

CF355 – Física Moderna
FÍSICA QUÂNTICA
Capítulos 1 e 2 (Eisberg e Resnick)

[1] Em que comprimento de onda um radiador de cavidade a 6000 K irradia mais por unidade de comprimento de onda?

[2] Mostre que a constante de proporcionalidade em $\rho_T(\nu) \propto R_T(\nu)$ é $4/c$.

[3] Um radiador de cavidade a 6000 K tem um orifício de 10 mm de diâmetro feito em sua parede. Ache a potência irradiada através do orifício no intervalo de comprimentos de onda entre 5500 Å e 5510 Å.

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

[5] A uma dada temperatura, $\lambda_{\max} = 6500$ Å para uma cavidade de corpo negro. Qual será λ_{\max} se a temperatura nas paredes da cavidade for aumentada de forma que a taxa de emissão de radiação espectral seja duplicada?

[6] *Leis de Stefan e Wien.* Derive a lei de Stefan, $R_T \propto T^4$, e a lei de Wien, $\nu_{\max} \propto T$, obtendo inclusive as constantes de proporcionalidade, a partir da fórmula de Planck para o espectro de corpo negro,

$$\rho_T(\nu) d\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} d\nu.$$

[7] Radiação de comprimento de onda 2000 Å incide sobre uma superfície de alumínio. Para o alumínio, são necessários 4,2 eV para remover um elétron. Qual é a energia cinética do fotoelétron (a) mais rápido e (b) mais lento emitidos? (c) Qual é o potencial de corte? (d) Qual o comprimento de onda limite para o alumínio? (e) Se a intensidade da luz incidente é $2,0 \text{ W/m}^2$, qual é o número médio de fótons por unidade de tempo e por unidade de área que atinge a superfície?

[8] (a) Mostre que um elétron livre não pode absorver um fóton e durante esse processo conservar simultaneamente a energia o momento. Portanto, o efeito fotoelétrico impõe a existência de um elétron ligado. (b) No efeito Compton, entretanto, *pode-se* ter um elétron livre. Explique.

[9] Quais são a frequência, o comprimento de onda e o momento de um fóton cuja energia é igual à energia de repouso de um elétron?

[10] Obtenha a relação $\cotg(\theta/2) = \left(1 + \frac{h\nu}{m_0c^2}\right) \tg\varphi$ entre as direções de movimento do fóton espalhado (dada por θ) e do elétron (dada por φ) envolvidos no efeito Compton.

[11] Mostre que a relação entre a energia cinética K de recuo do elétron e a energia E do fóton incidente no efeito Compton pode ser escrita na forma $\frac{K}{E} = \frac{\Gamma}{1 + \Gamma}$, com $\Gamma \equiv \frac{2h\nu}{m_0c^2} \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$.

[12] Um fóton de energia inicial $1,0 \times 10^5$ eV que se move no sentido positivo do eixo x incide sobre um elétron livre em repouso. O fóton é espalhado de um ângulo de 90° , indo no sentido positivo do eixo y . Determine as componentes do momento do elétron.

[13] Qual é a energia cinética máxima possível para um elétron envolvido no processo Compton em termos da energia $h\nu$ do fóton incidente e da energia de repouso $m_e c^2$ do elétron?

[14] Determine a variação máxima do comprimento de onda no espalhamento Compton de fótons por *prótons*.

[15] Qual a voltagem mínima que deve ser aplicada a um tubo de raios X para que seja produzido raio X com (a) comprimento de onda Compton do elétron e (b) comprimento de onda de 1 \AA . (c) Qual é a voltagem mínima necessária para que a radiação de bremsstrahlung resultante seja capaz de produzir um par?

[16] Suponha que um par elétron-pósitron seja formado por meio de um fóton que tem a energia limite para que o processo ocorra. (a) Calcule o momento transferido ao núcleo no processo. (b) Supondo que o núcleo seja o de um átomo de chumbo, calcule a energia cinética de recuo do núcleo atingido. É razoável desprezarmos essa energia, comparada com a energia limite?

[17] Discuta como a Natureza proíbe a *aniquilação* de um par pela criação de um único fóton.