



## FSC 5506 - Estrutura da Matéria I

---

### 1a. Lista de exercícios

1. Determine o valor de  $\lambda_{\text{máx}}$  para um corpo negro a uma temperatura de (a) 2,7 K (radiação cósmica de fundo); (b) 300 K (temperatura ambiente); (c) 3.000 K (temperatura aproximada de uma lâmpada incandescente)
2. Determine o valor da constante de Stefan em função de  $h$ ,  $c$  e  $k$ . Use os valores conhecidos destas constantes para calcular o valor da constante de Stefan.
3. Demonstre como se pode escrever a lei de Planck em função da frequência a partir da sua forma em função do comprimento de onda.
4. Qual o comprimento de onda, a frequência e a potência total da radiação cósmica de fundo ( $T = 2,7$  K) que incide sobre o nosso planeta?
5. Determine a temperatura de um corpo negro se seu espectro apresenta um máximo em (a)  $\lambda_m = 700$  nm (visível); (b)  $\lambda_m = 3$  cm (microondas); (c)  $\lambda_m = 3$  m (rádio/FM).
6. Se a temperatura de um corpo negro é multiplicada por 2, por qual fator é multiplicada a potência total emitida pelo corpo negro?
7. O máximo da distribuição espectral de potência irradiada por uma certa cavidade ocorre para um comprimento de onda de 27,0 mm (na região do infravermelho). A temperatura da cavidade é aumentada até que a potência irradiada seja duas vezes maior. (a) Determine a nova temperatura da cavidade. (b) Determine a nova posição do máximo da distribuição espectral.
8. A energia solar que atinge a parte superior da atmosfera terrestre é  $1,36 \times 10^3$  W/m<sup>2</sup>. Supondo que a Terra se comporte como um corpo negro de temperatura uniforme, qual é a temperatura de equilíbrio da Terra?
9. A temperatura do filamento de uma lâmpada incandescente de 40 W é de aproximadamente 3.300 K. Supondo que o filamento se comporte como um corpo negro, (a) determine a frequência  $f_m$  e o comprimento de onda  $\lambda_m$  no ponto máximo da distribuição espectral; (b) supondo que  $f_m$  seja uma boa aproximação para a frequência média dos fótons emitidos pela lâmpada, determine o número de fótons produzidos por segundo pela lâmpada; (c) se um observador está olhando a lâmpada a 5 m de distância, quantos fótons penetram por segundo nos seus olhos (assuma que o diâmetro da pupila humana é de cerca de 5 mm)?
10. Use a lei de Planck para calcular o valor da constante que aparece na lei de Wien em termos de  $h$ ,  $c$  e  $k$ .
11. Os filmes fotográficos preto-e-branco são expostos por fótons com energia suficiente para dissociar as moléculas de AgBr contidas na emulsão fotosensível. A energia mínima necessária é 0,68 eV. Qual é o maior comprimento de onda capaz de impressionar este tipo de filme? Em que região do espectro está este comprimento de onda?
12. Quando está em órbita, o ônibus espacial gira em torno da Terra muito acima de 99% da atmosfera, mas mesmo assim acumula uma carga elétrica no casco devido, em parte, à perda de elétrons causada pelo efeito fotoelétrico da luz solar. Suponha que o casco da neva seja revestido com Ni, que possui uma função trabalho relativamente elevada de  $\phi = 4,87$  eV, nas temperaturas encontradas no espaço. (a) Determine o maior comprimento de onda do espectro solar capaz de fazer com que o casco do ônibus espacial emita fotoelétrons; (b) Qual a fração da potência total da radiação solar incidente no ônibus espacial que pode provocar a emissão de fotoelétrons?

13. A função trabalho do césio é 1,9 eV. (a) Determine a frequência mínima e o comprimento de onda máximo para que o efeito fotoelétrico seja observado no césio. Calcule o potencial de corte (b) para um comprimento de onda de 300 nm e (c) para um comprimento de onda de 400 nm. (d) Calcule a energia dos elétrons ejetados para os itens (b) e (c).
14. (a) Se 5% da potência de uma lâmpada de 100 W são irradiados no espectro visível, quantos fótons visíveis são irradiados por segundo? (b) Se a lâmpada é uma fonte pontual que irradia uniformemente em todas as direções, qual é o fluxo de fótons a uma distância de 2 m?
15. A função trabalho do molibdênio é 4,22 eV. (a) Qual é a frequência de corte para o efeito fotoelétrico no molibdênio? (b) Uma luz amarela com um comprimento de onda de 560 nm é capaz de fazer com que o molibdênio emita fotoelétrons? Prove que sua resposta está correta.
16. Calcule a energia do fóton associado (a) a um comprimento de onda de 0,1 nm (o diâmetro aproximado de um átomo); (b) a um comprimento de onda de 1 fm ( $10^{-15}$  m, o diâmetro aproximado de um núcleo atômico); (c) a uma frequência de 90,7 MHz (faixa de rádio FM).
17. Em condições ideais o olho humano é capaz de perceber um clarão de aproximadamente 60 fótons que chegam à córnea. Qual a energia associada a estes 60 fótons se o comprimento de onda for de 550 nm?
18. Os aparelhos de raios-X atualmente utilizados pelos dentistas funcionam com uma tensão de 80 kV. Qual é o comprimento de onda mínimo dos raios-X produzidos por esses aparelhos?
19. Quando uma amostra de potássio é submetida a uma luz cujo comprimento de onda é 450 nm, fotoelétrons com um potencial de corte de 0,52 V são emitidos. Se o comprimento de onda da luz incidente é reduzido para 300 nm, o potencial de corte aumenta para 1,90 V. Usando apenas estes números, juntamente com os valores da velocidade da luz e a da carga do elétron, (a) determine a função trabalho do potássio; (b) determine o valor da constante de Planck.
20. Determine o momento de um fóton em eV/c e em kg.m/s se o comprimento de onda é (a) 400 nm; (b)  $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm}$ ; (c) 3 cm;
21. Os raios gama produzidos por aniquilações e por núcleos radioativos também apresentam uma difração de Compton considerável. Suponha que um fóton de 0,511 MeV produzido pela aniquilação de um elétron e um pósitron seja difratado por um elétron livre e que o ângulo de difração seja  $110^\circ$ . Quais são as energias do fóton e do elétron após a difração? Qual é a direção de movimento do elétron após a difração em relação à direção do fóton incidente?
22. O comprimento de onda de fótons que sofreram difração de Compton é medido para um ângulo  $\theta = 90^\circ$ . Qual deve ser o comprimento de onda dos fótons incidentes para um  $\Delta\lambda$  de 1%?
23. Em seus primeiros experimentos, Compton usou fótons com um comprimento de onda de 0,0711 nm. (a) Qual é a energia destes fótons? (b) Qual é o comprimento de onda dos fótons difratados para um ângulo de difração de  $180^\circ$ ? (c) Qual é a energia dos fótons do item (b)? Qual é a energia dos elétrons após a colisão para um ângulo de difração de  $180^\circ$ ?
24. Os fótons difratados pelos elétrons de uma amostra de carbono apresentam uma variação de comprimento de onda de 0,29 pm. Determine o ângulo de difração.
25. De acordo com a equação de Compton, um gráfico de  $\lambda_2$  em função de  $(1-\cos\theta)$  deve ser uma linha reta cuja inclinação  $h/mc$  permite a determinação experimental de  $h$ . Dado que o comprimento de onda  $\lambda_1$  nos dados de Compton é de 0,0711 nm, calcule  $\lambda_2$  para os ângulos indicados na figura tipicamente encontrada nos livros didáticos sobre o assunto e plote os resultados em função de  $(1-\cos\theta)$ . Qual é o valor da inclinação da reta?
26. Calcule o comprimento de onda Compton de um elétron e de um próton. (b) Determine a energia de um fóton cujo comprimento de onda é igual ao comprimento de onda (1) do elétron; (2) do próton.