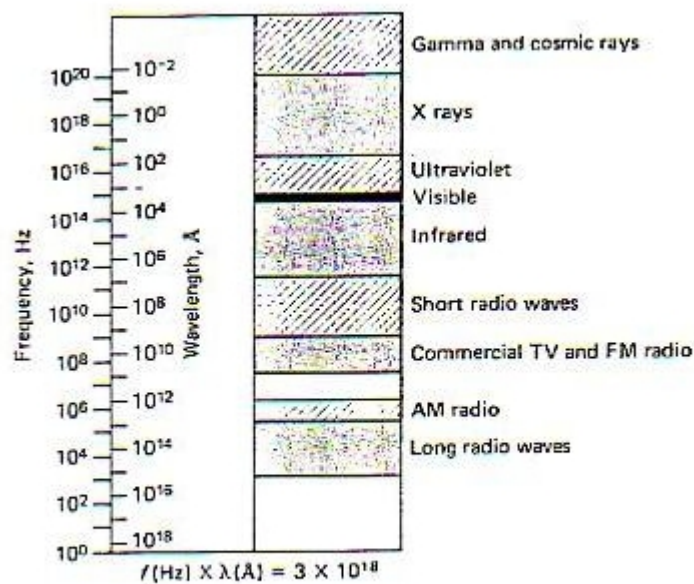


# MEDIDA DE TEMPERATURA POR RADIAÇÃO

É possível determinar-se a temperatura de um corpo através da medição da radiação térmica emitida pelo corpo.

Radiação térmica é radiação eletromagnética emitida por um corpo como resultado de sua temperatura. Radiação térmica corresponde à faixa de comprimentos de onda de 0,1 a 100  $\mu m$



Existem, basicamente, três tipos de equipamentos utilizados na medição de temperatura a partir da radiação térmica.

- pirômetro de radiação total
- pirômetro ótico
- pirômetro de infravermelho

A radiação total emitida por um corpo negro é dada por:

$$E_n = \sigma T^4$$

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzman

$$5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

$$0.1714 \times 10^{-8} \text{ BTU/hr.ft}^2 \text{ .R}^4$$

$E_n$  = poder emissivo,  $\text{W/m}^2$ ,  $\text{BTU/hr ft}^2$

T = temperatura absoluta, K, °R

O poder emissivo de um corpo negro varia com o comprimento de onda, de acordo com a equação de Planck:

$$E_{n\lambda} = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{e^{C_2/\lambda T} - 1}$$

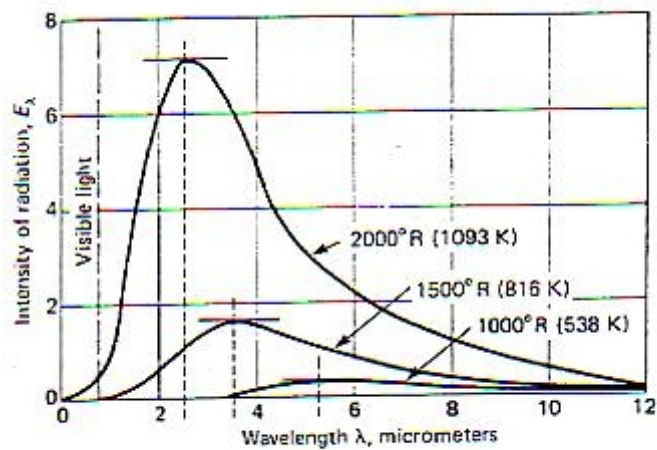
$E_{n\lambda}$  = poder emissivo monocromático ou espectral,  $W/m^2 \mu m$   
 $BTU/hr ft^2 \mu m$

$\lambda$  = comprimento de onda,  $\mu m$

T = temperatura absoluta, K °R

$C_1 = 3,743 \times 10^8 W \mu m^4/m^2$

$C_2 = 1,4387 \times 10^4 \mu m.K$



Quando a radiação térmica atinge uma superfície temos que

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

$\alpha$  = absorvidade (fração da radiação incidente absorvida)

$\rho$  = refletividade (fração da radiação incidente refletida)

$\tau$  = transmissividade (fração da radiação transmitida)

A emissividade  $\varepsilon$  é definida como:

$$\varepsilon = \frac{E}{E_n}$$

E = poder emissivo de uma superfície real

$E_n$  = poder emissivo de um corpo negro à mesma temperatura

O corpo cinza é aquele em que a emissividade é constante para todos os comprimentos de onda:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{E_{\lambda}}{E_{b\lambda}} = \varepsilon$$

Normalmente superfícies reais apresentam emissividade variável com o comprimento de onda.

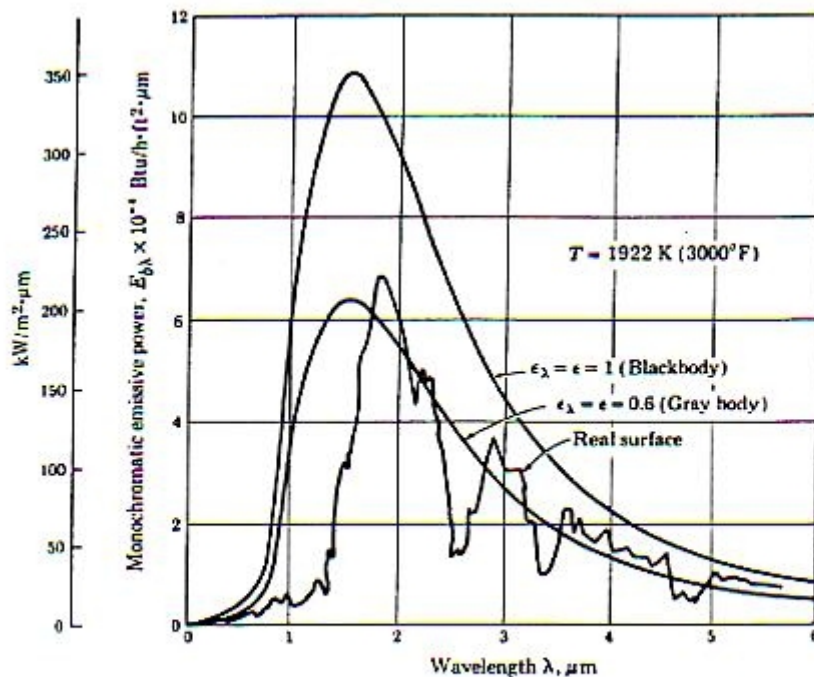
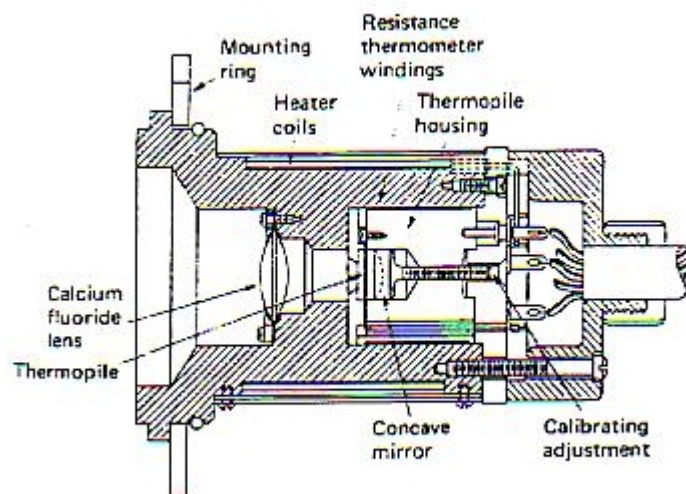
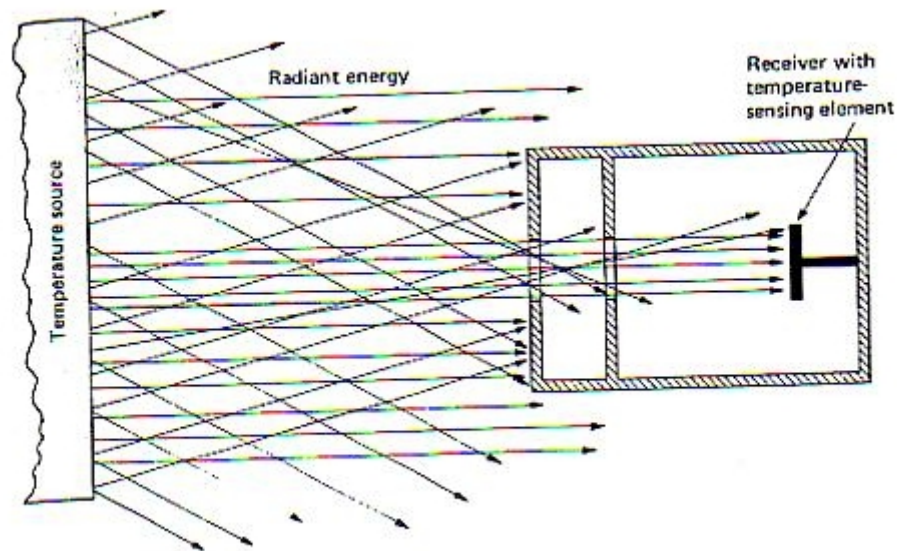


Figure 8-25 Comparison of emissive powers of blackbody, ideal gray body, and actual surfaces.

- **Pirômetro de Radiação Total**

Este pirômetro é baseado na determinação da temperatura de equilíbrio de um alvo sobre o qual a radiação térmica incide. Termopilhas ou termômetros de resistência são utilizados como sensores de temperatura. A energia térmica líquida radiativa é equilibrada pelas perdas por condução e convecção. Um procedimento de calibração relaciona a temperatura de equilíbrio do alvo com a temperatura desejada da fonte emissora. Este tipo de instrumento é normalmente utilizado para temperaturas superiores a 550°C. Alguns tipos mais sensíveis operam em faixas bem

mais baixas ( $50^{\circ}$  -  $375^{\circ}\text{C}$ ). Cuidado deve ser tomado com a transmissividade das lentes. Por exemplo, Pyrex pode ser usado para radiação com comprimentos de onda entre  $0,3$  e  $2,7\ \mu\text{m}$ , sílica fundida para  $0,3 - 3,8\ \mu\text{m}$ . Para baixas temperaturas, Pyrex é praticamente opaco à radiação (menor que  $550^{\circ}\text{C}$ ). Calibração para a emissividade da fonte é necessária.

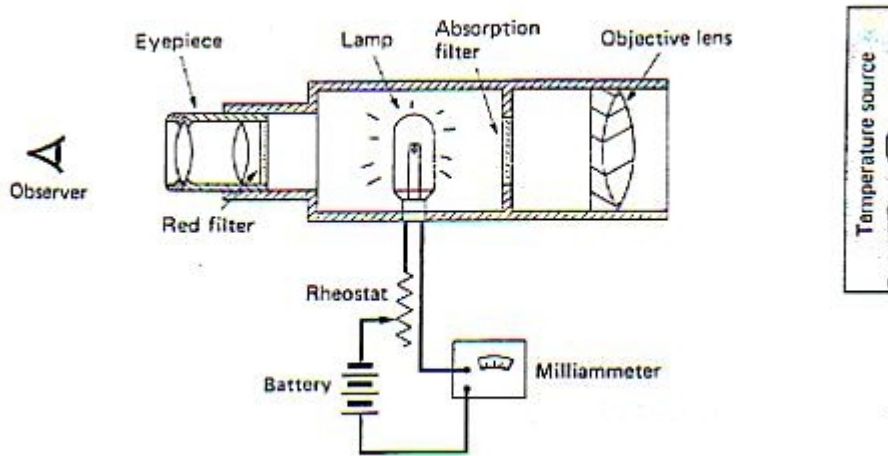


- **Pirômetro Ótico**

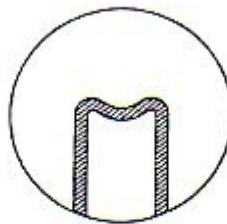
O pirômetro ótico determina a temperatura da superfície pela cor da radiação emitida. Lembre-se que o ponto de máximo da curva de radiação de corpo negro se move em direção aos comprimentos de onda menores à medida que a temperatura cresce, o que corresponde a uma mudança de cor na radiação emitida. A lei de Wien estabelece esta relação.

$$\lambda_{\max} T = 2897,6 \mu m K$$

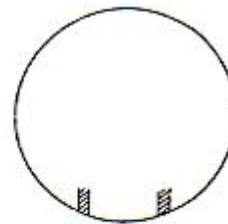
Este pirômetro é o instrumento interpolador da IPTS acima do ponto do ouro.



(a) Filament too hot



(b) Filament too cold



(c) Filament and source at same temperature

- **Pirômetro Infravermelho**

O pirômetro infravermelho funciona baseado em um princípio semelhante ao do pirômetro de radiação total. No entanto não é utilizado um detector térmico, mas uma fotocélula. Pirômetros de infravermelho não estão limitados a temperaturas elevadas da fonte, podendo operar em faixas de  $-40^{\circ}$  a  $4600^{\circ}\text{C}$ .

- **Outros métodos para medida de temperatura**

- cristais líquidos
- métodos óticos (Shadowgraph, Schlieren, Interferômetro)  
ref. Fluid Mechanics Measurements, Goldstein, 1983, McGraw Hill