

BERO TRANSFERENTZIA

1. ARIKETA	MAIATZA 27 2013	60 min.
------------	-----------------	---------

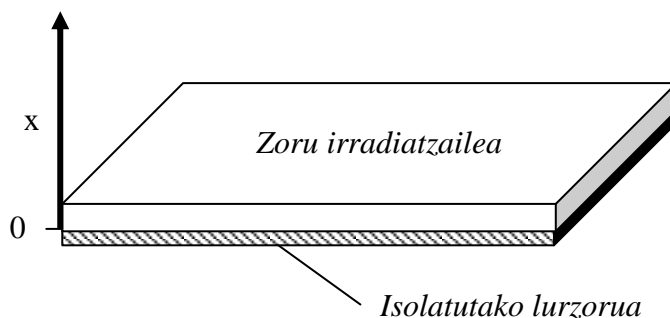
Etxebizitza batek, 10 [m] x 20 [m]-ko oinarri laukizuzen bat dauka eta 4 [m] altuerako paretak. Lau paretek $R = 2.31 \text{ [m}^2 \text{ °C/ W]}$ dute eta sabaia eta lurzorua **adiabatikoak** dira. 10 [m] x 4 [m] neurtzen dituzten bi paretak ez daukate leihorik. Hirugarren paretak batek, beirazko bost leiho dauzka, $k = 0.78 \text{ [W/m °C]}$, 0.5 [cm] sendoerakoak eta leiho bakoitzak 1.2 [m] x 1.8 [m] neurtzen ditu. Laugarren paretak leiho kopuru berdina dauka baina beira- orri bikoitza du. Tartean, geldirik dagoen aire geruza bat daukalarik, $k = 0.026 \text{ [W/m °C]}$, 1.5 [cm] sendoerakoa, beira- orri bakoitzak 0.5 [cm] dituelarik.

Etxe barruko termostatoak 24 [°C] adierazten ditu eta batzbesteko kanpo tenperatura 8[°C]-takoa da. Barne eta kanpo konbekzio koefizienteak 7 eta 18 [W/m²°C] dira hurrenez hurren. Erradiazio bidezko bero transferentzia mespretxagarria dela kontsideratzen da. Kalkulatu:

- 1) Bero transferentziaren abiadura leiho gabeko bi paretetatik [W]-tan (1 pto).
- 2) Bero transferentziaren abiadura beira sinplezko leihoa duen paretatik [W]-tan (2 pto).
- 3) Bero transferentziaren abiadura beira- orri bikoitzeko leihoa duen paretatik [W]-tan (2 pto).
- 4) Etxebizitza osoaren itxituratik, bero transferentziaren abiadura [W]-tan (1 pto).

Suposatu, etxebizitzaren beroketa beharrak asetzeko 2 [KW]-tako potentzia neurtzen dela. Beharrezkoa den beroketa lortzeko, zoru irradiatzaile sistema bat instalatzen da irudian azaltzen den bezela. Zoru irradiatzailearen eroankortasuna, $k = 2 \text{ [W/m °C]}$ da eta 5 [cm]-tako sendoera dauka. Aurreko atalean aipatu diren barne konbekzio koefizientea eta etxebizitzaren barne tenperatura erabili.

- 5) Zoru irradiatzaileak sortutako beroa bolumen unitateko (1pto).
- 6) Zoru irradiatzailearendako tenperatura banaketa ekuazio unidimentsionala (2pto).
- 7) Zoru irradiatzailearen azalerako tenperatura (0,5pto).
- 8) Zoru irradiatzailea eta lurzorua arteko kontaktu puntuaren $x=0$, tenperatura (0,5pto).



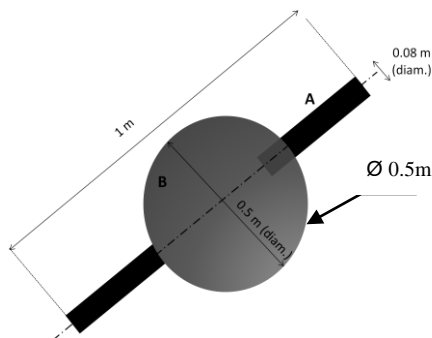
BERO TRANSFERENTZIA

2. ARIKETA

MAIATZA 27 2013

75 min.

Aplikazio aeronautiko batean erabiltzeko hurrengo pieza fabrikatzea nahi da. **A** pieza aluminiozko ardatz zilindriko bat da eta **B** elementua materiale zeramiko berri batean eginiko **esfera** bat.



Bi elementuak **muntatu gabe** daude 250 [°C]- tan. Muntatu daitetzen, konbekzio naturalaren bidez hozten dira aire atmosferikoan, 10 [°C]- tako temperatura konstantepean dagoena. Hozketa prozesuan bi piezak bertikalki zintzilikatzen dira, elementu bakoitza hari batekin lotzen delarik (A zilindroa posizio **bertikalean** geratzen da). 30 [min] pasatu ostean lehenengo ikuskapena egiten da. Kalkulatu A zilindroarendako (OHARRA: kontsideratu bero transferentziarako azalera efektiboa, A_s , πDL):

- 1) Konbekzio bidezko batazbesteko koefizientea [W/m²K] (1.5 pto).
- 2) 30 minutu ostean, azalerako temperatura [°C]- tan (1.25 pto).
- 3) 30 minutu ostean, ardatzeko temperatura [°C]- tan (1.25 pto).
- 4) Denbora tarte horretan trukaturako beroa [kJ]- tan (1 pto).


Era berean, B esferarendako kalkulatuz:

- 5) Konbekzio bidezko batazbesteko koefizientea [W/m²K] (1.5 pto).
- 6) 30 minutu ostean, azalerako temperatura [°C]- tan (1.25 pto).
- 7) 30 minutu ostean, erdiko puntuko temperatura [°C]- tan (1.25 pto).


Elementuen zentroa 25°C- tik behera dagoenean, hozketa prozesua amaitu dela kontsideratzen da. Bi piezak batera hozten badira:

- 8) Hozketa prozesuaren iraupena (1pto).

Datuak: Batazbesteko Nusselt zenbakiarendako korrelazio enpirikoak konbekzio naturalaren kasurako eta zilindro eta esferetarako.

Geometry	Characteristic length L_c	Range of Ra	Nu
	L		

BERO TRANSFERENTZIA

	D		
-----------------------------------------------------------------------------------	---	--	--

Kalkuluendako kontsideratu batzbesteko $T_s =$ _____

Esferaren bolumena: - ;

Esferaren azalera:

Airearen propietateak (kalkulu guztietarako erabili):

ρ [kg/m ³]	c_p [J/kg · K]	k [W/m · K]	μ [kg/m · s]	$\nu = \mu / \rho$ [m ² /s]	Pr [-]
0.8542	1013	0.03364	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041

Solidoen propietateak:

Material	ρ [kg/m ³]	c_p [J/kg · K]	k [W/m · K]	α [m ² /s]
Aluminioa	500	900	237	5.267×10^{-4}
Zeramikoa	600	200	1.23	1.025×10^{-5}

Bero transferentzia iragankorreko ariketak ebazteko taulak eta ekuazioak

	Zentroko puntuetarako	Beste puntu batzuk eta periferia*
Cilindro	$\theta_{0,cyl} = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau}$	$\theta_{r,cyl} = \frac{T(r,t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} J_0(\lambda_1 r / r_0)$
Esfera	$\theta_{0,sph} = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau}$	$\theta_{r,sph} = \frac{T(r,t) - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 \tau} \frac{\sin(\lambda_1 r / r_0)}{\lambda_1 r / r_0}$

* Operazio trigonometrikoendako ($\sin(x)$, $\cos(x)$, ...) x argumentua radianetan sartu behar da. Gure kalkulagailuak graduetan operatzen badu, hurrengo aldaketa egin beharko da:

Taulan erabiltzeko konstanteak (taula honetarako zilindro eta esferak — eta —)

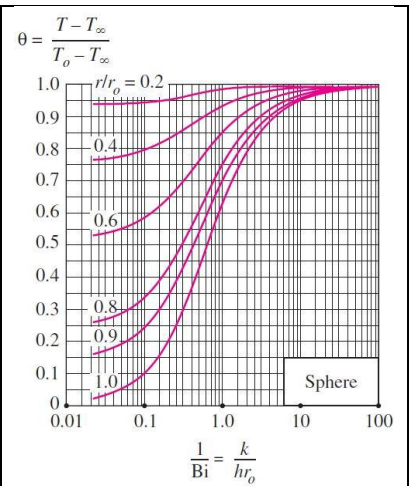
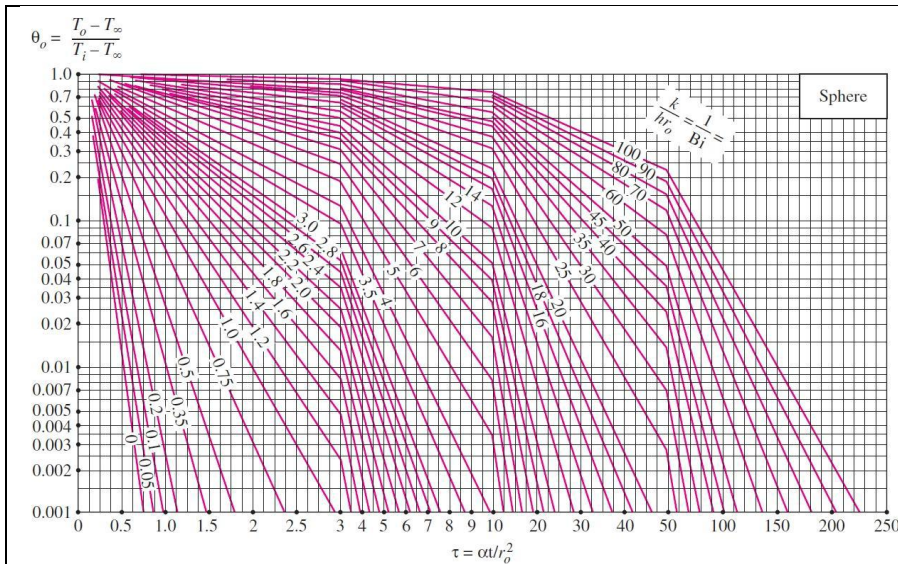
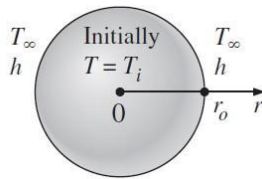
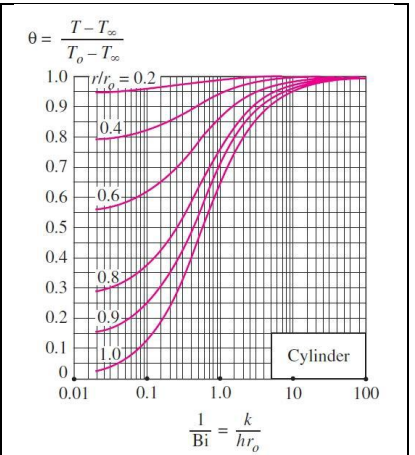
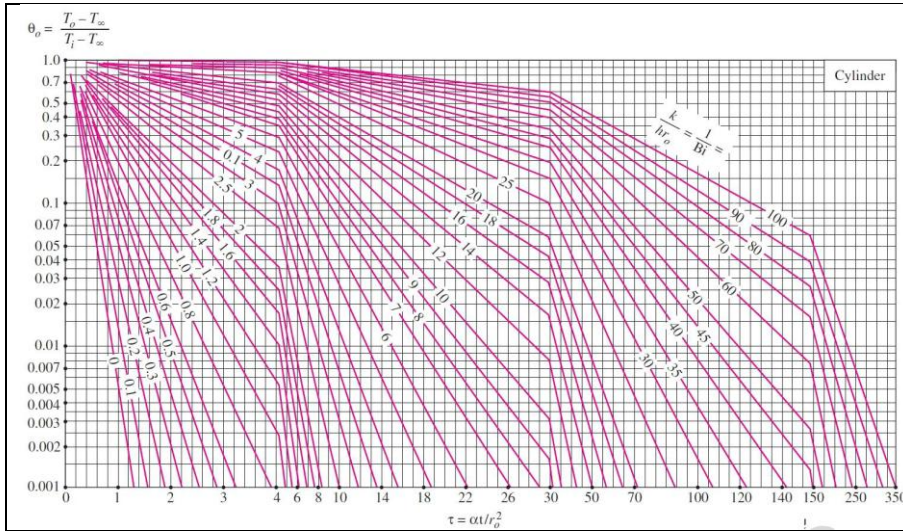
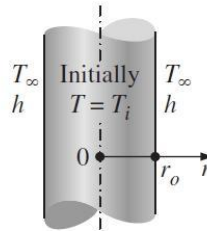
Coefficients used in the one-term approximate solution of transient one-dimensional heat conduction in plane walls, cylinders, and spheres ($Bi = hL/k$ for a plane wall of thickness $2L$, and $Bi = hr_c/k$ for a cylinder or sphere of radius r_c)

Bi	Plane Wall		Cylinder		Sphere	
	λ_1	A_1	λ_1	A_1	λ_1	A_1
0.01	0.0998	1.0017	0.1412	1.0025	0.1730	1.0030
0.02	0.1410	1.0033	0.1995	1.0050	0.2445	1.0060
0.04	0.1987	1.0066	0.2814	1.0099	0.3450	1.0120
0.06	0.2425	1.0098	0.3438	1.0148	0.4217	1.0179
0.08	0.2791	1.0130	0.3960	1.0197	0.4860	1.0239
0.1	0.3111	1.0161	0.4417	1.0246	0.5423	1.0298
0.2	0.4328	1.0311	0.6170	1.0483	0.7593	1.0592
0.3	0.5218	1.0450	0.7465	1.0712	0.9208	1.0880
0.4	0.5932	1.0580	0.8516	1.0931	1.0528	1.1164
0.5	0.6533	1.0701	0.9408	1.1143	1.1656	1.1441
0.6	0.7051	1.0814	1.0184	1.1345	1.2644	1.1713
0.7	0.7506	1.0918	1.0873	1.1539	1.3525	1.1978
0.8	0.7910	1.1016	1.1490	1.1724	1.4320	1.2236
0.9	0.8274	1.1107	1.2048	1.1902	1.5044	1.2488
1.0	0.8603	1.1191	1.2558	1.2071	1.5708	1.2732
2.0	1.0769	1.1785	1.5995	1.3384	2.0288	1.4793
3.0	1.1925	1.2102	1.7887	1.4191	2.2889	1.6227
4.0	1.2646	1.2287	1.9081	1.4698	2.4556	1.7202
5.0	1.3138	1.2403	1.9898	1.5029	2.5704	1.7870
6.0	1.3496	1.2479	2.0490	1.5253	2.6537	1.8338
7.0	1.3766	1.2532	2.0937	1.5411	2.7165	1.8673
8.0	1.3978	1.2570	2.1286	1.5526	2.7654	1.8920
9.0	1.4149	1.2598	2.1566	1.5611	2.8044	1.9106
10.0	1.4289	1.2620	2.1795	1.5677	2.8363	1.9249
20.0	1.4961	1.2699	2.2880	1.5919	2.9857	1.9781
30.0	1.5202	1.2717	2.3261	1.5973	3.0372	1.9898
40.0	1.5325	1.2723	2.3455	1.5993	3.0632	1.9942
50.0	1.5400	1.2727	2.3572	1.6002	3.0788	1.9962
100.0	1.5552	1.2731	2.3809	1.6015	3.1102	1.9990
∞	1.5708	1.2732	2.4048	1.6021	3.1416	2.0000

The zeroth- and first-order Bessel functions of the first kind

ξ	$J_0(\xi)$	$J_1(\xi)$
0.0	1.0000	0.0000
0.1	0.9975	0.0499
0.2	0.9900	0.0995
0.3	0.9776	0.1483
0.4	0.9604	0.1960
0.5	0.9385	0.2423
0.6	0.9120	0.2867
0.7	0.8812	0.3290
0.8	0.8463	0.3688
0.9	0.8075	0.4059
1.0	0.7652	0.4400
1.1	0.7196	0.4709
1.2	0.6711	0.4983
1.3	0.6201	0.5220
1.4	0.5669	0.5419
1.5	0.5118	0.5579
1.6	0.4554	0.5699
1.7	0.3980	0.5778
1.8	0.3400	0.5815
1.9	0.2818	0.5812
2.0	0.2239	0.5767
2.1	0.1666	0.5683
2.2	0.1104	0.5560
2.3	0.0555	0.5399
2.4	0.0025	0.5202
2.6	-0.0968	-0.4708
2.8	-0.1850	-0.4097
3.0	-0.2601	-0.3391
3.2	-0.3202	-0.2613

BERO TRANSFERENTZIA



OHARRA: Ezin da bestelako informaziorik erabili.

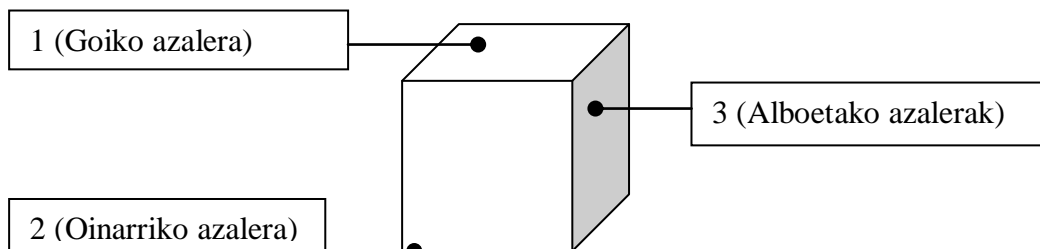
BERO TRANSFERENTZIA

3. ARIKETA	MAIATZA 27 2013	50 min.
-------------------	------------------------	----------------

Irudian agertzen den forma kubikoa duen labe industrial batek, $3\text{ m} \times 3\text{ m} \times 3\text{ m}$ neurtzen du. 3 azalera independente ditu. Goiko azalera (1) eta alboetako azalerak (3) gorputz beltz baten portamoldera hurbiltzen dira eta oinarriko azalerak (2) 0.7 -ko emisibitatea du.

Labearen oinarriko, goiko eta alboetako azalerak $172\text{ }^{\circ}\text{C}$, $615\text{ }^{\circ}\text{C}$ eta $1060\text{ }^{\circ}\text{C}$ - tan mantentzen dira hurrenez hurren. Labeko barne espazioa kontsideratu ezkerro. Kalkulatu:

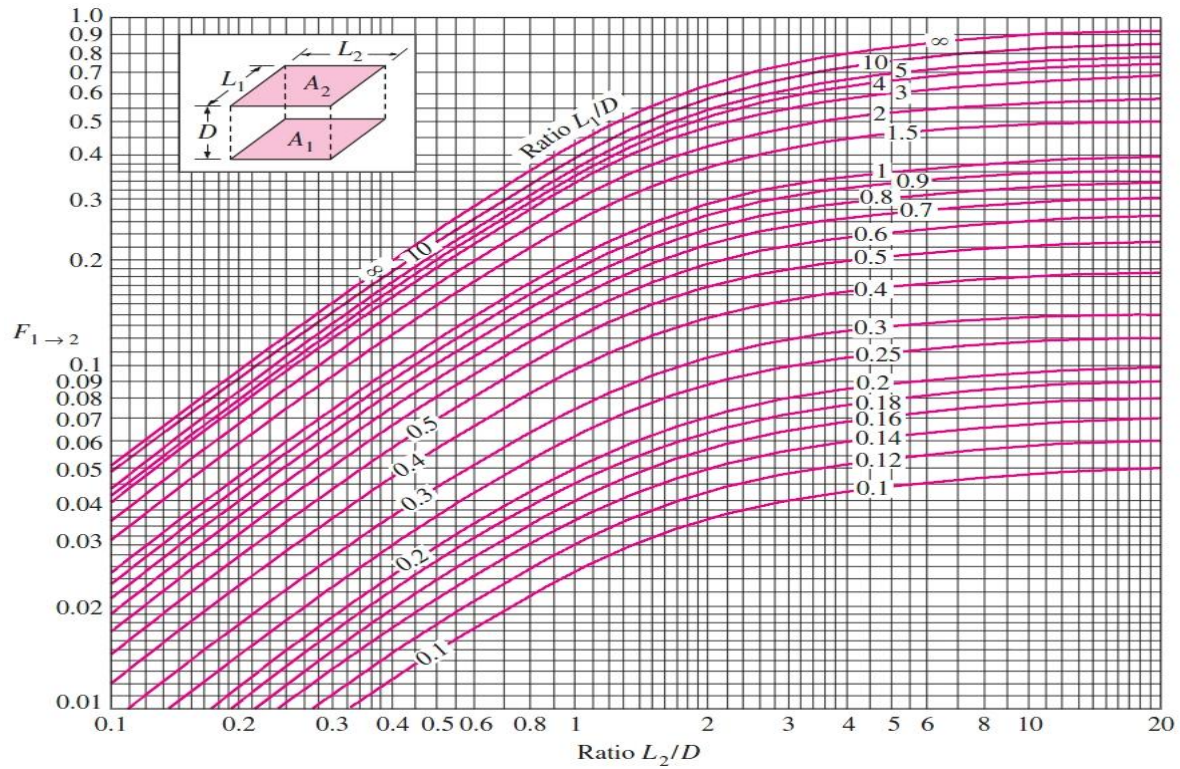
- Ikuspen faktoreak (2pto).
- Bero transferentzia netoa oinarriko azalera eta albokoen artean $[\text{W}]$ - tan (3pto).
- Bero transferentzia netoa oinarriko azalera eta goikoaren artean $[\text{W}]$ - tan (3pto).
- Bero transferentzia netoa oinarriko azalerara $[\text{W}]$ - tan (2pto).



Metodo zuzena erabiliz erradiazio problemak ebazteko ekuazioak:

BERO TRANSFERENTZIA

Ikuspen faktoreen kalkulua:



OHARRA: Ezin da bestelako informaziorik erabili.

BERO TRANSFERENTZIA

EMAITZAK

1 ARIKETA

- 1) = 510,28 [W]
- 2) = 1285 [W]
- 3) = 660,64 [W]
- 4) = 2456 [W]
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)

2 ARIKETA

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8) $t = 2,24$ ordu

3 ARIKETA

- 1)

- 2)
- 3)
- 4)