*

Ura irakiteko erabiltzen da $k = 20$ W/m $^{\circ}$ C-ko eroankortasun termikoa, $D = 5$ mm-ko diametroa eta $L = 0,9$ m-ko luzera dituen 2 kW-eko erresistentzia-hari bat. Erresistentzia-hariaren kanpo-gainazaleko tenperatura $T_S = 110$ $^{\circ}$ C bada, kalkulatu hariaren erdiko tenperatura.



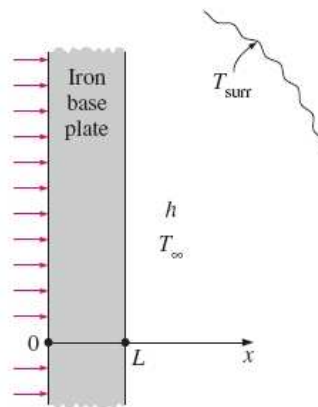
2.3. Problema (2-132)*

1.000 W-eko lisaburdina lisa-mahaiaren gainean dago zutik, behealdea $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ -an dagoen airearekin kontaktuan duela. Lisaburdinaren behealdea $L = 0,5\text{ cm}$ lodi da, $A = 150\text{ cm}^2$ -ko azalera du eta $k = 18\text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$ -ko eroankortasun termikoa.

Azpiko xaflaren barne-gainazalak bero-fluxu uniformea du, barruko erresistentzia-berogailuek sortua. Beheko xaflaren kanpo-gainazalak $\varepsilon = 0,7$ -ko emisibitatea du eta beroa galtzen du konbekzioz, inguruko airera $h = 30\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ -ko bero-transferentziaren batez besteko koefizientearekin, bai eta erradiazioz ere, batez beste $T_{\text{surr}} = 295\text{ K}$ -eko tenperaturaren dauden inguruko gainazaletara.

Lisaburdinaren goiko aldetik gertatzen den bero-galera oro baztertuta:

- Adierazi xaflako dimentsio bakarreko bero-eropen geldikorrerako ekuazio diferentziala eta mugaldebaldintzak.
- Lortu xaflaren kanpo-gainazaleko tenperaturaren erlazioa, ekuazio diferentziala ebatzita.
- Ebaluatu kanpo-gainazalaren tenperatura.



IKASLEAK EGITEKO KONTZEPTU ETA/EDO TEST MOTAKO GALDERAK

2.1. Test (2-146)*

R erradioa duen sagar bat modu geldikorrean eta uniformearean ari da beroa galtzen kanpo-gainazaletik T_∞ tenperaturan dagoen inguruko airea h konbektzio-koefizienteaz, eta T_{surr} tenperaturan dauden inguruko gainazalera (tenperatura guztiak absolutuak dira). Orotan, beroa era uniformearean sortzen da sagarrean, bolumen unitateko \dot{e}_{gen} -ko abiadura. Baldin eta T_S kanpo-gainazaleko tenperatura bada, honela adieraz daiteke sagarraren kanpo-gainazaleko mugalde-baldintza:

$$a) -k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_S - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_S^4 - T_{surr}^4)$$

$$b) -k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_S - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_S^4 - T_{surr}^4) + \dot{e}_{gen}$$

$$c) k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_S - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_S^4 - T_{surr}^4)$$

$$d) k \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=R} = h(T_S - T_\infty) + \varepsilon \sigma (T_S^4 - T_{surr}^4) + \frac{4\pi R^3 / 3}{4\pi R^2} \dot{e}_{gen}$$

e) Bat ere ez.

2.2. Test (2-148)*

L lodierako horma lau handi batean konbektzioz trukutzen da beroa, $T_{\infty 1}$ giro-tenperaturan dagoen eta h_1 bero-transferentziaren koefizientearekin duen barne-gainazalaren eta $T_{\infty 2}$ eta h_2 hurrenez hurrenko balioak dituen kanpo-gainazalaren artean.

x norabide positibotzat hartuta barne-gainazaletik kanpo-gainazaleranzkoa, hau da konbektzio bidezko mugalde-baldintzaren adierazpen zuzena:

$$a) k \frac{dT(0)}{dx} = h_1 [T(0) - T_{\infty 1}]$$

$$b) k \frac{dT(L)}{dx} = h_2 [T(L) - T_{\infty 2}]$$

$$c) -k \frac{dT(0)}{dx} = h_1 [T_{\infty 1} - T_{\infty 2}]$$

$$d) -k \frac{dT(L)}{dx} = h_2 [T_{\infty 1} - T_{\infty 2}]$$

e) Bat ere ez.

2.3. Test (2-150)*

Har dezagun horma lau handi bat, L lodiera, k eroankortasun termikoa eta A azalera dituen. Hormaren ezkerreko gainazala T_∞ tenperaturan dagoen airearen eraginpean dago, h bero-transferentziaren koefizientearekin; eskuineko gainazala, ordea, isolatuta dago. Hau da hormaren tenperatura-banaketa, bero-sorrerarik gabeko dimentsio bakarreko bero-eroanpean geldikorra gertatzean:

$$a) T(x) = \frac{h(L-x)}{k} \cdot T_\infty$$

$$b) T(x) = \frac{k}{h(x+0,5 \cdot L)} \cdot T_\infty$$

$$c) T(x) = \left(1 - \frac{xh}{k}\right) \cdot T_\infty$$

$$d) T(x) = (L-x) \cdot T_\infty$$

e) $T(x) = T_\infty$

2.4. Test (2-151)*

Kalkulatu da horma lau baten tenperatura-banaketa $T(x) = 65x + 25$ dela, non x m-tan emana baitago, eta T , °C-tan. Tenperatura 38 °C bada gainazalera batean, hau izango da hormaren lodiera:

a) 2 m

b) 0,4 m

c) 0,2 m

d) 0,1 m

e) 0,05 m

2.5. Test (2-153)*

15 cm lodi den horma lau baten barne- eta kanpo-gainazalen tenperatura $40\text{ }^\circ\text{C}$ eta $28\text{ }^\circ\text{C}$ dira, hurrenez hurren. Honako hau da hormako dimentsio bakarreko tenperatura-banaketa geldikorraren adierazpena:

- a) $T(x) = 28x + 40$ b) $T(x) = -40x + 28$
c) $T(x) = 40x + 28$ d) $T(x) = -80x + 40$
e) $T(x) = 40x - 80$

2.6. Test (2-156)*

3 cm-ko diametroa duen material esferiko erradiaktibo batean beroa sortzen da era uniformean, 15 W/cm^3 -ko abiaduran. Beroa $25\text{ }^\circ\text{C}$ -an dagoen ingurunera barreiatzen da $120\text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ -ko bero-transferentziaren koefizientearekin. Hau da materialaren gainazaleko tenperatura operazio-baldintza geldikorretan:

- a) 56°C b) 84°C c) 494°C d) 650°C e) 108°C

2.7. Test (2-157)*

Beroa era uniformean sortzen da 4 cm-ko diametroa duen eta 16 cm luze den barra solido batean ($k = 2,4\text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$). Barraren zentroko eta gainazaleko tenperatura $210\text{ }^\circ\text{C}$ eta $45\text{ }^\circ\text{C}$ dela neurtu da, hurrenez hurren. Hau da barraren barruko bero-sorreraren abiadura:

- a) 240 W b) 796 W c) 1013 W d) 79620 W e) $3,96 \times 10^6\text{ W}$.

2.8. Test (2-159)*

Barne-diametroa 2 cm eta kanpo-diametroa 2,5 cm dituen PVC-zko ($k = 0,092\text{ W/m}\cdot\text{K}$) hodi batetik doa ur beroa. Hodiaren barne-gainazalaren tenperatura $35\text{ }^\circ\text{C}$ da, eta kanpo-gainazaleko tenperatura 20°C . Hau da hodiaren luzera unitateko bero-transferentziaren abiadura:

- a) 22,8 W/m b) 38,9 W/m c) 48,7 W/m d) 63,6 W/m e) 72,6 W/m

IKASLEAK EGITEKO PROBLEMAK

2.1. Problema (2-57)*

Har dezagun horma lau handi bat, $L = 0,4$ m lodi dena, eroankortasun termikoa $k = 2,3$ W/m $^{\circ}$ C duena eta azalera $A = 30$ m 2 . Hormaren ezkerreko aldea $T_1 = 90$ $^{\circ}$ C tenperatura konstantean dago; eskuinekoak, ordea, beroa galtzen du konbekzioz $T_{\infty} = 25$ $^{\circ}$ C tenperaturan dagoen inguruko airera, $h = 24$ W/m 2 $^{\circ}$ C-ko bero-transferentziaren koefizientearekin.

Kontuan izanda hormaren eroankortasun termikoa konstantea dela eta bero-sorrerarik ez dagoela:

- Adierazi ekuazio diferentziala eta mugalde-baldintzak horman zeharreko dimentsio bakarreko bero-eroapen geldikorrerako.
- Lortu hormaren tenperaturaren banaketarako erlazioa, ekuazio diferentziala ebatziz.
- Ebaluatu horman zeharreko bero-transferentziaren abiadura.

Erantzuna: c) 9045 W

2.2. Problema (2-95)*

Har dezagun horma lau handi bat, $L = 0,05$ m lodi dena. Hormaren gainazala isolatuta dago $x = 0$ posizioan; $x = L$ posizioan, ordea, 30 $^{\circ}$ C-ko tenperaturan mantentzen da. Hormaren eroankortasun termikoa $k = 30$ W/m $^{\circ}$ C da, eta beroa $\dot{e}_{gen} = e_0 \cdot e^{-0,5x/L}$ W/m 3 -ko abiaduran sortzen da horman, non $e_0 = 8 \cdot 10^6$ W/m 3 baita. Jotzen badugu bero-transferentzia dimentsio bakarrekoa eta geldikorra dela:

- Adierazi horman zeharreko bero-eroapenaren ekuazio diferentziala eta mugalde-baldintzak
- Lortu hormako tenperatura-banaketaren erlazioa, ekuazio diferentziala ebatzita.
- Kalkulatu isolatutako horma-gainazalaren tenperatura.

Erantzuna: c) 314 $^{\circ}$ C

2.3. Problema (2-129)*

Nitrogenoaren irakite-tenperatura -196 $^{\circ}$ C da, itsas mailako presio atmosferikoan (1 atm-ko presioan). Beraz, nitrogenoa tenperatura baxuko ikerketa zientifikoetan erabili ohi da, atmosferara irekia dagoen ontzi bateko nitrogeno likidoaren tenperatura konstante egoten baita -196 $^{\circ}$ C-an, ontziko nitrogeno likidoa agortu arte. Ontzira egindako bero-transferentzia orok lurrundu egiten du nitrogeno likidoaren zati bat, zeinaren lurrunze-bero sorra 198 kJ/kg baita eta dentsitatea 810 kg/m 3 , 1 atm-n.

Har dezagun barne-erradioa $r_1 = 2$ m, kanpo-erradioa $r_2 = 2,1$ m eta eroankortasun termiko konstantea $k = 18$ W/m $^{\circ}$ C dituen horma meheko depositu esferiko bat. Hasieran, 1 atm-n eta -196 $^{\circ}$ C-an dagoen nitrogeno likidoarekin betea dago depositua, eta $T_{\infty} = 20$ $^{\circ}$ C-an dagoen inguruko airearekin kontaktuan dago, $h = 25$ W/m 2 $^{\circ}$ C-ko bero-transferentziaren koefizientearekin. Ikusi da depositu esferikoaren barne-gainazalaren tenperatura barruan duen nitrogenoaren tenperaturaren ia berdina dela. Jotzen badugu bero-transferentzia dimentsio bakarrekoa eta geldikorra dela:

- Adierazi deposituan zeharreko bero-eroapenerako ekuazio diferentziala eta mugalde-baldintzak
- Lortu deposituko tenperatura-banaketaren erlazioa, ekuazio diferentziala ebatzita.
- Kalkulatu inguruko airetiko bero-transferentziak eragiten duen deposituko nitrogeno likidoaren lurrunze-abiadura.

Erantzuna: c) 1,32 kg/s

2.4. Problema (2-135)*

Har dezagun erradioa $r_1 = 0,3$ cm eta eroankortasun termikoa $k_{\text{haria}} = 18$ W/m \cdot °C dituen erresistentzia-hari luze bat, non beroa uniformeki sortzen baita $\dot{e}_{\text{gen}} = 1,5$ W/cm 3 -ko abiaduran, erresistentzia berotzearen ondorioz.

Haria 0,4 cm lodi den plastikozko estalki mehe batean sartuta dago, eta plastikoaren eroankortasun termikoa $k_{\text{plastikoa}} = 1,8$ W/m \cdot °C da. Plastikozko estalkiaren kanpo-gainazalak beroa galtzen du konbektzioz $T_{\infty} = 25$ °C-an dagoen inguruko airera, $h = 14$ W/m 2 ·°C bero-transferentziaren batez besteko koefiziente konbinatuaz. Jotzen badugu bero-transferentzia dimentsio bakarrekoa dela, kalkulatu tenperatura erresistentzia-hariaren erdian eta hariaren eta plastikoaren arteko faseartean, baldintza geldikorretan.

Erantzunak: 97,3 °C; 97,1 °C.

