

Bases de Mecânica Quântica

Experimento 2 - Radiação Térmica

Nome: Lucas Cesar Bedone Zermi

nº USP: 10732169

11/09/2020

Resumo:

O experimento aqui descrito estuda a validade da lei de Stefan-Boltzmann, para alguns casos, e a Teoria da Radiação de Corpos Negros, empregando um leque grande de medidores, definindo um por cada caso. Além disso, verificamos a exatidão e precisão dos medidores matemáticos e gráficos, para a validação da lei de Stefan-Boltzmann, atingindo resultados satisfatoriamente exatos e precisos, além a análise da lei de Stefan-Boltzmann para baixas temperaturas.

Introdução:

Radiação térmica é um fenômeno físico onde observa-se a emissão de radiação eletromagnética a partir de corpos com temperaturas acima da zero absoluta, ou seja, todo corpo com temperatura $T > 0^{\circ}\text{K}$ emite este tipo de radiação para o meio e, também, absorve-a do ambiente, isto é quando um corpo se encontra em uma temperatura maior do que a do meio que o cerca, esse emite radiação térmica para o meio, porém quando o corpo está a uma temperatura inferior ao do meio, o corpo irá absorver energia. O equilíbrio térmico ocorre quando tanto o corpo como o ambiente que o cerca está na mesma temperatura, ou seja, a taxa de emissões e absorções são as mesmas.

Um exemplo de emissão de radiação térmica é aquecer um metal a uma temperatura elevada muito próxima do seu ponto de fusão, nota-se que o metal irá mudar de cor conforme aumente a temperatura, ou seja, o material aquecido está emitindo radiação térmica no comprimento de onda de luz visível, a qual o ser humano pode ver. Além disso, esta emissão de radiação caracteriza um espectro de radiação térmica do metal aquecido. Quanto mais quente o corpo a tonalidade azul se acentua.

Os primeiros estudos sobre radiação térmica determinaram duas equações empíricas, sendo uma delas a Lei de Stefan-Boltzmann, a qual considera que o espectro de um corpo ($T > 0^\circ\text{K}$) se desloca para frequências maiores à medida que a temperatura T aumenta.

$$R = \sigma T^4$$

Equação 1: Lei de Stefan-Boltzmann

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

σ = cte de Stefan-Boltzmann

A outra equação empírica é a Lei do Deslocamento de Wien, que relaciona o comprimento de onda emitida pelo corpo em relação à temperatura da mesma. Esta equação é muito utilizada para descobrir a temperatura de estrelas, ela é escrita como:

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3}$$

Equação 2: Lei do Deslocamento de Wien

* Onde, $\lambda_{\text{máx}}$ é o comprimento de onda para o qual a radiação espectral apresenta seu valor máximo para uma temperatura T

Além disso, estudos aprofundados sobre a radiação térmica levou ao desenvolvimento de uma equação que engloba a densidade de energia do espectro de um corpo negro. Primeiramente, Lord Rayleigh e James Jeans desenvolveram uma equação, porém a mesma não estava adequada para altas frequências, ao qual este fato ficou conhecido como a catástrofe do UV. Entretanto, alguns anos depois esta equação foi corrigida e apresentada por Max Planck e, atualmente, ela é descrita como:

$$P(\nu) d\nu = \left(\frac{8\pi\nu^2}{c^3} \right) \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k_B T}} - 1} d\nu$$

Equação 3: Densidade de energia para o espectro de um corpo negro-Planck

* Onde, ν é a frequência da radiação emitida pelo corpo, c é a velocidade da luz, k_B é a cte de Boltzmann, h é a cte de Planck e T é a temperatura do corpo

$$\rightarrow k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\rightarrow h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{Kg/s}$$

Esta equação foi obtida após Planck perceber que a energia de um corpo negro deveria ser tratada como uma variável discreta ao invés de contínua, de modo que:

$$\Delta E = nh\nu$$

Equação 4: Postulados de Planck - Energia

Sendos assim, o objetivo desta prática experimental é analisar os processos de absorção e emissão de radiação de corpos aquecidos, buscando obter um entendimento com relação a respeito dos processos citados acima e, sobre a relação entre a emissão da radiação e a temperatura que o corpo está.

Materiais e Método

→ Materiais:

- * Sensor de radiação do tipo termopilha TD - 8533
- * Voltímetro acoplado ao sensor de radiação
- * Cube de radiação térmica TD - 8554 A, potenciômetro Variac
- * Termopilha digital
- * Ventilador de resfriamento
- * Lâmpada de Stefan-Boltzmann TD - 8555, fonte de iluminação, voltímetro e amperímetro para a fonte
- * Tábua com escala milimetrada, régua 50cm e paquímetro

A irradiância emitida por um corpo foi coletada pelo voltímetro em tensão V (Voltagem), assim, foi necessário converter este valor para W/m^2 , para obter o valor real de irradiância. Para isto, era utilizada a seguinte relação:

data
fecha

D S T Q Q S S
D L M M J V S

$$R_{\text{rad}} = \frac{V_{\text{pav}}}{DA}$$

Equação 5: Relação para converter $V \rightarrow W/m^2$

* Onde, V é a tensão em voltagem coletada, D é um coeficiente de conversão e A é a área da sensor de radiação

$$\rightarrow D = (18,9 \pm 3,8) V/W$$

$$\rightarrow A = 4 \text{ mm}^2$$

→ O experimento se dividiu em 6 procedimentos:

I - Lei de Stefan-Boltzmann

Na primeira parte do experimento foi estudada a validação da lei de Stefan-Boltzmann para altas temperaturas.

Posicionamos o sensor em frente a lâmpada de Stefan-Boltzmann, em uma distância fixa. A fim de determinar a radiação emitida em função da intensidade (temperatura) da lâmpada, variamos diversos valores de tensão. A temperatura do filamento foi obtida através da resistência do filamento, pois para pequenas variações de temperatura podemos utilizar a seguinte relação:

$$T = \frac{R - R_{\text{ref}}}{\alpha R_{\text{ref}}} - T_{\text{ref}}$$

Equação 6: Relação para converter $R \rightarrow T$

* Onde, R é a resistência do filamento (obtida pela Lei de Ohm), R_{ref} é a resistência a uma determinada temperatura de referência, T_{ref} é a temperatura de referência (tabela no roteiro com os valores de referência) e α é um coeficiente

$$\rightarrow \alpha = 0,0045$$

→ Para grandes distâncias entre o sensor e a lâmpada de Stefan-Boltzmann, a fonte pode ser considerada como pontual.

II - Lei de Inverso do quadrado da distância

Nesta parte do experimento estudamos a validade da lei do Inverso do quadrado da distância para uma fonte pontual (lâmpada de Stefan-Boltzmann).

O procedimento experimental consiste em manter a tensão fixa na lâmpada de Stefan-Boltzmann, mas, agora, variando a distância entre o sensor e a fonte. Portanto, foi verificada os valores de irradiação em função, da distância entre a fonte (lâmpada) e o sensor, graficamente, buscando uma função de ajuste que comprove a lei do Inverso do quadrado da distância, ou seja, que comprove a dependência do inverso do quadrado entre a irradiação e a distância.

III - Avaliação Qualitativa do Índice Térmico

A terceira parte do experimento utilizamos um cubo com quatro faces de alumínio, entretanto com materiais diferentes envolvendo-as (escura, branca, lisa e ondulada). Além disso, dentro do cubo há uma lâmpada, a qual fornece potência a ela, aquecendo o cubo. Assim, o procedimento experimental consiste em fornecer diferentes valores de tensão a lâmpada, a qual terá diferentes valores de potência. Fornecemos diferentes valores de potência, relacionando a porcentagem, ou seja, foi fornecida a lâmpada porcentagens de potência em torno de 10%, 30%, 50%, 70% e 100% de forma a aquecer o cubo e então colar sua irradiação nas quatro faces. Além disso, foi utilizada a termopar em uma das faces para ajustar as temperaturas e observá-las. Assim, foi verificada a relação da irradiação de cada face em função da temperatura do cubo.

IV - Irradiação de uma fonte não pontual

A quarta parte do experimento observou-se a relação entre a irradiação em função da distância. Nesta parte, utilizou-se a lâmpada dentro do cubo com potência máxima e variou o sensor de 0,0 cm até 100 cm

V - Lei de Stefan - Boltzmann para baixas temperaturas

Na penúltima parte do experimento, utilizou-se o ventilador para resfriar o cubo. Conforme a temperatura da mesma caiu, coletou-se os dados de irradiação, com a posição do sensor fixa. Assim, os dados foram analisados como Irradiação em função da Temperatura

VI - Radiação do corpo

No último parte, foram coletados dados de irradiação do corpo humano e, também, mensurados dados de temperatura nesta mesma posição do corpo, onde foi coletado os dados de irradiação. Foi levado em conta que a área da pele tem um valor de $1,2 \text{ m}^2$ aproximadamente. Assim, foi calculada a potência irradiada do corpo.

→ Ao figura a seguir mostramos a montagem de algumas partes do experimento

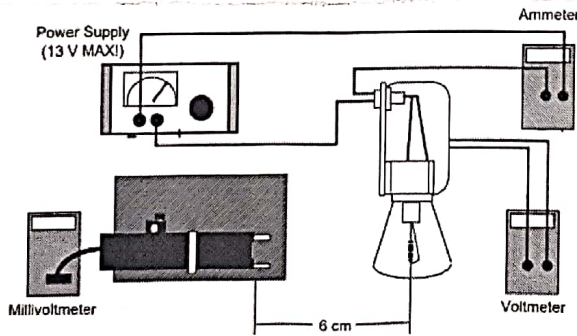


Figura 1: A parte experimental para verificação da lei de Stefan-Boltzmann para altas temperaturas

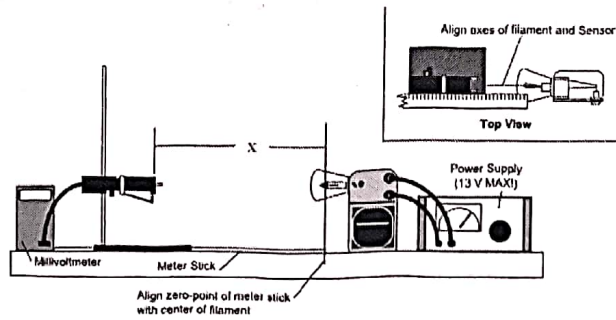


Figura 2: A parte experimental para a verificação da lei do Inverso do quadrado da distância

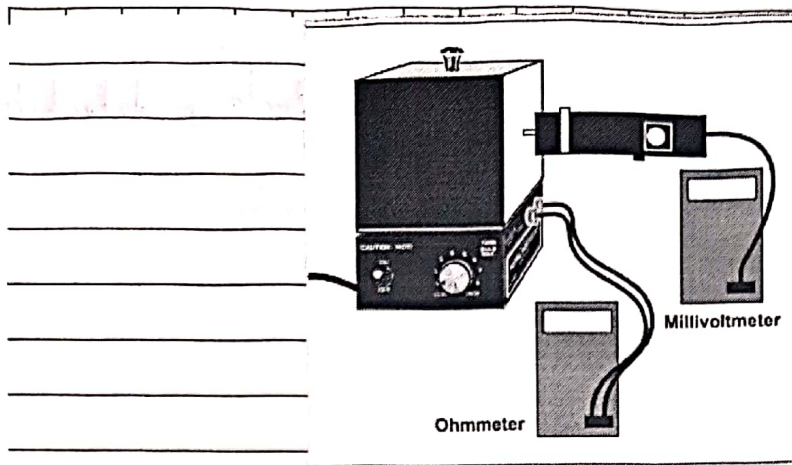


Figura 3: Aparento experimental utilizado para a radiação térmica das faces do cubo

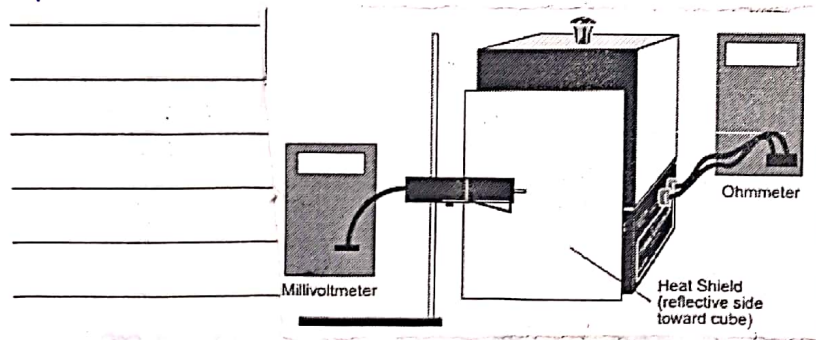


Figura 4: Aparento experimental para a verificação da lei de Stefan-Boltzmann por baixos tempos lúos

Resultados e Discussões:

Lei de Stefan - Boltzmann

Com o resistor fixo a uma distância de 6 cm do filamento de lâmpada de Boltzmann, foram variadas os valores de tensão no lâmpada, coletando os resistores e os valores do corrente elétrica, os qual avia um amperímetro ligado a fonte. Com os valores de tensão e de corrente elétrica foram calculados os valores da resistência do filamento de lâmpada pela lei de Ohm. A temperatura do filamento foi determinada a partir da "ajuda" (interpolados do dados) de um gráfico (Roteiro) que relaciona a resistência com a temperatura - do filamento - disponibilizado pelo fabricante da lâmpada. Os dados da imediateza de lâmpada foram coletados pela mesma em unidade de Volto, com a equação 5, transformamos para W/m^2 . Os dados coletados e transformados.

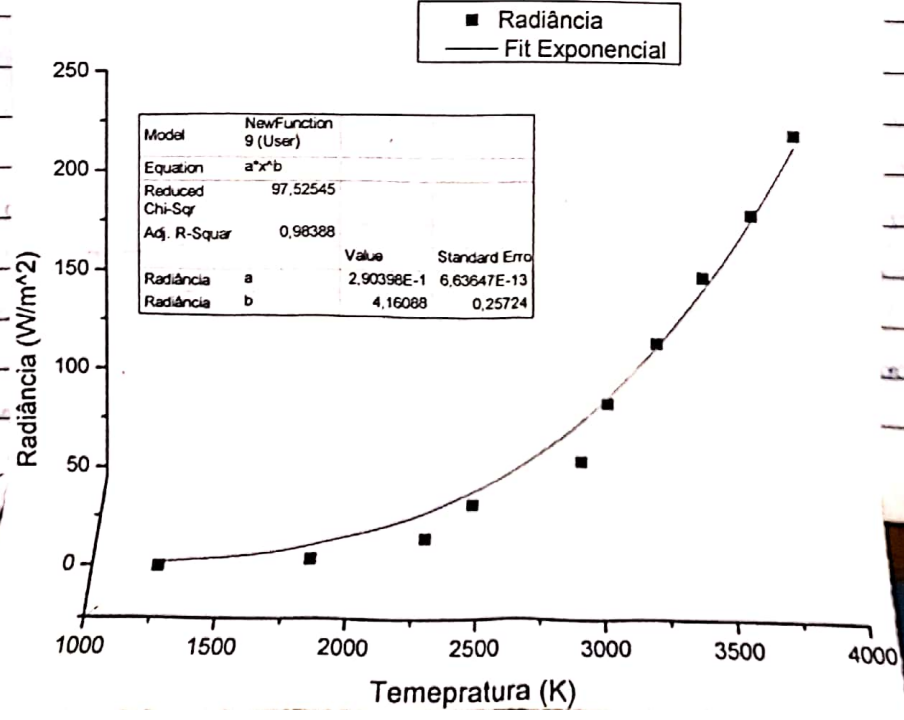
veja resultados na tabela 1.

tabela 1: Valores coletados das grandezas emitidas pelo fonte, detectados por multímetro e sensores.

Tensão Lâmpada (V)	Tensão Sensor (mV)	Corrente Lâmpada (A)	R (ohms)	R/ R300K	T (K) - Tabela	Potência/ área (W/m ²)
1,0	0,00	0,87	1,149	5,747	1258,5	0,0
2,0	0,30	1,1	1,818	9,091	1846,9	3,97
3,0	1,10	1,28	2,344	11,719	2293,7	14,55
4,0	2,40	1,47	2,721	13,605	2479,1	31,75
5,0	4,20	1,66	3,012	15,060	2913,6	55,56
6,0	6,40	1,83	3,279	16,393	3019,1	84,66
7,0	8,70	1,98	3,535	17,677	3210,3	115,08
8,0	11,20	2,13	3,756	18,779	3390,1	148,15
9,0	13,60	2,24	4,018	20,089	3576,4	179,89
10,0	16,60	2,38	4,202	21,008	3740,1	219,58

Com os dados acima, foi construído um gráfico de radiação em função de temperatura. O gráfico foi ajustado pela equação $y = a \cdot x^b$, na qual buscamos valores de coeficientes que comprovem a lei de Stefan - Boltzmann (equação 1). Pela ajuste no gráfico 1, foi obtido o expoente b com o valor de $b = (4,16 \pm 0,26)$.

Gráfico 1: Gráfico radiação em função de temperatura - ambas as grandezas relacionadas à lâmpada de Stefan - Boltzmann.



Erro percentual = 4%

Analisando, encontramos uma variação de 4%, comparada ao valor teórico de $b = 4$ (coeficiente do exponencial)

Podemos explicar esta divergência entre o valor teórico e o valor experimental obtido, pelo fato que as aquisições dos dados experimentais possuem muitos erros associados, desde erros dos instrumentos, até erros humanos. Um dos principais erros que podemos expor é que radiação total emitida pela lâmpada de Stefan - Boltzmann não é "capturada" totalmente pelo sensor, existe muita dispersão da radiação no ambiente.

Entretanto, o valor obtido pode-se dizer como correto, devido aos erros experimentais, validando a lei de Stefan - Boltzmann.

II - Lei de Inverso do quadrado da distância

Mantivemos a lâmpada de Stefan - Boltzmann em uma tensão fixa de 10 V e, assim, variamos a distância do sensor em relação a fonte. Portanto, foram coletados os dados de irradiância conforme mudávamos a distância do sensor em relação a lâmpada - foi coletado também os dados da distância variada. Então, com os dados abaixo foi construída um gráfico da irradiância em função da distância

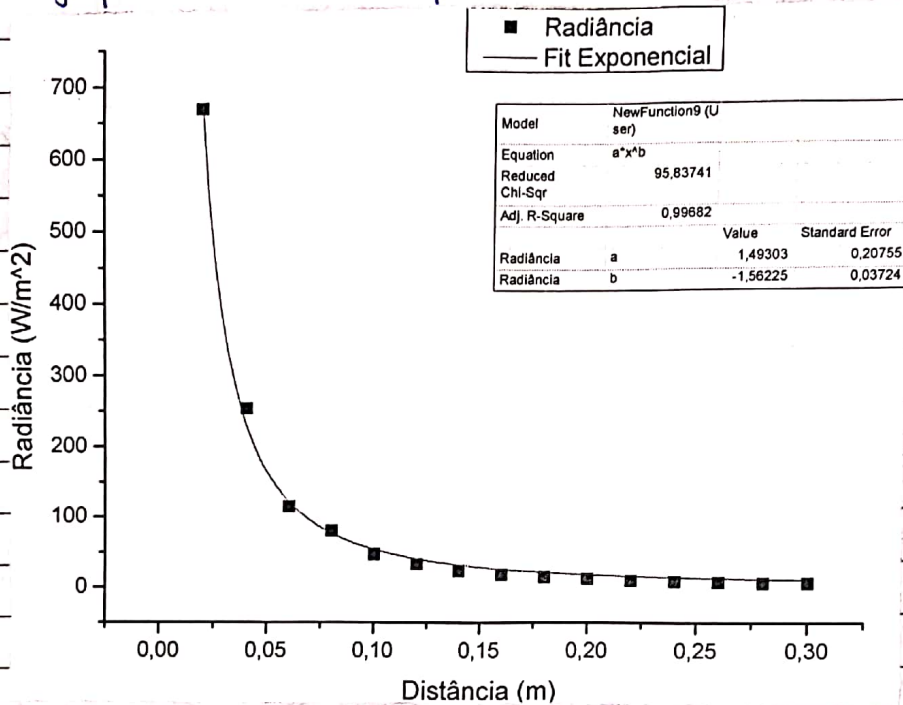
Tabela 2: Valores coletados referente a distância entre o sensor e a lâmpada e a irradiância do ponto.

Distância (cm)	Tensão (mV)	Potência/Área (W/m ²)
2	50,5	668,0
4	19,2	254,0
6	8,7	115,1
8	6,1	80,7
10	3,6	47,6
12	2,5	33,1
14	1,8	23,8
16	1,4	18,5
18	1,1	14,6
20	0,9	11,9
22	0,7	9,3

data
fecha

D S T Q Q S S
D L M M J V S

Gráfico 2: Gráfico irradiância em função da distância.



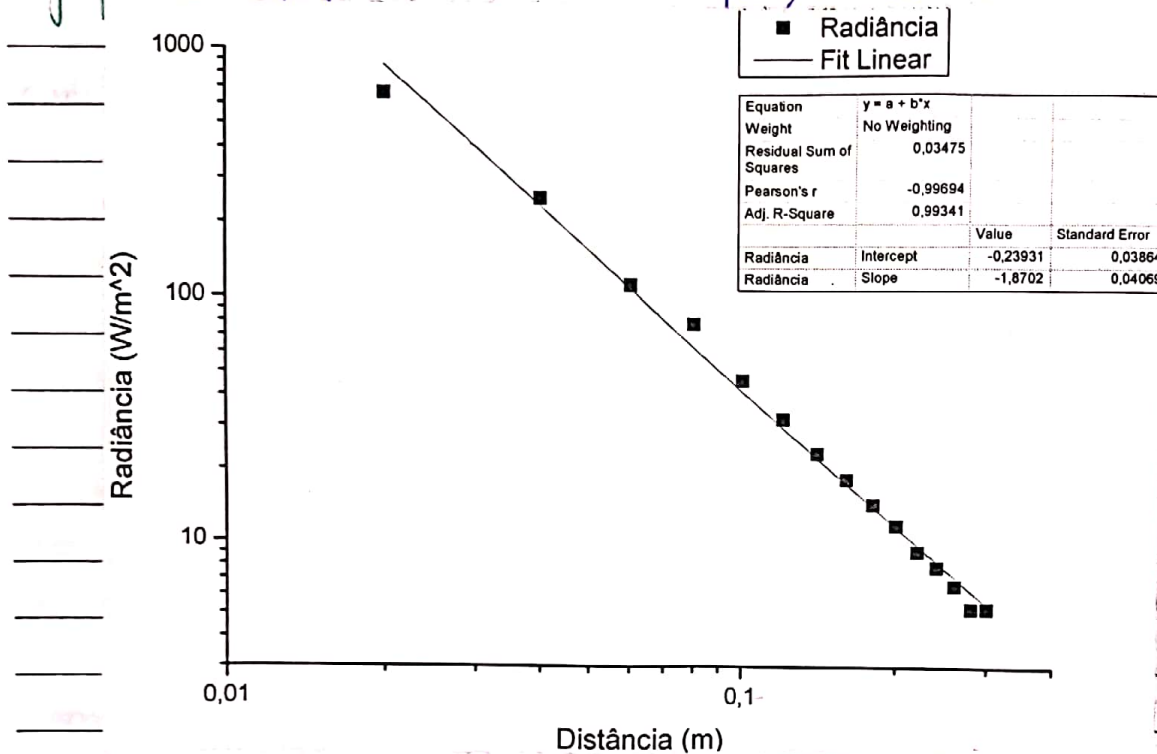
O gráfico foi ajustado pela equação $y = a \cdot x^b$, a fim de averiguar a lei de Inverso do quadrado. Com o ajuste feito encontramos o valor do coeficiente $b = (-1,57 \pm 0,04)$, ao qual o valor esperado era de $b = -2$ (inverso do quadrado).

Erro percentual: 21,5%.

Mesmo com um erro percentual de 21,5%, podemos considerar a validade da lei do inverso do quadrado da distância para a radiação emitida pela lâmpada de Stefan-Boltzmann.

A divergência entre o valor teórico e o valor obtido pelo ajuste pode ser explicada por erros experimentais como: erros instrumentais e erros na realização dos experimentos (humanos), visto que, como para a 1ª Lei de Stefan-Boltzmann, o principal erro experimental que podemos apontar é que a irradiância total emitida pela lâmpada não chega por completo na sensor, sendo uma boa parte de mesmo perdida no ambiente:

→ Para de ver uma comparação mais, foi feita um gráfico do radiação em função da distância, porém com seus eixos em log (ambos os eixos)
 Gráfico 3: Gráfico irradiância em função da distância - Di-log



Assim, foi obtido o coeficiente angular, que equivale ao coeficiente exponencial do gráfico com eixos "normais". coef angular = $(-1,87 \pm 0,04)$, sendo que o valor teórico é coef angular = 2

Erro percentual: 6,5%

Portanto, comprova ainda mais a validade da lei do Inverso do quadrado. Os parâmetros esses já foram discutidos.

* O ajuste realizado no gráfico Di-log foi feito pela equação linear, $y = a + bx$

III - Análises Qualitativa de Radiação Térmica

Para diferentes valores de potenciômetro e em consequência da temperatura de cuba, foram obtidos diferentes valores de irradiância para cada face, seguindo a relação com o coeficiente de irradiância

data
 fecha

D	S	T	Q	Q	S	S
D	L	M	M	J	V	S

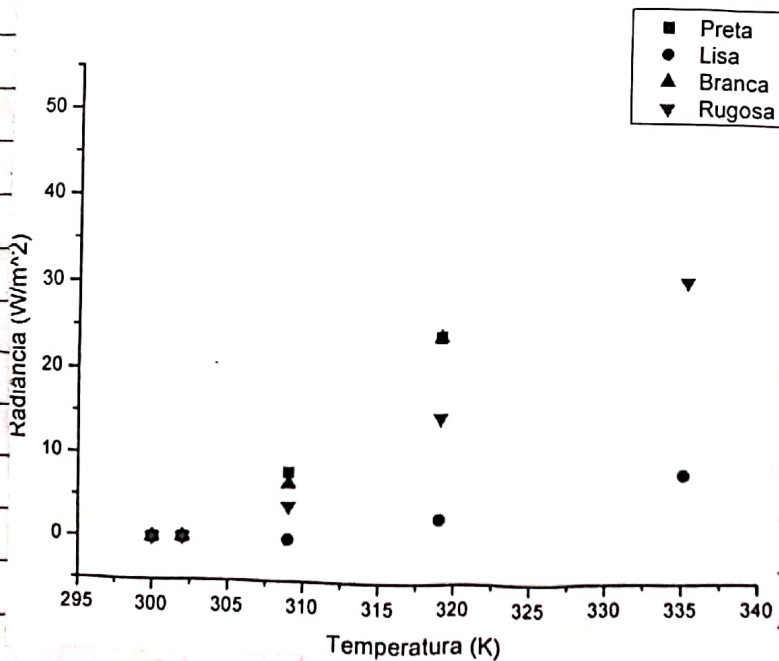
como mostrado abaixo no gráfico 4. No gráfico poderemos conferir a relação e verificar que conforme há o aumento da temperatura, há o aumento da radiação emitida. Também compare a emissão de radiação por as 4 faces diferentes.

Tabela 3: Dados de radiação das 4 faces em função da Temperatura da caixa

Porcentagem Variada	Temp. (°K)	Radiação para cada face (W/m ²)			
		Preta	Lisa	Branca	Rugosa
10%	300	0,0	0,0	0,0	0,0
30%	302	0,0	0,0	0,0	0,0
50%	309	7,9	0,0	6,6	4,0
70%	319	23,8	2,6	23,8	14,6
100%	335	50,3	7,9	50,3	30,4

Com os dados acima, foi plotado o gráfico 4

Gráfico 4: Gráfico de radiação da superfície das faces da caixa em função da temperatura de equilíbrio da caixa determinada pelo tempo após a placa à caixa.



Pelo gráfico conseguimos perceber que, conforme a temperatura aumenta a irradiância, apresentada pelas 4 faces, também irá aumentar, conforme dito anteriormente. Além disso, nota-se que os coeficientes angulares das superfícies preta e branca são os maiores, ou seja, possuem uma taxa de emissão de radiação maior, conforme aumenta a temperatura. A superfície rugosa apresenta um coeficiente linear intermediário em relação as outras faces, podemos lembrar que esta taxa de emissão de radiação conforme a temperatura aumenta (coef. linear) é intermediária em relação a outras faces, pois por apresentar uma superfície rugosa, há muita reflexão da radiação, assim, grande parte da mesma não é emitida (fica dentro do cubo) ou não atinge a sensor. A superfície lisa apresenta o menor coeficiente linear, ou seja, a menor taxa de emissão de radiação conforme a temperatura aumenta.

Conforme falado a face branca e preta possuem o maior coeficiente linear, ou seja, maior taxa de emissão de radiação conforme a temperatura aumenta. Este fato já era esperado pela teoria, pois a face preta absorverá toda a radiação incidente nela, porém não refletirá nada, portanto irá emitir esta radiação, ou seja, possuirá uma taxa alta. Já a face branca reflete a maior parte de radiação incidente nela, ou seja, ela possui uma baixa energia nela, porém "emitirá" a radiação por reflexão. Como vemos, no equilíbrio as faces branca e preta possuem uma irradiância próxima.

→ listando por ordem de coeficientes lineares:

Preta = Branca > Rugosa > Lisa

* Melhor explicado no questão 22

IV - Irradiância de uma fonte não pontual

Utilizando uma fonte não "pontual", realize-se esta parte do prática com o intuito de verificar se o comportamento de decaimento da radiação com o inverso quadrado da distância se mantém para este caso, ou seja, para uma fonte não "pontual". - (15) - Para uma face plana, a experimentador espere que haja uma relação de decaimento da irradiância em função da inverso do quadrado da distância.

data
fecha

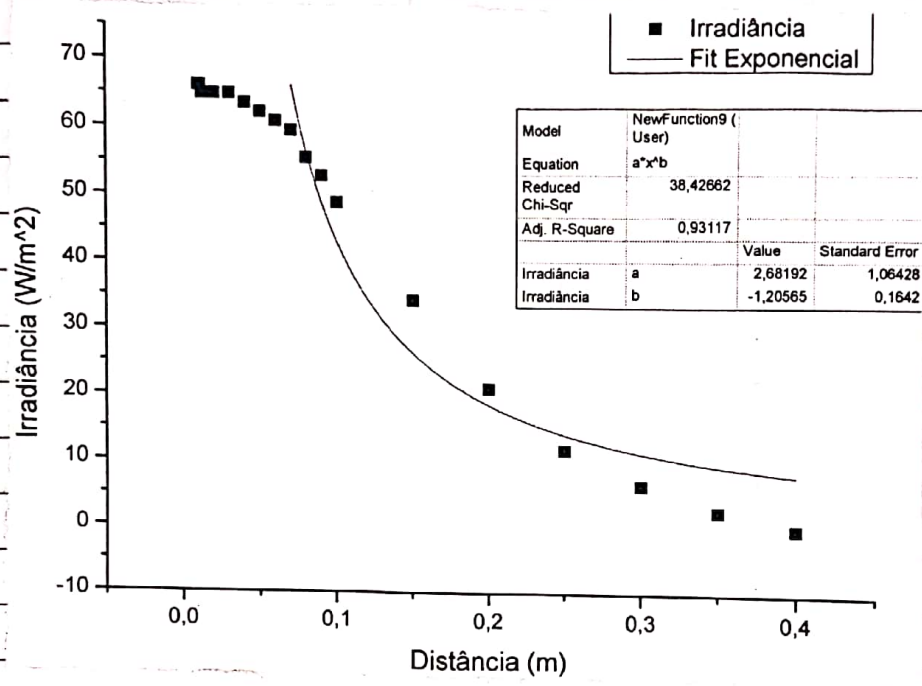
(D) (S) (T) (Q) (Q) (S) (S)
(D) (L) (M) (M) (J) (V) (S)

Assim, foram coletados os dados do sensor (em volts e convertido a partir de equações S em irradiância) em função da distância que foi medido, distância relacionada ao sensor e uma das faces do cubo na potência de irradiância máxima. Os dados estão dispostos no tabela abaixo

Tabela 4: Dados referente a irradiância de uma fonte mais "pontual" conforme a variação da distância

Distância (m)	Temperatura ($^{\circ}$ K)	Tensão no sensor (V)	Irradiância (W/m^2)
0,010	347	0,0050	66,14
0,011	347	0,0050	66,14
0,012	347	0,0049	64,81
0,013	347	0,0049	64,81
0,014	347	0,0049	64,81
0,015	347	0,0049	64,81
0,016	347	0,0049	64,81
0,017	347	0,0049	64,81
0,018	347	0,0049	64,81
0,019	347	0,0049	64,81
0,020	348	0,0049	64,81
0,030	348	0,0049	64,81
0,040	348	0,0048	63,49
0,050	348	0,0047	62,17
0,060	348	0,0046	60,85
0,070	348	0,0045	59,52
0,080	348	0,0042	55,56
0,090	348	0,0040	52,91
0,100	348	0,0037	48,94
0,150	349	0,0026	34,39
0,200	349	0,0016	21,16
0,250	349	0,0009	11,90
0,300	349	0,0005	6,61
0,350	349	0,0002	2,65
0,400	349	0,0000	0,00

Assim, foi construído um gráfico referente à tabela 4
 gráfico 5: gráfico de irradiação em função da distância de uma fonte
 não "pontual"



Logo, analisando o gráfico anterior que o coeficiente do exponencial é $b = (-1,21 \pm 0,16)$, sendo que o valor teórico seria de $b = 2$.

Erro percentual: 39,5%.

Obtivemos uma divergência, entre o valor esperado e o valor experimental, relativamente alta. Sendo que, nota-se que os primeiros pontos do gráfico não foi possível fitá-los juntos com a equação $y = ax^b$, pois eles estão apresentando uma distribuição errônea referente a equação de fit. Assim, podemos relacioná-la à divergência alta dos valores, além de mais, permitimos alguns erros experimentais, como já falado, sendo erros instrumentais e erros experimentais.

Entretanto, mesmo com uma divergência significativa, levando em conta os erros, podemos validar a lei de Inverse da quadrado da distância para fontes não "pontuais".

data
fecha

⓪ Ⓢ Ⓣ Ⓠ Ⓠ Ⓢ Ⓢ
⓪ Ⓛ Ⓜ Ⓜ Ⓝ Ⓟ Ⓢ

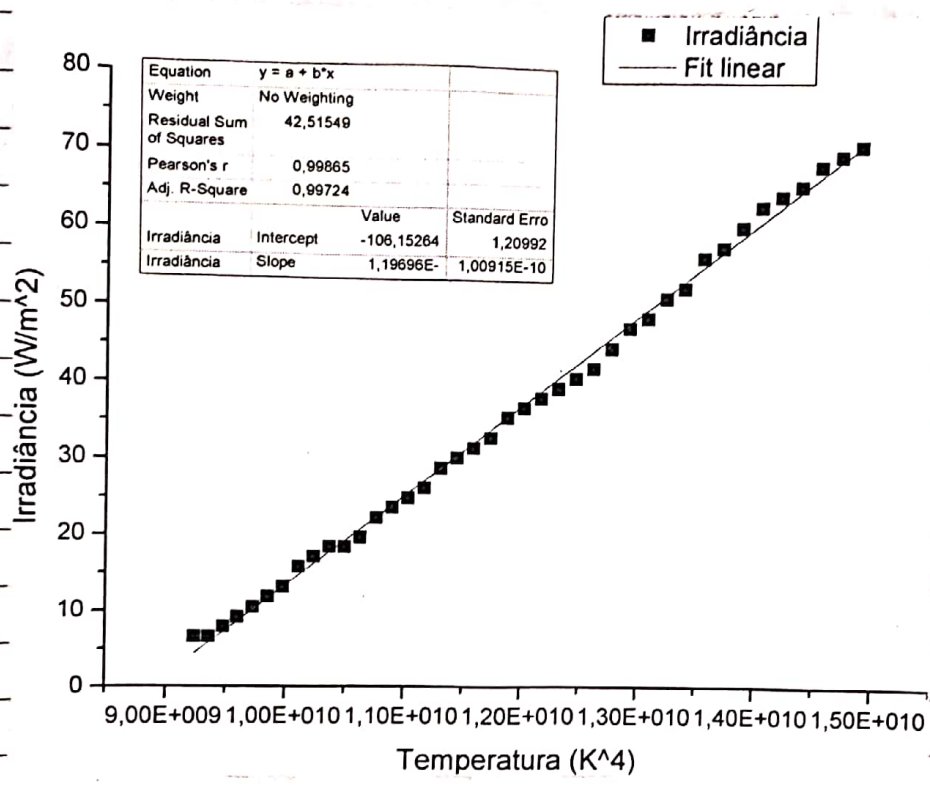
V - Lei de Stefan-Boltzmann para baixas temperaturas

Foi coletados os dados de irradiação emitida por uma face do cubo em função da temperatura com decréscimo de mesma. Os dados segue no tabela abaixo

tabela 5: Dados referente ao resfriamento do cubo

Temperatura (°K)	Tensão no sensor (V)	Irradiância (W/m ²)
349	0,0054	71,43
348	0,0053	70,11
347	0,0052	68,78
346	0,0050	66,14
345	0,0049	64,81
344	0,0048	63,49
343	0,0046	60,85
342	0,0044	58,20
341	0,0043	56,88
340	0,0040	52,91
339	0,0039	51,59
338	0,0037	48,94
337	0,0036	47,62
336	0,0034	44,97
335	0,0032	42,33
334	0,0031	41,01
333	0,0030	39,68
332	0,0029	38,36
331	0,0028	37,04
330	0,0027	35,71
329	0,0025	33,07
328	0,0024	31,75
327	0,0023	30,42
326	0,0022	29,10
325	0,0020	26,46

Com o intuito de validar a lei de Stefan - Boltzmann para baixas temperaturas, utilizando os dados do tabelo S, plotamos um gráfico gráfico 6: gráfico da irradiância em função da temperatura elevada a quarta potência.



Pelo gráfico construído, temos que a relação da lei de Stefan - Boltzmann foi aproximada por uma regressão linear de maneira que o coeficiente angular da curva representa a constante de Stefan - Boltzmann. O valor encontrado pela fit linear do coeficiente angular foi de $b = (1,20 \pm 0,01) \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$, sendo que o valor teórico para a constante de Stefan - Boltzmann é de $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$. Assim, possuímos um erro percentual de:

Erro percentual: $78,84\%$.

Logo, podemos concluir que existe uma enorme divergência entre os valores, ou seja, o valor obtido experimentalmente não condiz com o esperado. Devido a este erro, pode ocorrer várias variáveis, como erros experimentais.

data
fecha

(D) (S) (T) (Q) (Q) (S) (S)
(D) (L) (M) (M) (J) (V) (S)

e erros das experimentais listos. Ademais, um novo procedimento experimental poderia resultar em um valor mais condizente com o esperado pela teoria.

VI - Radiação do corpo humano

Para o caso de medições do corpo humano, foram coletados dados de membros do corpo humano de 3 pessoas diferentes. Consideramos para o cálculo da irradiância o valor teórico da área tecidual da pele de $1,2 \text{ m}^2$.
Tabela 6: Valores de irradiância de membros do corpo humano

Medições do sensor (mV)			Medida da Irradiância (W/m^2)			
Pessoa	A	B	C	A	B	C
Antebraco	0,4	0,3	0,2	4,41	3,31	2,20
Pescoço	0,5	0,4	0,4	5,51	4,41	4,41
Palma da mão	0,4	0,4	0,1	4,41	4,41	1,10
			Média p/ cada pessoa	4,41	4,41	2,20
			Desvio p/ cada pessoa	0,64	0,64	1,68
			Média Total	4,41		
			Desvio Total	1,36		

$$\text{Média} = (4,41 \pm 1,36) \text{ W/m}^2$$

Pela teoria sabemos que a potência máxima emitida pelo corpo humano é próximo de 90 W , considerando a área tecidual da pele de $1,2 \text{ m}^2$. Os valores encontrados são relativamente baixos, devido ao fato que não consideramos a área tecidual de membros medidos, mas sim, a área tecidual do corpo inteiro.

Quando a temperatura do corpo está próxima a do ambiente, é mais fácil considerar esta temperatura do ambiente nos cálculos, isso pode ser feito se dividirmos o valor obtido por aquele esperado de alguma referência ou subtraímos do valor obtido o valor encontrado por o ambiente com questões.

Questões:

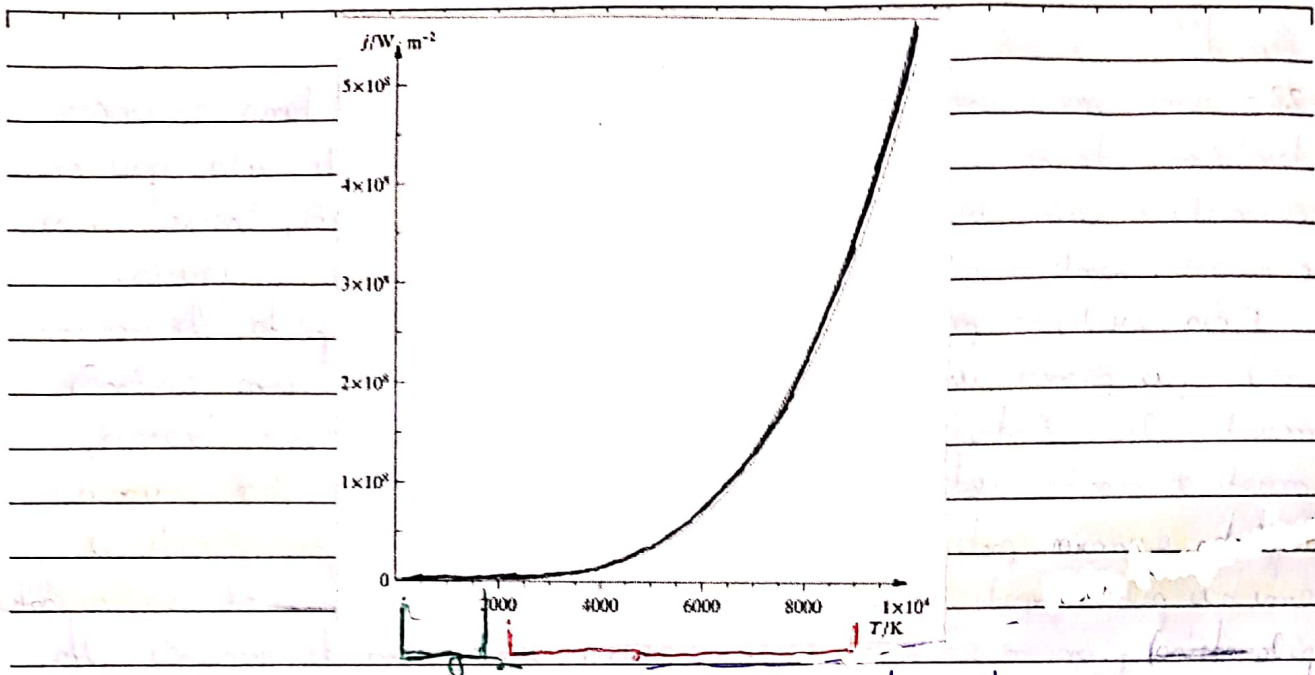
22- Como bons observadores de radiação são em geral bons emissores também, temos que a ordem crescente das faces do cubo que se comportam como bons emissores de radiação são: preto, branco, lisa e rugosa, sendo o resultado o resultado do preto e branco iguais.

Esses resultados podem ser explicados, pois a face preto da mesma modo que possui uma aborção muito grande, terá uma emissão muito alta. Entretanto a alta taxa de emissão da face branco, mostrado neste relatório, pode-se ser explicada pelo face branco refletir uma parte de radiação incidente mala, ou seja, a radiação emitido pela lâmpada de Stefan-Boltzmann não ~~participa~~ ser refletida em parte, assim a face branco obtará uma taxa de emissão alta. Para as faces rugosa e lisa temos os seguintes fenômenos: refração e reflexões respectivamente, assim para a face rugosa, cujo fenômeno é refração temos uma taxa de emissão intermediária, ou seja, devido as alta poder de contato que esta face possui, uma boa parte de radiação irá refletir várias vezes até ser absorvida, assim a face possuirá uma taxa média. Para a face lisa, de qual o fenômeno é reflexões, porém em uma taxa alta, sendo assim, ela não observará "muito" e sua emissão será baixa.

23- O cubo embora apresente a mesma temperatura tem valores de emissão diferentes para cada face, devido ao material, com ou textura do mesmo, conforme explicado no item anterior. A temperatura é a mesma, pois como na metodologia fala, é necessário atingir a temperatura de equilíbrio, ou seja, a taxa de emissão e absorção das faces se equilibram, ou seja, uma face que absorve mais irá emitir mais, mantendo o equilíbrio.

24- Conforme mostrado no gráfico 6, para baixas temperaturas a lei de Stefan-Boltzmann apresenta um comportamento quase linear de linearidade, porém para altas temperaturas a mesma apresenta um comportamento exponencial.

Gráfico 7: Gráfico referente a lei de Stefan-Boltzmann.



Baixas temperaturas \Rightarrow Comportamento linear
Altas temperaturas \Rightarrow Comportamento exponencial

25 - Embora, a relação $R = \sigma T^4$ seja exata para corpos negros, valendo para todas as temperaturas, a mesma não é utilizada como padrão para uma definição de temperatura pela foto de um corpo negro se trata de um objeto idealizado e, portanto, não existente

26 - Pela lei do Deslocamento de Wien

$$\lambda_{m\acute{o}x} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

\rightarrow Temperatura média do corpo humano $\Rightarrow 37^\circ\text{C}$

$$T_H = 300 \text{ K}$$

logo,

$$\lambda_{m\acute{o}x} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{300 \text{ K}}$$

$$\lambda_{m\acute{o}x} = 9,66 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

\rightarrow Mas, λ na faixa de infra-vermelho

data
fecha

• •
D S T Q Q S S
D L M M J V S

Conclusões:

À partir dos resultados obtidos, e comparando-os com algumas teorias para cada variável, concluímos que a maioria dos métodos não bastante exatos e precisos, observando a proximidade dos resultados e os incertezas, além de que, sabendo que são experimentos que nos dão muita imprecisão, pela falta das grandezas medidas serem grandezas de difícil mensuração precisas e exatas. Assim, mesmo que alguns dos valores não se encontrem nos intervalos determinados para as incertezas, os valores podem ser considerados relativamente corretos pela das grandezas serem de difícil mensuração precisa e/ou exata (grandezas = imdiômico, temperatura). Portanto os objetivos de compreenderem algumas leis para determinar as coisas, talve a lei de Stefan-Boltzmann para temperaturas baixas, bem como verificam a confiabilidade dos métodos de análise matemática e gás íca, foram atingidos de forma satisfatória. A parte de análise qualitativa, também, foi atingido de forma satisfatória, pela falta de teoria ter encaixado com a explicação de cada fenômeno presente na prática experimental.

Referências:

- Rotéis Experimental
- Elberg e Resnik - Física Química
- Mundo Educação
- Info Escola
- Mega Énies
- Pense Direto

D S T Q Q S S
D L M M J V S

Apêndice A: Conexões das partes emendas

(Palavra) = Representa em os relativos, onde sua conexão está no Apêndice A.

- Inversão de uma fonte não pontual
Lei de Inverso do quadrado da distância não funciona para fontes não pontuais

- Análise Qualitativa da Radiação Térmica / Questão 22?
Para observadores da radiação por, também, para emissores de radiação térmica, por isso temos os coeficientes de branco e preto sendo os maiores, sugere como intermediários e a luz como a última.

A explicação por isso é, a face preta absorve toda a radiação incidente nela e, não reflete nada, sendo assim, ela não emite. Como absorve grande a radiação incidente nela, ela é um bom observador e, consequentemente, será um bom emissor, por isso tem um coeficiente de emissão alta.

Sobre a face branca, ela absorve cerca de 90% da radiação incidente nela, refletindo os cerca de 10% que relaciona a comprimento de onda no visível, ou seja, a face branca possui uma alta taxa de absorção por comprimentos de onda que não estão no visível, sendo assim, ela possui uma taxa alta de absorção, consequentemente terá uma taxa de emissão bem alta, sendo grande igual a face preta.

Face cinza possui uma ampla superfície de contato, ou seja, a radiação incidente será refletida diversas vezes até ser absorvida, perdendo parte de energia nesse processo (Reflexão), pois raios refletidos podem sair da face e a outra parte dos raios é absorvida pela face, sendo assim, ela absorver cerca de metade dos raios, por exemplo, possuindo uma taxa/coeficiente de emissão intermediária.

A face lisa não reflete quase todos os raios incidente nela, sendo assim, não absorverá quase nada, por não absorver quase nada, a face lisa terá uma taxa/coeficiente de emissão muito baixa, e mais baixo dentro os 4 faces citados aqui.