

Experimental - Radiação Térmica

Introdução

A irradiação ou radiação térmica é a radiação eletromagnética gerada pelo movimento térmico das partículas carregadas na matéria. Toda matéria com temperatura maior que zero emite essa radiação. Mas como isso acontece? Os átomos e moléculas que compõem a matéria possuem energia cinética que varia e nessas mudanças de energia acaba resultando em aceleração das partículas e oscilações das cargas que compõem os átomos, é essa movimentação das cargas na matéria que gera a radiação eletromagnética, ou seja, a energia cinética de átomos e moléculas se converte em energia térmica e temos como resultado a radiação eletromagnética térmica [1]

Richott percebeu que as características da radiação térmica dependem de várias propriedades da superfície em que ^{esta sendo irradiada, como: temperatura} ~~as características de radiação térmica~~, capacidade de absorção espectral, poder de emissividade espectral etc.)

A radiação não é monocromática (Apenas uma frequência de comprimento de onda), mas ela é uma dispersão contínua de energia das partículas, o espectro de comprimento de onda da radiação térmica está na faixa de 0,1 μm a 1000 μm (ultravioleta, visível e infravermelho)

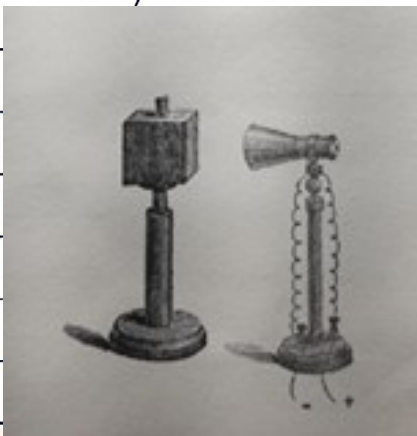
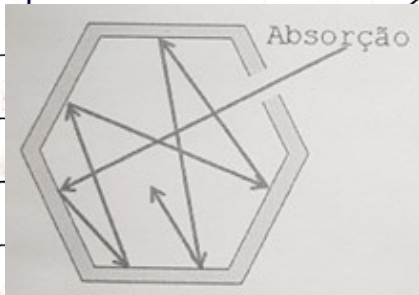


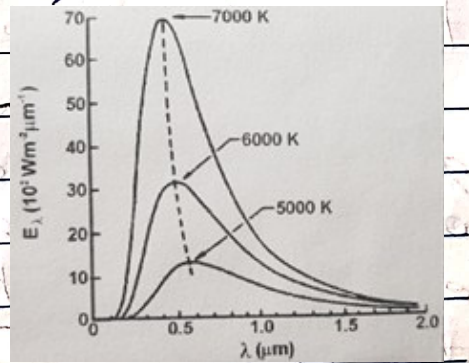
FIG 1. Espectro de Radiação Térmica de Emissão de Radiação Térmica de corpo temperatura e comprimento de onda de Radiação

Para caracterizá-la é preciso definir a intensidade total emissiva com a energia total.

O que acontece ao irradiarmos um corpo é que parte dessa radiação é transmitida e a outra parte é refletida. O corpo absorve essa energia incidida e chamamos de absorvidade total, que, quando igual a um, o corpo é considerado como Corpo Negro. O corpo negro (que não pode ser visto) é aquele que absorve toda a radiação eletromagnética e nenhuma onda o atravessa e nem é refletida. Mas, este ainda emite radiação, o que permite determinar sua temperatura, caso ele esteja com temperatura constante ele irradia energia na mesma taxa que absorve, o tornando uma fonte ideal de radiação térmica. Logo, esperase que superfícies negras e ásperas absorvam mais e sejam melhores emissores (emissividade de um corpo é definida pela razão entre sua radiancia e a do corpo negro) do que brancas e polidas.



Corpo negro



Propriedades da Irradiação Térmica

- A radiação térmica emitida por um corpo negro em qualquer temperatura possui vários comprimentos de onda e frequências. A distribuição de frequência é dada pela Lei de Planck por um emissor ideal.

- A quantidade total de radiação, em todas as frequências, aumenta de acordo com a temperatura elevada a sua quarta potência, conforme a Lei de Stefan-Boltzmann.

$$\Rightarrow R = \sigma T^4$$

Onde R é a energia total irradiada [W/m^2], T a temperatura [K] e σ é a constante de Boltzmann

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

• A taxa de radiação eletromagnética emitida em determinada frequência é proporcional ao total absorvida pelo corpo à mesma frequência

Os objetos que não são corpos negros irradiam menos e dependem de outros fatores, como a composição da sua superfície e da sua cor

Podemos induzir esses fatores na relação de Boltzmann através da emissividade (E) do corpo:

$$R = E \sigma T^4 \quad (2)$$

Para avaliar a emissividade podemos medir a irradiação de um cubo em equilíbrio térmico composto por vários materiais.

O sensor a ser utilizado é composto por uma associação de termopares que geram a diferença de potencial ao serem expostos a energia térmica (Efeito Seebeck)

Como vimos, os corpos emitem radiação tem temperaturas maiores que 0K que é absorvida em metais, o que gera calor, logo, ao entrar em contato o sensor (termopilha) e a radiação térmica é possível medir a DDP criada sendo essa função de temperatura na junção

Quando a irradiação do objeto (R_{obj}) que se deseja medir é muito maior que a do meio (R_{meio}) podemos desprezar essa última (Lei de Boltzmann) para altas temperaturas

$$R_{\text{medido}} = E \sigma T_{\text{obj}}^4 \quad (3)$$

Mas no caso contrário (Baixas temperaturas) temos que considerar a irradiação do meio:

$$R_{\text{medido}} = E \sigma (T_{\text{obj}}^4 - T_{\text{meio}}^4) \quad (4)$$

Metodologia

1. Lei de Boltzmann

Inicialmente, posicionamos o sensor próximo a lâmpada de Boltzmann a qual ficou fixa, e fomos variando sua intensidade e marcando os valores em que constava no multímetro para a irradiação

2. Lei do Inverso do Quadrado da distância

Com a mesma montagem anterior, agora fixamos a lâmpada e a intensidade em 10V e fomos variando a distância do sensor, coletando as medidas e relacionando distância e Irradiação

3. Avaliação Qualitativa de Radiação térmica

Utilizamos um cubo, onde havia 4 faces espelhadas, brancas opacas e negra, com temperatura homogênea em cada parede. Com auxílio de um potenciômetro fornecemos potência de 10%, 30%, 50%, 70% e 100%, Era esperado um intervalo entre cada medida quando chegava 10 minutos pegamos os valores de temperatura e a irradiação com o sensor.

Determinando a relação temperatura e a Irradiação para Materiais

4. Radiação do Corpo Humano

Medimos a radiação do corpo humano: colocamos o sensor na pele do Antebraço, Pescoço e Palma de Mão

5. Irradiação de Uma Fonte não Pontual

Cubo aquecido em 100% de potenciômetro determinar a irradiação de uma das faces do cubo num determinado intervalo até encontrarmos o valor emitido pela S_0

6. Lei de Boltzmann Baixas temperaturas

Com sensor fixo no cubo Restrito colocamos o potenciômetro em 0% com o auxílio de um Ventilador

Fomos anotando a cada 1°C que decaía a temperatura e a sua relação com a irradiação

Resultado e discussão

Ponto	Tensão Lâmpada [± 0,1 V]	Tensão Sensor [mV]	Corrente Lâmpada [± 0,01 A]	Resistência [Ω]	R/R300K	Temperatura [K]	Irradiância [W/m²]
2	1,0	0,0	0,87	1,149 ± 0,116	5,749 ± 0,579	756 ± 76	0,00 ± 0,00
3	2,0	0,3	1,1	1,818 ± 0,092	9,094 ± 0,462	1499 ± 76	3,97 ± 1,27
4	3,0	1,1	1,28	2,344 ± 0,080	11,723 ± 0,401	2083 ± 71	14,55 ± 4,67
5	4,0	2,4	1,47	2,721 ± 0,071	13,610 ± 0,353	2503 ± 65	31,75 ± 10,18
6	5,0	4,2	1,66	3,012 ± 0,063	15,066 ± 0,315	2826 ± 59	55,56 ± 17,82
7	6,0	6,4	1,83	3,279 ± 0,058	16,399 ± 0,288	3123 ± 55	84,66 ± 27,16
8	7,0	8,7	1,98	3,535 ± 0,054	17,683 ± 0,268	3408 ± 52	115,08 ± 36,92
9	8,0	11,2	2,13	3,756 ± 0,050	18,786 ± 0,251	3653 ± 49	148,15 ± 47,53
10	9,0	13,6	2,24	4,018 ± 0,048	20,096 ± 0,241	3944 ± 47	179,89 ± 57,71
11	10,0	16,6	2,38	4,202 ± 0,046	21,016 ± 0,228	4149 ± 45	219,58 ± 70,44

Fig 2 Distribuição dos pontos coletados 15 Perce
Irradiância em função da temperatura

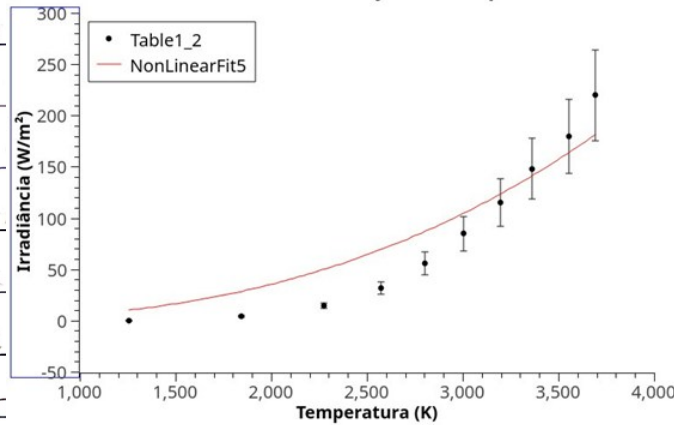


Fig 3 Irradiância em função de temperatura

Colocando em uma Função Potencia

$$y = A |x|^p$$

Para achar a p Fazendo um \ln com a Função $R = \sigma T$

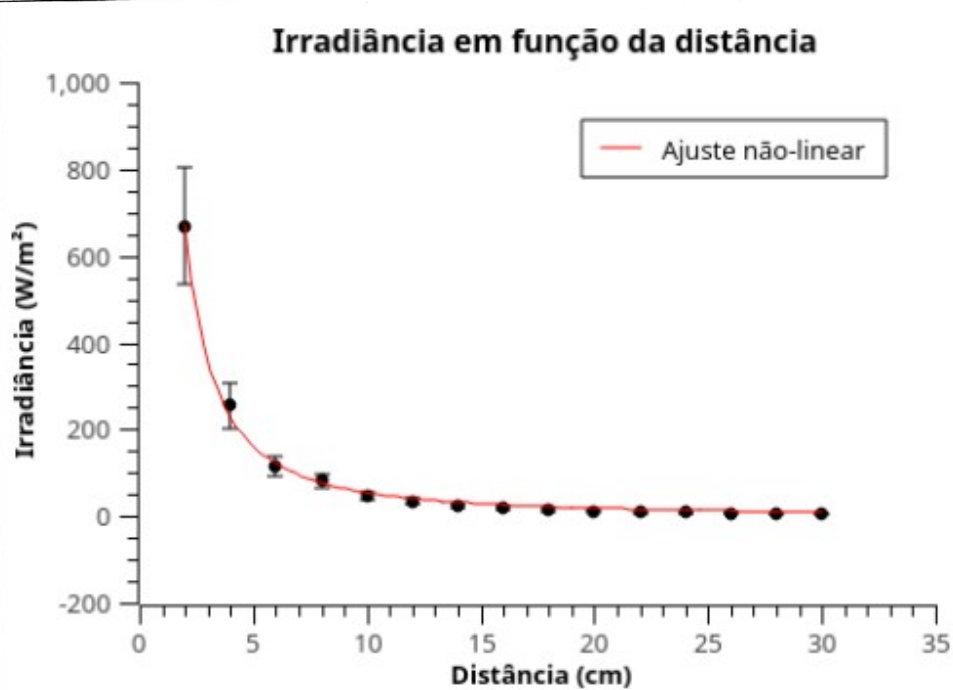
Determinamos através dos Resultados: $p = 2,36 \pm 0,01$
apesar de se espera que desse y mas conseguiu chegar próximo desse valor mas não é o ideal. Isso se deve devido o corpo Negro não ser ideal.

Lei do Inverso do Quadrado

Fig 4 Irradiância em Função da Distância

Realizou-se no gráfico um ajuste de Função $f(x) = a \cdot x^b$ o que resultou em um valor de $a = 2 \pm 0,66$ e $b = 1,56 \pm 0,04$

De fato constatou um comportamento próximo de esperado que era a dependência de Inverso do quadrado da Distância de Fonte





Avaliação Qualitativa Da Radiação Térmica

Podemos ver abaixo a Relação da Irradiância de cada Face do Cubo (Preta, Branca e Rugosa e Lisa) em Função da Temperatura

Podendo perceber que as melhores Faces para emitir Radiação é: 1ª Preta, 2ª Branca, 3ª Rugosa e 4ª Lisa

Correlacionando com a Taxa de absorção de Radiação e sua estrutura, a parte Preta absorve mais mas conseqüentemente emite mais Radiação Térmica

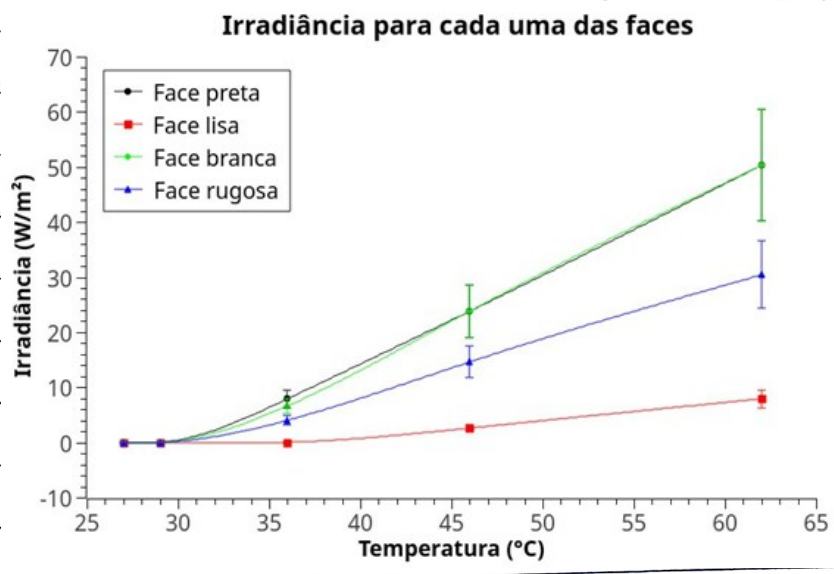
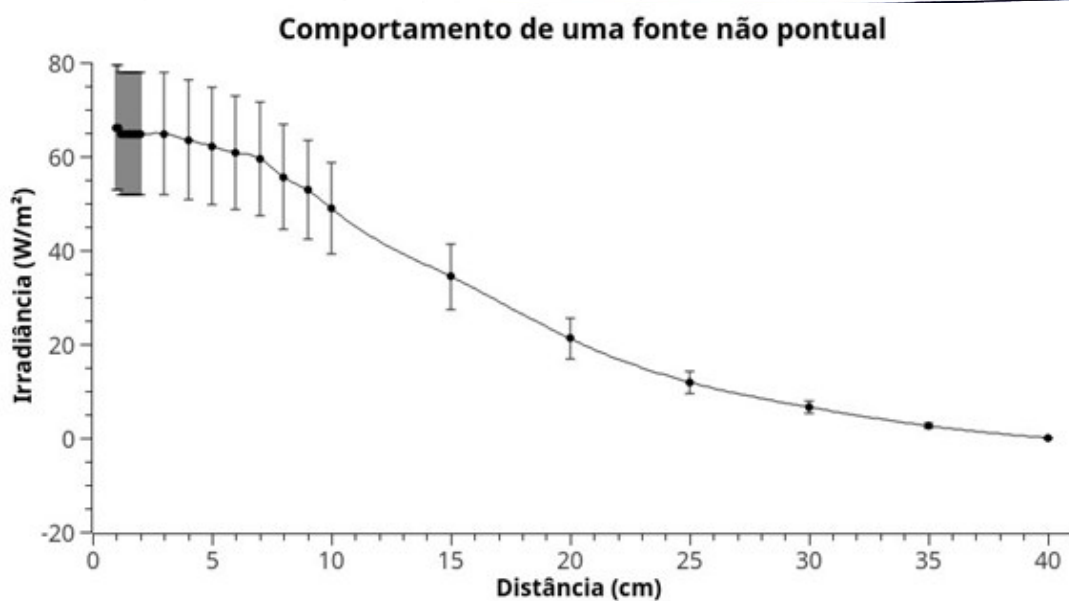
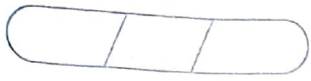


Figura: Distribuição dos valores de irradiância em Função da Temperatura para ~~as~~ diferentes estruturas de uma Face

Irradiação de uma Fonte não Pontual

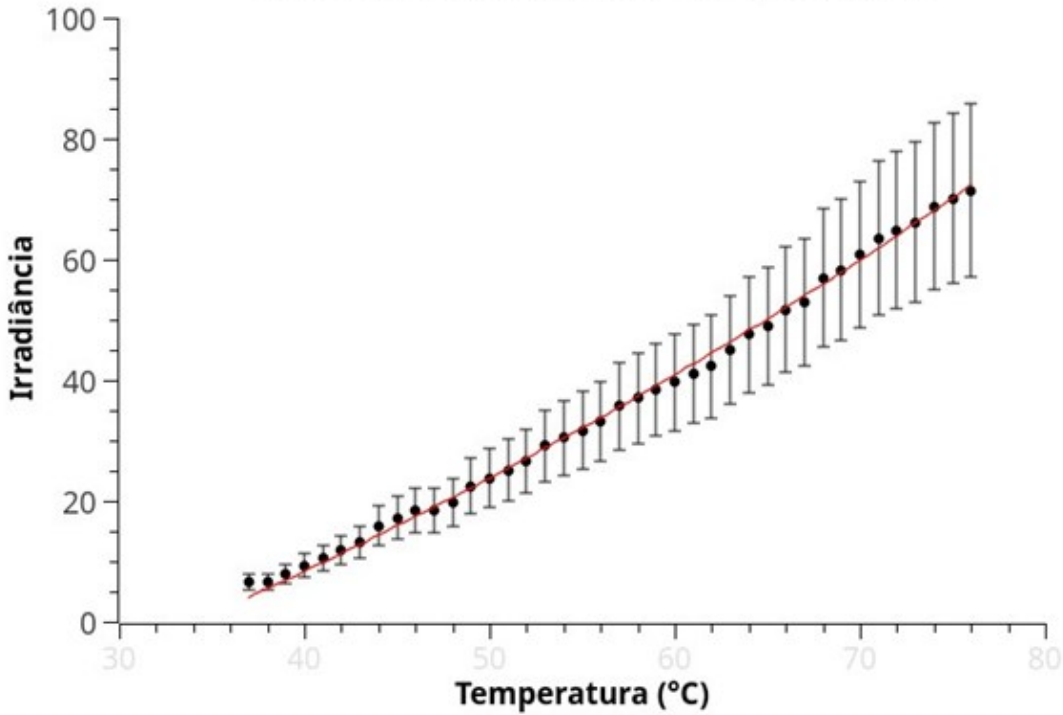
No gráfico a seguir é possível notar uma pequena tendência dos valores de Irradiância. Ficam constantes nas proximidades do eixo, o comportamento aparentemente proporcional ao inverso do quadrado de distância a como o esperado de uma fonte pontual.



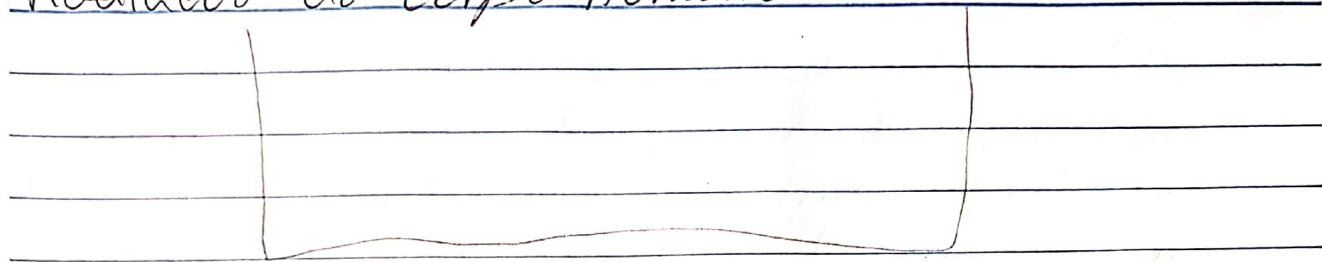


Lei de Stefan-Boltzmann para Baixas Temperaturas
Observa-se na próxima gráfico que o ajuste de crescimento exponencial de irradiação para baixas temperatura se mostra muito eficaz e o mesmo não se observa nos experimentos utilizando maiores temperaturas

Irradiância para baixas temperaturas



Radiação do Corpo Humano



Os valores obtidos estão longe do observado em laboratório podendo assim apontar que o equipamento não é adequado para ter essa medição, além de que ao entrar em contato com a pele pode fazer com que entrem em Equilíbrio térmico

Conclusão

Neste experimento, podemos observar a radiação térmica emitida por diferentes corpos com um sensor, o qual, nos apontava a radiação que foi transformada em irradiância e analisando a irradiância de diversos corpos a partir da Lei de Stefan-Boltzmann. Comprovamos que a irradiância é proporcional ao inverso do quadrado da distância. Neste experimento, foi possível comprovar que um corpo negro não é necessariamente negro, e sim, possui propriedades de absorção e emissão de um, como visto no cubo de 4 faces. Estes possuía duas faces de diferentes cores e superfície superficial.

Para o corpo humano, vimos pela que o experimento necessita do melhor que o país não bateu com o teórico