

Primeira Lista de Exercícios de Física Moderna I

A natureza ondular das radiações eletromagnéticas

1. Apresente 3 argumentos que demonstram a natureza ondulatória das radiações eletromagnéticas.
2. O corpo negro é sempre preto? Explique o termo corpo negro.
3. Por que há radiação eletromagnética na cavidade de um metal numa dada temperatura T ? Qual é a importância de se estudar a radiação eletromagnética emitida por esse sistema físico?
4. Defina: radiância espectral ($R_T(\nu)$) de um corpo negro na temperatura T , radiância total (R_T) na temperatura T e densidade de energia na cavidade de um corpo na temperatura T ($\rho_T(\nu)$). Dê as unidades destas grandezas no sistema universal.
5. (a) Sabendo que o comprimento de onda para o qual a radiância espectral do Sol é máxima corresponde a $5,1 \times 10^{-7}$ m, e supondo que o Sol se comporta como um corpo negro, calcule a temperatura aproximada dessa estrela.
(b) A partir dessa informação, calcule a potência irradiada pelo Sol por metro quadrado.
(c) Sabendo que essa energia vem da queima de massa no Sol pelo processo de fusão nuclear, calcule a massa perdida pelo Sol por segundo, considerando o seu diâmetro como sendo $1,4 \times 10^9$ m.
(d) Qual é a fração de massa perdida pelo Sol a cada ano? Supondo que esse processo não sofra alteração ao longo do tempo, quantos anos levariam para o Sol se extinguir? Considere sua massa atual como sendo $2,0 \times 10^{30}$ Kg.
6. Há radiação eletromagnética no Universo, chamada de radiação cósmica de fundo, que se propaga em todas as direções. Essa radiação tem uma distribuição espectral de um corpo negro a 2,7K.
(a) Qual é o comprimento de onda da radiação de fundo para o qual a intensidade é máxima?
(b) Qual a frequência que tem máxima intensidade?
(c) Qual é a potência total da radiação de fundo?
7. (a) Descreva em palavras o procedimento usado para deduzir a lei de Rayleigh-Jeans
(b) Qual hipótese da lei de Rayleigh-Jeans leva à catástrofe do ultra-violeta?
(c) Qual hipótese na abordagem de Planck resolve esse problema?
8. Obtenha a relação entre a frequência e os modos de vibração de uma onda estacionária para o caso tridimensional. Explique passo-a-passo seu procedimento.
9. Por que podemos dizer que a energia média das ondas eletromagnéticas em uma cavidade é dada por kT ? Deduza esse valor a partir da distribuição de Boltzmann.

10. Como é possível se medir a radiância espectral de um objeto experimentalmente? Use como base o experimento apresentado em aula.

11. Sabendo que a relação entre radiância espectral ($R_T(\nu)$) e a densidade volumétrica de energia em um corpo negro ($\rho_T(\nu)$) é dada por

$$R_T(\nu) d\nu = (c/4) \rho_T(\nu) d\nu$$

utilizando a lei de radiação de Planck, obtenha a lei de Stefan:

$$R_T = \sigma \cdot T^4$$

onde $\sigma = 2\pi^5 \cdot k^4/15c^2 \cdot h^3$

12. Considere um pêndulo constituído de uma massa 100 g suspenso por uma corda de 1 m de comprimento e cujo ângulo de oscilação máximo é 10° . Sabendo que esse pêndulo perde energia por atrito, calcule o valor da variação mínima de energia permitida pela hipótese de Planck. Essa variação pode ser medida em laboratório, para comprovarmos a hipótese de Planck? Por quê?

13. Considerando o pêndulo do exercício anterior, calcule o seu *número quântico*, isto é, o valor de n na fórmula $E_n = nh\nu$ quando sua energia de oscilação é 0,015 J. A variação de uma unidade nesse número é significativa? O que isso significa?

14. Demonstre que a lei de radiação de Planck resolve o problema da catástrofe do ultravioleta, ou seja, que $\rho_T(\nu) \rightarrow 0$ quando $\nu \rightarrow \infty$. Mostre também que a descrição clássica é válida quando $\nu \rightarrow 0$.