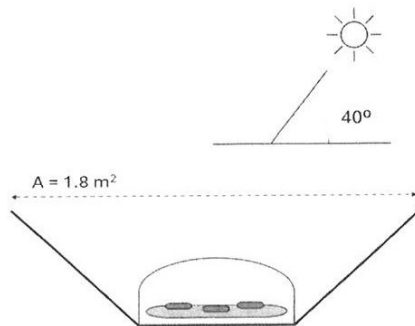


Teste Radiação Solar | Outubro 2024 | Duração: 60 minutos

1. Indique se as afirmações são verdadeiras ou falsas. Uma resposta certa vale 1.0 mas uma resposta errada desconta 0.5. A classificação mínima para a pergunta é zero.
 - a) A energia total emitida por um corpo negro não depende da temperatura da superfície.
 - b) Em geral, as superfícies metálicas polidas têm baixa emissividade.
 - c) Num corpo negro, a radiosidade é igual à emissão térmica.
 - d) A radiosidade de uma superfície real é sempre inferior à de um corpo negro à mesma temperatura.
 - e) Uma superfície cinzenta tem uma emissividade média para todo o espectro.

2. Considere o forno solar a cozinhar uma pizza com diâmetro de 40 cm, num instante em que a radiação solar é 500 W/m^2 com a altura solar indicada na figura.



As paredes interiores do forno são refletoras, focando 33% da radiação total recolhida pelo forno na pizza. A cúpula de vidro reduz as perdas de calor por convecção e tem uma transmissividade de 95%.

Assumamos que a absorvidade espectral da pizza é 0.7 para comprimentos de onda inferior a $1 \mu\text{m}$ e 0.9 no infravermelho, e que as trocas de calor por condução ou convecção podem ser ignoradas.

Determinar:

- a) A irradiância total na pizza.
- b) A absorvidade hemisférica da pizza.
- c) A temperatura da pizza, assumindo equilíbrio térmico.
- d) A radiosidade.
- e) Podemos considerar que a pizza é uma superfície cinzenta? Porquê?

$$E_{\lambda}(\lambda) = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I_{\lambda,e}(\lambda, \theta, \phi) \cos \theta \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\phi$$

$$F_{0 \rightarrow \lambda} = \frac{\int_0^{\lambda} E_{\lambda} d\lambda}{\sigma T^4}$$

$$dq_{\lambda} = I_{\lambda,e}(\lambda, \theta, \phi) dA_1 \cos \theta \cdot d\omega$$

$$E = \pi I_e$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$I_{\lambda,b}(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 [e^{hc/\lambda k_B T} - 1]}$$

$$\lambda_{\text{max}} T = C_3$$

$$C_3 = 2898 \mu\text{m K}$$

$$E = \sigma T^4$$

Correção do teste
(novembro 2024)

(1)

(1)

a) FALSA

A energia total emitida por um corpo negro é $E = \sigma T^4$ e por isso depende da temperatura

b) VERDADEIRO

Em geral as superfícies metálicas polidas (i.e. espelhos) tem uma elevada refletividade (ρ)

Como, para superfícies opacas

$$\alpha + \rho = 1 \rightarrow \alpha = 1 - \rho$$

a sua absorção vai ser baixa logo a sua emissividade (E) também será baixa.

c) VERDADEIRO

Radio sidade $J = \rho G + \epsilon \sigma T^4$

No corpo negro $\rho = 0$ logo

$$J = \epsilon \sigma T^4 = \sigma T^4$$

d) FALSO

Radio sidade $J = \rho G + \epsilon \sigma T^4$

embora $\epsilon < 1$ para superficies reais, como a luz refletida pode ser maior do que a diferença na emissão

e) FALSO

Uma superficie diz-se cinzenta se pudermos escrever $\epsilon = \alpha$ para todos os comprimentos de onda relevantes.

3

2

$$\phi = 40 \text{ cm} \rightarrow A = \pi r^2$$

$$A = \pi 0.2^2 = 0.12 \text{ m}^2$$

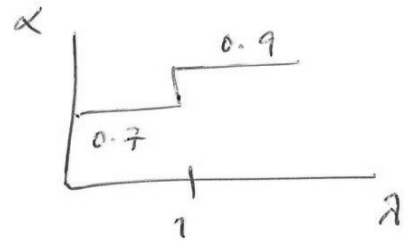
(área da pizza)

$$a) \quad Q_1 = 0.33 \times 1.8 \text{ m}^2 \times 570 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times \cos(90-40) \times 0.95 \quad (2)$$

$$Q_1 = 183 \text{ W}$$

$$b) \quad \alpha_\lambda = 0.7 \quad \text{cf } \lambda < 1 \mu\text{m}$$

$$\alpha_\lambda = 0.9 \quad \text{cf } \lambda > 1 \mu\text{m}$$



radiação solar: $T = 5800 \text{ K}$

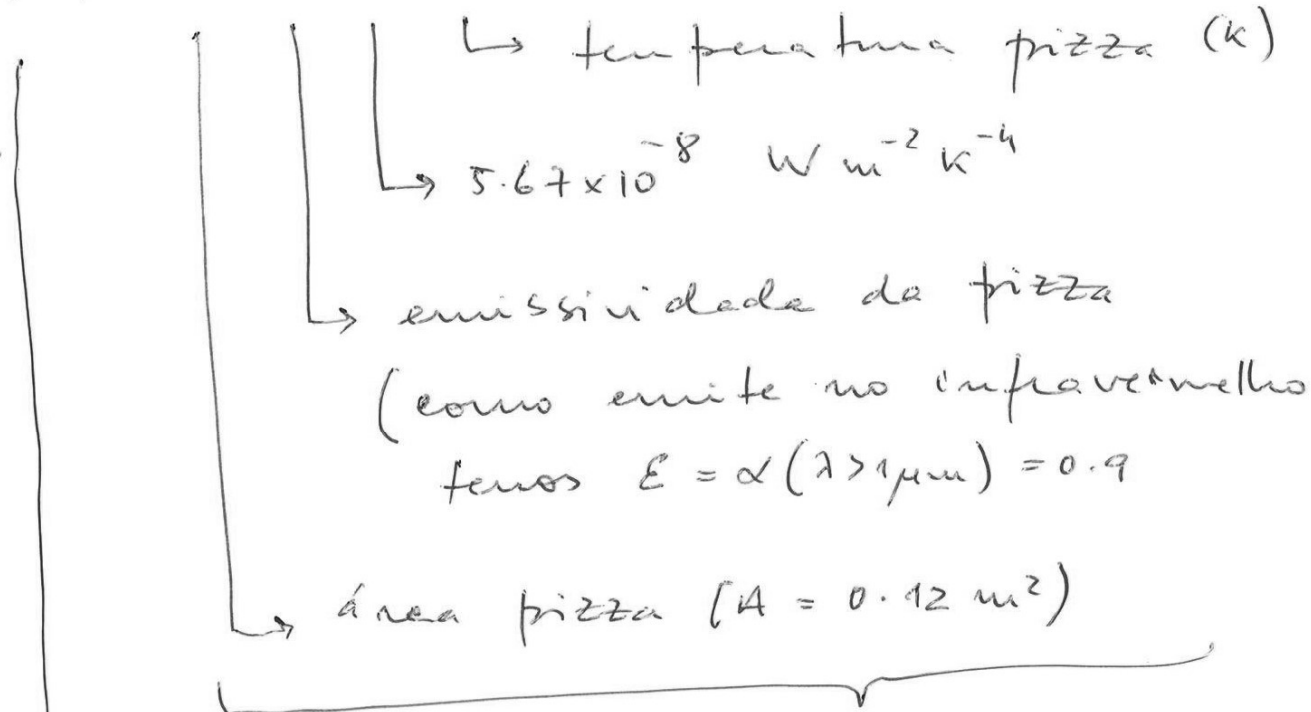
$$\lambda \cdot T = 1 \times 5800 \mu\text{m K} \rightarrow f = 0.72 \quad (\text{da Tabela})$$

$$\alpha = 0.7 \times 0.72 + 0.9 \times (1 - 0.72) = \underline{\underline{0.75}}$$

c) Equilíbrio térmico

(4)

$$\alpha G = A \epsilon \sigma T^4$$



este termo tem unidades:

$$\text{m}^2 \times \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \times \text{K}^4 = \text{W}$$

\rightarrow irradiância (W) absorvida pela pizza ($G = 183 \text{ W}$ da pergunta anterior)

logo

$$T^4 = \frac{\alpha G}{\epsilon A \sigma}$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{\alpha G}{\epsilon A \sigma}} = 417 \text{ K} = 144^\circ\text{C}$$

d) Radiosidade

$$J = \rho G + E$$

mas $E = \alpha G$ (porque em equilíbrio térmico) e portanto

$$J = (1 - \alpha) G + \alpha G = G$$

e) não é correta porque $\alpha \neq \epsilon$
($\epsilon = 0.9$ e $\alpha = 0.75$).

— Fin —