

RADIAÇÃO E ENERGIA SOLAR – TESTE 2022/2023

1. A distribuição espectral da refletividade de uma tinta branca é a seguinte:

λ (μm)	<0.4	$0.4 - 3.0$	>3.0
α_λ	0.75	0.15	0.96

Uma pequena chapa de material revestida com esta tinta é mantida a 400K dentro de um forno com paredes cuja superfície está a 3000K e cuja emissividade é a seguinte:

λ (μm)	<2.0	>2.0
ε_λ	0.2	0.9

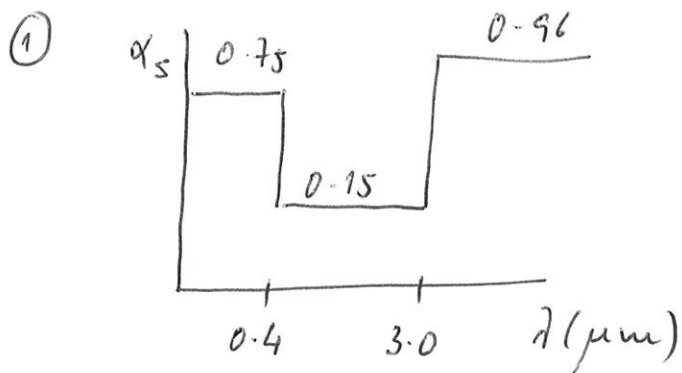
- Determine a emissividade total da superfície da parede do forno.
- Determine a emissividade total e a absorvidade total da chapa.

λT ($\mu\text{m} \cdot \text{K}$)	$F_{(0-\lambda)}$	$I_{\lambda,b}(\lambda, T)/\sigma T^5$ ($\mu\text{m} \cdot \text{K} \cdot \text{sr}$) ⁻¹	$\frac{I_{\lambda,b}(\lambda, T)}{I_{\lambda,b}(\lambda_{\text{max}}, T)}$
200	0.000000	0.375034×10^{-27}	0.000000
400	0.000000	0.490335×10^{-13}	0.000000
600	0.000000	0.104046×10^{-8}	0.000014
800	0.000016	0.991126×10^{-7}	0.001372
1.000	0.000321	0.118505×10^{-5}	0.016406
1.200	0.002134	0.523927×10^{-5}	0.072534
1.400	0.007790	0.134411×10^{-4}	0.186082
1.600	0.019718	0.249130	0.344904
1.800	0.039341	0.375568	0.519949
2.000	0.066728	0.493432	0.683123
2.200	0.100888	0.589649×10^{-4}	0.816329
2.400	0.140256	0.658866	0.912155
2.600	0.183120	0.701292	0.970891
2.800	0.227897	0.720239	0.997123
2.898	0.250108	0.722318×10^{-4}	1.000000
3.000	0.273232	0.720254×10^{-4}	0.997143
3.200	0.318102	0.705974	0.977373
3.400	0.361735	0.681544	0.943551
3.600	0.403607	0.650396	0.900429
3.800	0.443382	0.615225×10^{-4}	0.851737
4.000	0.480877	0.578064	0.800291
4.200	0.516014	0.540394	0.748139
4.400	0.548796	0.503253	0.696720
4.600	0.579280	0.467343	0.647004
4.800	0.607559	0.433109	0.599610
5.000	0.633747	0.400813	0.554898
5.200	0.658970	0.370580×10^{-4}	0.513043
5.400	0.680360	0.342445	0.474092
5.600	0.701046	0.316376	0.438002
5.800	0.720158	0.292301	0.404671
6.000	0.737818	0.270121	0.373965
6.200	0.754140	0.249723×10^{-4}	0.345724
6.400	0.769234	0.230985	0.319783
6.600	0.783199	0.213786	0.295973
6.800	0.796129	0.198008	0.274128
7.000	0.808109	0.183534	0.254090
7.200	0.819217	0.170256×10^{-4}	0.235708
7.400	0.829527	0.158073	0.218842
7.600	0.839102	0.146891	0.203360
7.800	0.848005	0.136621	0.189143
8.000	0.856288	0.127185	0.176079
8.500	0.874608	0.106772×10^{-4}	0.147819
9.000	0.890029	0.901463×10^{-5}	0.124801
9.500	0.903085	0.765338	0.105956
10.000	0.914199	0.653279×10^{-5}	0.090442
10.500	0.923710	0.560522	0.077600
11.000	0.931890	0.483321	0.066913
11.500	0.939959	0.418725	0.057970
12.000	0.945098	0.364394×10^{-5}	0.050448
13.000	0.955139	0.279457	0.038689
14.000	0.962898	0.217641	0.030131
15.000	0.969981	0.171866×10^{-5}	0.023794
16.000	0.973814	0.137429	0.019026
18.000	0.980860	0.908240×10^{-6}	0.012574
20.000	0.985602	0.623310	0.008629

Radiação e energia solar

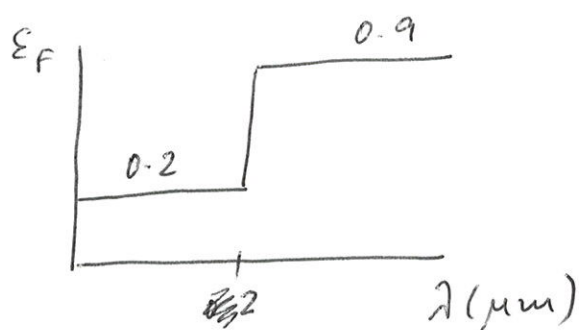
TESTE 22/23 - Resolução

①



$$T_s = 400 \text{ K}$$

$$T_f = 3000 \text{ K}$$



observações:

- a pergunta fala em refletividade mas a tabela apresenta coeficiente de absorção! claro que, para um material opaco

$$\alpha + \rho = 1 \quad \text{logo} \quad \rho = 1 - \alpha$$

- nesta resposta índice s refere-se à superfície com revestimento da tinta e f refere-se ao forno quente.

1. a) emissividade total da superfície da parede do forno:

(2)

$$E_f = \frac{\int_0^2 E E d\lambda}{E_b} + \frac{\int_2^{+\infty} E E d\lambda}{E_b}$$

$$E_f = 0.2 F(0 \rightarrow 2) + 0.9 F(2 \rightarrow +\infty)$$

$$\lambda T = 2 \times 3000 = 6000 \mu\text{m K}$$

(porque a parede do forno está a 3000K e estamos a considerar a radiação emitida por essa superfície!)

da tabela: $F(0 \rightarrow 2) = 0.73$

e portanto

$$E_f = 0.2 \times 0.73 + 0.9 \times (1 - 0.73)$$

$$\boxed{E_f = 0.39}$$

1. b) emissividade e absorvidade da chapa. (3)

vamos começar pela absorvidade.

$$\alpha = \frac{\int_0^{0.4} \alpha E d\lambda}{E_b} + \frac{\int_{0.4}^3 \alpha E d\lambda}{E_b} + \frac{\int_3^{+\infty} \alpha E d\lambda}{E_b}$$

como estamos a falar de absorção,
o espectro relevante é o da radiação
que incide na chapa, e portanto o
emitido pelas paredes do forno a 3000K.
temos então

$$\lambda_1 T = 0.4 \times 3000 = 1200 \mu\text{mK} \rightarrow f = 0.002$$

$$\lambda_2 T = 3 \times 3000 = 9000 \mu\text{mK} \rightarrow f = 0.89$$

~~2.3.11~~
e portanto

$$\alpha = 0.75 \times 0.002 + 0.15 \times (0.89 - 0.002) + 0.96 \times (1 - 0.96)$$

$$\boxed{\alpha = 0.24}$$

é um valor relativamente baixo
porque a maior parte da radiação
(quase 90%) acontece no intervalo
[0.4, 3] μm .

1.5) (continuação)

(4)

para calcular a emissividade,
precisamos de considerar o espectro
da radiação emitida pela chapa
(e portanto com $T = 400\text{ K}$)

Logo

$$\epsilon_s = \frac{\int_0^{0.4} \epsilon_\lambda E d\lambda}{E_b} + \frac{\int_{0.4}^3 \epsilon_\lambda E d\lambda}{E_b} + \frac{\int_3^{+\infty} \epsilon_\lambda E d\lambda}{E_b}$$

considerando que a radiação é difusa
(não é dito pois podemos assumir)

$$\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

e portanto

$$\epsilon_s = 0.75 \cdot f(\lambda_1) + 0.15 f(\lambda_2 \rightarrow \lambda_1) + 0.96 (1 - f(\lambda_2))$$

com

$$\lambda_1 T = 0.4 \times 400 = 160 \mu\text{mK} \rightarrow f(\lambda_1) = 0$$

$$\lambda_2 T = 3 \times 400 = 1200 \mu\text{mK} \rightarrow f(\lambda_2) = 0.002$$

e portanto

$$\epsilon_s = 0.75 \times 0 + 0.15 \times 0.002 + 0.96 \times 0.998$$

$$\boxed{\epsilon_s = 0.96}$$