



## LISTA DE EXERCÍCIOS

### Radiação Térmica, Efeito Fotoelétrico, Efeito Compton, Átomo de Bohr

1. Um pequeno orifício de área  $S$  é feito na parede de um forno que está à temperatura  $T$ . Uma esfera negra de raio  $r$  é colocada em frente ao orifício a uma distância  $R$  do mesmo. Desprezando-se a radiação vinda de outras fontes, mostre que a potência absorvida pela esfera é  $P = \sigma S T^4 r^2 / R^2$ .
2. O comprimento de onda  $\lambda_m$  para qual a radiância espectral atinge seu valor máximo, a uma dada temperatura  $T$ , é dado pela Lei de Deslocamento da Wien,  $\lambda_m T = \text{constante}$ . Calcule o valor dessa constante a partir da Lei de Planck. (  $R: \lambda_m T = 2,8978 \times 10^{-3} \text{ m K}$  )
3. A temperatura efetiva do Sol é de 5800 K. Em que comprimento de onda o Sol irradia mais intensamente? Em que região do espectro ele se situa? Por que então, o Sol parece amarelado ?

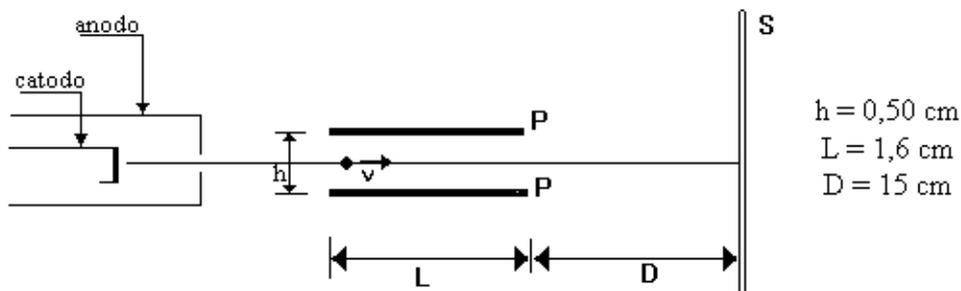
4. Demonstrar a Lei de Stefan Boltzmann a partir da Lei de Planck, isto é :  $\int_0^{\infty} I_T(\lambda) d\lambda = A T^4$

Calcule o valor de  $A$  e compare com a constante de Stefan Boltzmann  $\sigma$ . ( *Sugestão: Faça uma mudança de variáveis e utilize a seguinte integral:*

$$\int_0^{\infty} \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}$$

5. Qual o número de quanta de radiação, de comprimento de onda  $\lambda = 913 \text{ \AA}$ , são necessários para fornecer 13.6 eV de energia ? (  $R : 1$  )
6. A potência total de uma lâmpada de incandescência é igual a 200W. A lâmpada possui um filamento de comprimento igual a 20 cm e diâmetro de 0,80 mm. Considere a emissividade do tungstênio igual a 0,258. Determine :
  - a. A radiância total do filamento
  - b. A temperatura na superfície do filamento. ( *Resp : a. 397,1 kW/m<sup>2</sup>    b. 1628 K* )

7. Uma válvula típica de raios catódicos é dimensionada parcialmente na figura abaixo. Os elétrons partem do catodo em repouso e são acelerados na direção do anodo sob tensão de 1136 V. As placas P estão submetidas à uma tensão de 50 V.



- a) Qual a velocidade dos elétrons na origem O ?  
 b) Qual a coordenada y e a direção de movimento quando  $x = L$  ?  
 c) Qual a deflexão total na tela S ?  
 ( Resp : a)  $2.0 \times 10^7$  m/s    b)  $0.56$  mm :  $F = 4^{\circ}2'$     c)  $1.11$  cm )

8. Suponha que no problema anterior, o único campo que atua na região entre as placas P seja o magnético, orientado perpendicularmente ao plano de trajetória, dirigida para fora e cujo módulo vale  $4 \times 10^{-4}$  Wb/ m<sup>2</sup>. Determine :

- a) a coordenada y e a direção do movimento do elétron quando  $x = L$ ,  
 b) a deflexão total na tela. ( Resp : a)  $0.45$  mm e  $F = 3^{\circ}13'$     b)  $0.90$  cm )

9. A luz do Sol chega à Terra à razão de  $1400$  W/m<sup>2</sup> em área perpendicular à direção da luz.

- a) Encontre a pressão que tal luz pode exercer sobre a Terra. ( Resp :  $4,6 \times 10^{-6}$  N/m<sup>2</sup> )  
 b) Considere que a luz conste de exclusivamente de fótons de  $6000$  Å. Quantos fótons por segundo e por m<sup>2</sup> chegam à parte da Terra que está exatamente em frente ao Sol ? ( Resp :  $4.22 \times 10^{21}$  /s.m<sup>2</sup> )  
 c) O raio medio da órbita terrestre é de  $1.5 \times 10^{11}$  m . Qual é a potência de saída do Sol e quantos fótons emite por segundo ? ( Resp :  $3.95 \times 10^{26}$  W e  $1.19 \times 10^{46}$  /s )

10. O comprimento de onda de corte da emissão fotoelétrica do tungstênio é de  $2300$  Å. Que comprimento de onda se deve utilizar para expulsar os elétrons com energia máxima de  $1.5$  eV ? ( Resp :  $1800$  Å )

11. A função trabalho do sódio é  $2.3$  eV. a) Qual será o máximo comprimento de onda que produzirá emissão de fotoelétrons ? b) Qual será a energia cinética máxima dos fotoelétrons se luz de  $2000$  Å incide sobre uma superfície de sódio ? ( Resp : a)  $5400$  Å b)  $3.91$  eV )

12. Qual a mudança no potencial de corte para fotoelétrons emitidos por uma superfície, quando o comprimento de onda da radiação incidente é reduzido de  $4000$  Å para  $3980$  Å?. (Supor o decréscimo de comprimento de onda tão pequeno, que pode ser assimilado a uma diferencial) ( Resp :  $0.016$  V maior )

13. A raia  $K_{\alpha}$  do molibdênio ( $\lambda = 0.712 \text{ \AA}$ ) sofre efeito Compton no carbono. Determinar a variação do comprimento de onda do fóton, que sofre um desvio de  $90^{\circ}$  em consequência do choque : a) com um elétron: b) com um átomo de carbono. c) Qual o comprimento de onda em cada caso? ( *Resp : a)  $0.0242 \text{ \AA}$  b)  $1,1 \times 10^{-6} \text{ \AA}$  c)  $0.736 \text{ \AA}$  e  $0.712 \text{ \AA}$*  )
14. Usando os resultados do problema anterior, determine a energia de recuo da partícula, caso esta seja : a) um elétron: b) um átomo de carbono; c) Qual a direção do movimento de recuo da partícula para cada caso acima apontado ?( *Resp: a)  $568 \text{ eV}$  b)  $0$  c)  $44,05^{\circ}$*  )
15. Calcule os três comprimentos de onda mais longos (em  $\text{\AA}$ ) da série de Lyman e indique sua posição em uma escala linear horizontal. Indique também o limite da série (comprimento de onda mais curto) nessa escala. Algumas dessas linhas estão visíveis? Repita o este mesmo procedimento para as séries de Paschen e Brackett.
16. Calcule a frequência, comprimento de onda e o número de onda da raia  $H_{\alpha}$  da série de Balmer. ( *R:  $4,569 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ,  $6566 \text{ \AA}$ ,  $9,56 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$*  )
17. Num átomo de hidrogênio a vida média de um estado excitado é cerca de  $10^{-8} \text{ s}$ . Quantas revoluções um elétron, no estado  $n = 2$ , faz em  $10^{-8} \text{ s}$ ? ( *R:  $8,24 \times 10^6$  voltas* )
18. No modelo de Bohr do átomo de hidrogênio, é estabelecido que a frequência da linha  $H_{\alpha}$  é determinada a partir da equação  $h\nu = E_2 - E_1$ . Levando-se em conta as leis de conservação de energia e de momento, demonstre que este resultado está equivocado e calcule a frequência de emissão correta.

Obs: Os exercícios desta lista foram retirados dos livros :

- a) A.Beiser, *Conceptos de Física Moderna*, Cap.9
- b) M.R.Wehr, J.A.Richards, *Física do Atomo*, Cap.3
- c) D. Halliday, R. Resnick, *Fundamentos de Física 4*, Cap. 43
- d) R.B. Leighton, *Principles of Modern Physics*, Cap. 2