

**ESTRUTURA DA MATÉRIA I - 1º SEMESTRE 2003**  
**2ª LISTA DE EXERCÍCIOS**

1.- Mostre que a lei de radiação de Planck se reduz à lei de Wien para pequenos comprimentos de onda e a lei de Rayleigh-Jeans para os grandes. (Sugestão: Expanda o termo exponencial em série de potências para obter a segunda destas leis.) Dado que:

$$\rho(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT}} \quad (\text{Lei de Wien})$$

2.- Mostre que a densidade de energia total na radiação de corpo negro sobre toda a faixa de frequências de 0 a  $\infty$  é idêntica na forma à lei de Stefan-Boltzmann para radiação total. Sabendo que a constante de Stefan-Boltzmann é  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W/m^2 K^4$ , obtenha a constante de Planck. Dado que :  $R_T = \sigma T^4$ - lei de Stefan-Boltzmann (sugestão:  $\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$ ).

3.- Uma massa de 10g está pendurada em um elástico com uma constante elástica de 25 N/m. Assuma que este oscilador é quantizado justamente como os osciladores de radiação. a) Qual a energia mínima que pode ser fornecida a esta massa? b) Se a massa em repouso absorve a energia da parte a), qual a amplitude resultante? c) Quantos quanta de energia precisam ser absorvidos para se obter uma amplitude de 10 cm? R.: a)  $E = 5,3 \cdot 10^{-33} J$ ; b)  $A = 2 \cdot 10^{-17} m$ ; c)  $\sim 2,5 \cdot 10^{31}$  quanta.

4.- Quando uma certa superfície fotoelétrica é iluminada com luz de diferentes comprimentos de onda, os seguintes potenciais de corte são observados:

$\lambda(A)$	3660	4050	4360	4920	5460	5790
$V_c(V)$	1,48	1,15	0,93	0,62	0,36	0,24

Faça um gráfico de frequência por potencial de corte ( $\nu \times V_c$ ). Determine a) a frequência de corte, b) o comprimento de onda de corte, c) a função trabalho do material, e d) determinar o valor da constante de Planck  $h$  (o valor de  $e$  sendo conhecido). R.: a)  $\nu_c = 4,65 \cdot 10^{14} Hz$ ; b)  $\lambda_c = 6450 \text{ \AA}$ ; c) 1,92 eV; d)  $6,66 \cdot 10^{-34} Js$ .

5.- O que vai mudar no potencial de corte de emissão de fotoelétrons em uma superfície se o comprimento de onda da luz incidente é reduzido de 4000Å para 3980Å? (Assuma que o decréscimo no comprimento de onda pode ser considerado um diferencial).

6.- Radiação de comprimento de onda 2000 Å incide sobre uma superfície de alumínio, cuja função de trabalho é 4.2 eV. a) Qual a energia cinética máxima do fotoelétron emitido? b) Qual o potencial de corte? c) Qual o comprimento de onda limite para o alumínio? d) Se a intensidade da luz incidente é de  $2 W/m^2$ , qual é o número médio de fótons por unidade de tempo e por unidade de área que atinge a superfície?

7.- O Sol e as estrelas se comportam, com boa aproximação, como corpos negros. a) Sabendo-se que o espectro de energia de radiação emitido pelo Sol tem um máximo para  $\lambda = 5100 \text{ \AA}$ , calcule a temperatura na superfície do Sol. b) Para a estrela polar, esse máximo se encontra em  $\lambda = 3500 \text{ \AA}$ . Qual a temperatura na superfície desta estrela?

8.- a) Supondo que a temperatura da superfície do sol é de 5700K, use a lei de Stefan-Boltzmann para determinar a massa de repouso perdida por segundo pelo sol sob a forma de radiação. Considere o diâmetro do sol como sendo  $1,4 \cdot 10^9 m$ . b) Que fração da massa do sol é perdida por ano sob forma de energia eletromagnética? Considere a massa de repouso do sol sendo  $2,0 \cdot 10^{30} kg$ .

9.- Obtenha a lei do deslocamento de Wien,  $\lambda_{max} T = 0.201 hc/k$ , resolvendo a equação  $d\rho(\lambda)/d\lambda = 0$ . (Sugestão: faça  $hc/\lambda kT = x$  e mostre que a equação citada leva a  $e^{-x} + x/5 = 1$ . Mostre então que  $x=4.965$  é a solução).

10.- Supondo que uma lâmpada incandescente pode ser aproximada por um corpo negro à temperatura de 3000K, calcule a fração da energia irradiada pelo filamento que se encontra na faixa visível (entre 4000 e 6000 Å) (sugestão: aproxime a integral da radiança pela área de um trapézio).