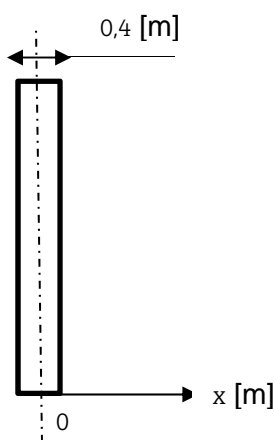


## BERO TRANSFERENTZIA

<b>1 ARIKETA</b>	<b>2019 EKAINA 4</b>	<b>60 min.</b>
------------------	----------------------	----------------

Titaniozko, propietateak ( $k = 8,4 \text{ [W/mK]}$ ,  $\alpha = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2/\text{s]}$ ,  $\rho = 4500 \text{ [kg/m}^3]$  eta  $c_p = 522 \text{ [J/kg}^\circ\text{C]}$ ), xaflak ekoizten dituen lantegi batean  $0,4 \text{ [m]}$ - tako sendoera daukan xafla handi bat hozten uzten da konformazio prozesu baten ostean.

Xaflaren kanpo azaleran neurtzen den tenperatura  $45 \text{ [}^\circ\text{C]}$ -takoa da, giroko eta zeruko tenperaturak  $25 \text{ [}^\circ\text{C]}$  eta  $17 \text{ [}^\circ\text{C]}$ - takoak direnean hurrenez hurren. Momentu horretan, haizeak motel jotzen du, xaflaren eta inguruaren artean  $14 \text{ [W/m}^2\text{}^\circ\text{C]}$ - tako konbektzio koefizienteak neurtzen delarik. Erradiazio propietateei dagokienez, xaflaren emisibitatea  $0,7 \text{ [-]}$ -koa da. Kontuan izanik bero transferentzia unidimentsionala eta egonkorra dela. Eskatzen da:



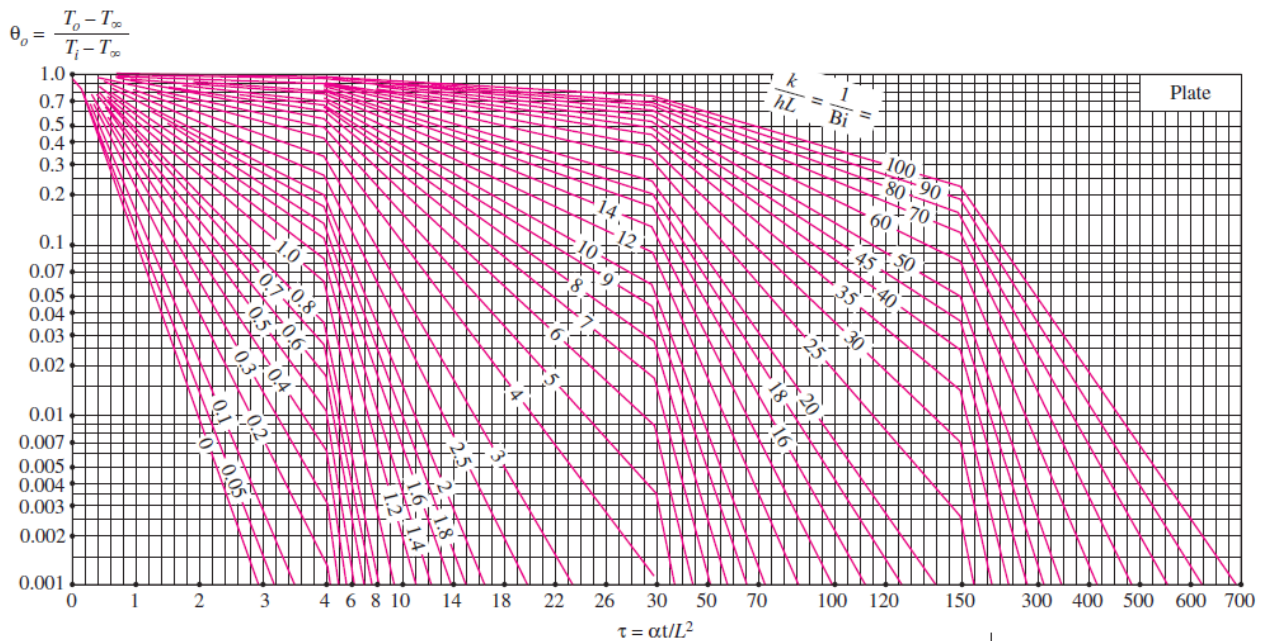
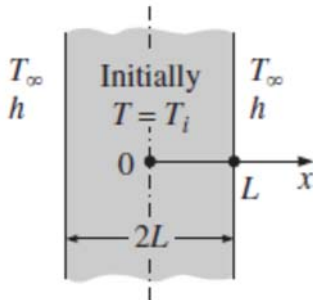
- 1) Deskribatutako kasuari dagokion, tenperatura banaketa ekuazio orokorra adierazi. **(0.4 PTO)**
- 2) Jatorritzat xaflaren simetria ardatzaren gainean kokatua dagoen puntua hartuz (ikus irudia), tenperatura banaketa ekuazio partikularra kalkulatu, jatorritik eskumara geratzen den xafla zatirako. **(1.6 PTO)**
- 3) Jatorritzat xaflaren simetria ardatzaren gainean kokatua dagoen puntua hartuz (ikus irudia), tenperatura banaketa ekuazio partikularra kalkulatu, jatorritik ezkerrera geratzen den xafla zatirako. **(1.6 PTO)**
- 4) Xaflaren kanpo azaleratik, ingurura konbektzioz eta erradiazioz barreiatzen den bero fluxua. **(1.2 PTO)**

Lantegi berdinean, xaflari tratamendu termiko bat aplikatzen zaio. Hasieran,  $70 \text{ [}^\circ\text{C]}$ -ko tenperatura uniformearen dagoen xafla, bainu batean,  $45 \text{ [}^\circ\text{C]}$ -tan dagoena, sartzen da bere propietate mekanikoak hobetzeko helburuarekin. Xafla eta bainuan dagoen jariakinaren arteko konbektzio koefizienteak  $8 \text{ [W/m}^2\text{}^\circ\text{C]}$ -takoa da eta erradiazio efektuak mespretxagarriak dira. Eskatzen da:

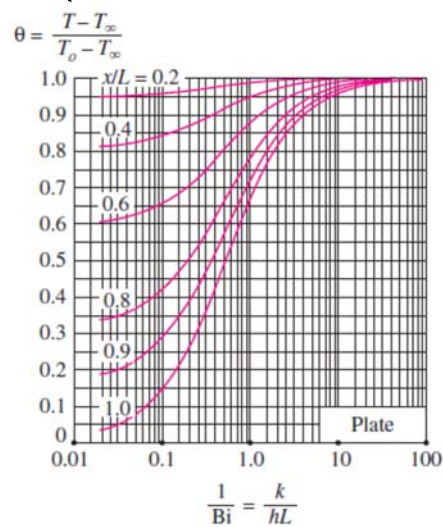
**Oharra:** Kalkuluak egiteko kontsideratu soilik xaflaren albo azalerak.  $1 \text{ [m}^2]$  albo azalera bakoitzeko. Eskatzen da:

- 5) Zenbat denbora igaroko da, ordutan, zentroko tenperatura  $50 \text{ [}^\circ\text{C]}$ -ra iristeko. Ebazpen metodoa aukeratzeko kriterioa justifikatu. **(3.2 PTO)**
- 6) Zein da azaleko tenperatura momentu horretan. **(1.2 PTO)**
- 7) Xaflak, bere tenperatura bainuko jariakinarekin parekatzen duenean galduko duen energia. **(0.8 PTO)**

## BERO TRANSFERENTZIA



### a) Zentroko temperatura (M.P. Heisler)



### b) Temperatura banaketa (M.P. Heisler)

**Oharra:** Ezin da bestelako informaziorik erabili

## BERO TRANSFERENTZIA

<b>2 ARIKETA</b>	<b>2019 EKAINA 4</b>	<b>45 min.</b>
------------------	----------------------	----------------

15 [m] luze, 4 [cm]- tako barne diametroa eta 4,6 [cm]- tako kanpo diametroa dituen altzairuzko hodi batek, propietateak ( $k=52$  [W/m°C] eta emisibitatea 0.8 [-]), putzu geotermiko batetik datorren ura garraiatzen du. Ura, 0,35 [m/s]- ko abiaduran eta 90 [°C]- tan sartzen da hodira. 5 [°C]- tako tenperatura jauzia neurtzen da uretan, hodiaren sarreratik irteerara. Hodia aldiz, isotermoa mantentzen da 82 [°C]- tan. Eskatzen da:

- 1) Konbekzio bidezko bero transferentziaren abiadura, ura eta hodiaren barruko azaleraren artean. **(2.9 PTO)**
- 2) Tenperatura diferentzia logaritmikoa ura eta hodiaren artean. **(0.4 PTO)**
- 3) Barne konbekzio koefizientea. **(1.8 PTO)**

Hodia dagoen inguruan, 10 [°C]- tako giro tenperatura neurtzen da eta hodiaren kanpoaldea, 30 [km/h]- ko abiadura duen aireak zeharka gogoz jotzen du. Kontuan izanik egoera egonkorra dela. Kalkulatu:

- 4) Kanpo konbekzio koefizientea. **(4.2 PTO)**
- 5) Konbekzio bidezko bero transferentziaren abiadura hodiaren kanpo azalera eta inguruko airearen artean. **(0.8 PTO)**
- 6) Erradiazio bidezko bero transferentziaren abiadura hodiaren kanpo azalera eta azalera atmosferikoaren artean. **(0.4 PTO)**
- 7) Zeruaren tenperatura. **(0.4 PTO)**

**Oharra:** Interpolatu beharreko balioa, bi balioen erdian jausten bada interpolatu beharko da. Beste kasuetarako, gertukoena den balioa hartu.

## BERO TRANSFERENTZIA

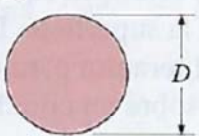

### Ur asearen propietateak

$T$ [°C]	$P_{\text{sat}}$ [kPa]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]		$h_{\text{fg}}$ [kJ/kg]	$c_p$ [J/kg · K]		$k$ [W/m · K]		$\mu$ [kg/m · s]		$Pr$ [-]		$\beta$ [1/K]
		Liq	Vap		Liq	Vap	Liq	Vap	Liq	Vap	Liq	Vap	
75	38.58	974.7	0.2421	2321	4193	1948	0.667	0.0225	$0.378 \times 10^{-3}$	$1.142 \times 10^{-5}$	2.38	1.00	$0.607 \times 10^{-3}$
80	47.39	971.8	0.2935	2309	4197	1962	0.670	0.0230	$0.355 \times 10^{-3}$	$1.159 \times 10^{-5}$	2.22	1.00	$0.653 \times 10^{-3}$
85	57.83	968.1	0.3536	2296	4201	1977	0.673	0.0235	$0.333 \times 10^{-3}$	$1.176 \times 10^{-5}$	2.08	1.00	$0.670 \times 10^{-3}$
90	70.14	965.3	0.4235	2283	4206	1993	0.675	0.0240	$0.315 \times 10^{-3}$	$1.193 \times 10^{-5}$	1.96	1.00	$0.702 \times 10^{-3}$

### Airearen propietateak $P=1$ [atm]

$T$ [°C]	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ [J/kg · K]	$k$ [W/m · K]	$\alpha$ [m <sup>2</sup> /s]	$\mu$ [kg/m · s]	$\nu$ [m <sup>2</sup> /s]	$Pr$ [-]
20	1.204	1007	0.02514	$2.074 \times 10^{-5}$	$1.825 \times 10^{-5}$	$1.516 \times 10^{-5}$	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	$2.141 \times 10^{-5}$	$1.849 \times 10^{-5}$	$1.562 \times 10^{-5}$	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	$2.208 \times 10^{-5}$	$1.872 \times 10^{-5}$	$1.608 \times 10^{-5}$	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	$2.277 \times 10^{-5}$	$1.895 \times 10^{-5}$	$1.655 \times 10^{-5}$	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	$2.346 \times 10^{-5}$	$1.918 \times 10^{-5}$	$1.702 \times 10^{-5}$	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	$2.416 \times 10^{-5}$	$1.941 \times 10^{-5}$	$1.750 \times 10^{-5}$	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	$2.487 \times 10^{-5}$	$1.963 \times 10^{-5}$	$1.798 \times 10^{-5}$	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	$2.632 \times 10^{-5}$	$2.008 \times 10^{-5}$	$1.896 \times 10^{-5}$	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	$2.780 \times 10^{-5}$	$2.052 \times 10^{-5}$	$1.995 \times 10^{-5}$	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	$2.931 \times 10^{-5}$	$2.096 \times 10^{-5}$	$2.097 \times 10^{-5}$	0.7154

**Kanpo konbekzio behartua. Korrelazioak. Oharra:** Batazbesteko geruza tenperaturan ebaluatuko dira.

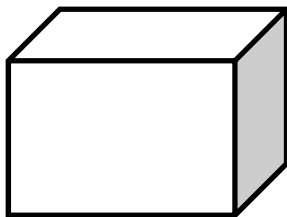
Sección transversal del cilindro	Fluido	Rango de Re	Número de Nusselt
Círculo 	Gas o líquido	0.4-4	$Nu = 0.989Re^{0.330} Pr^{1/3}$
		4-40	$Nu = 0.911Re^{0.385} Pr^{1/3}$
		40-4 000	$Nu = 0.683Re^{0.466} Pr^{1/3}$
		4 000-40 000	$Nu = 0.193Re^{0.618} Pr^{1/3}$
		40 000-400 000	$Nu = 0.027Re^{0.805} Pr^{1/3}$
Cuadrado 	Gas	5 000-100 000	$Nu = 0.102Re^{0.675} Pr^{1/3}$

**Oharra:**Ezin da bestelako informaziorik erabili

## BERO TRANSFERENTZIA

<b>3 ARIKETA</b>	<b>2019 EKAINA 4</b>	<b>45 min.</b>
------------------	----------------------	----------------

Irudian etxeko labe bat erakusten da. Bere dimentsioak 60 x 60 x 45 [cm] dira.



1 azalera, labearen atzekaldean dago, bere dimentsioak 60 x 45 [cm] dira. Gorputz beltz baten portamoldea dauka eta labearen barrura 2200 [W]- tako potentzia barreiatzen du.

2 azalera, labearen aurrekaldean dago, bere dimentsioak 60 x 45 [cm] dira. Gorputz berrerradiatzaile baten portamoldea dauka eta bere tenperatura 45 [°C]- takoa da.

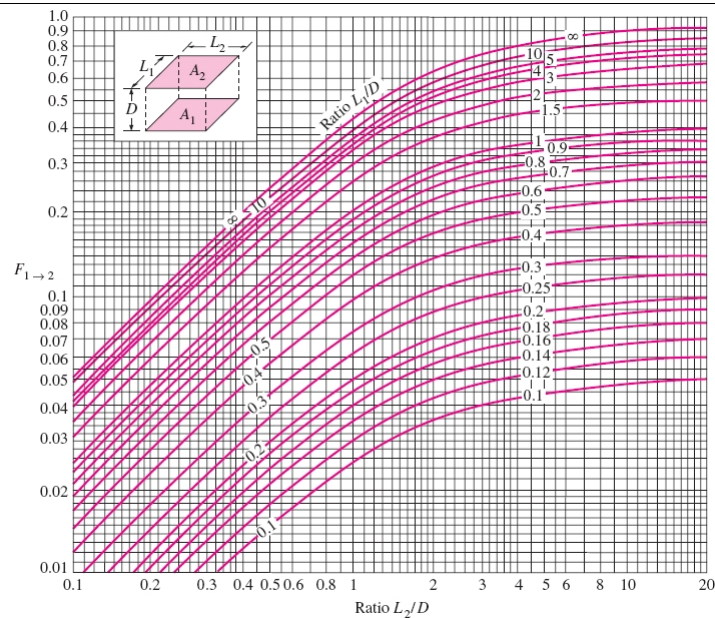
3 azalerak, 1 eta 2 azalerak lotzen ditu. 60 x 60 [cm]- tako bi laukiz eta 60 x 45 [cm]- tako bi laukiluzez osatuta dago. Gorputz gris baten portamoldea dauka, bere emisibitatea 0,6 [-] -koa izanik eta bere tenperatura 200 [°C]- takoa da.

Eskatzen da:

- 1) Hiru azaleren arteko ikuspen faktoreak. **(4.5 PTO)**
- 2) Hiru azaleletan neurtzen diren erradiositateak. **(3 PTO)**
- 3) 1 azaleratik, 2 azalerara neutzen den bero transferentziaren abiadura. **(1 PTO)**
- 4) 1 azaleraren tenperatura. **(1 PTO)**
- 5) 3 azaleraren emisio ahalmena. **(0.5 PTO)**

## BERO TRANSFERENTZIA

### *Lerrokatuta dauden bi laukizuzen paraleloen arteko ikuspen faktorea*



Metodo zuzena edo matriziala:

$$\dot{Q}_i = A_i \sum_{j=1}^N F_{i \rightarrow j} (J_i - J_j)$$

$$\sigma T_i^4 = J_i + \frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_i} \sum_{j=1}^N F_{i \rightarrow j} (J_i - J_j)$$

**Emisibitate hemisferiko totala:**  $\varepsilon(T) = \frac{E(T)}{E_b(T)}$

**Oharra:** Ezin da bestelako informaziorik erabili