

Exercícios sobre Radiação de corpo negro.

As questões e exercícios do capítulo 1 do Eisberg-Resnick, alguns reescritos, estão identificados como “E-R número”.

Questões

1. E-R 1. Um corpo negro sempre aparenta ser negro? Justifique sua resposta; em particular, explique a expressão *corpo negro*.
2. O Sol é um corpo negro? Aponte as semelhanças e diferenças entre o espectro de radiação solar que atinge a superfície terrestre e a de um corpo negro.
3. E-R 7. A densidade de energia ρ e a radiância R a uma mesma temperatura T são proporcionais,
$$\rho_T(\nu) \propto R_T(\nu)$$
Determine a dimensão física da constante de proporcionalidade.
4. E-R 8. Qual é a origem da catástrofe do ultravioleta?
5. E-R 14. As massas de repouso de todas as partículas elementares formam um conjunto discreto. Pode-se encarar essa propriedade como uma quantização da massa? Justifique sua resposta.
6. E-R 15. Em muitos sistemas clássicos, as frequências possíveis são quantizadas.
 - a) Nesses casos, a energia também é quantizada? Justifique.
 - b) Dê um exemplo.

Problemas

Quando o problema pedir uma resposta numérica, forneça-a com dois dígitos significativos, a menos que haja uma orientação específica sobre a precisão solicitada.

1. E-R 1. Considere um radiador de cavidade a 6000 K.
Determine em que comprimento de onda a potência irradiada é máxima.
2. E-R 2. Mostre que a constante de proporcionalidade entre a radiância R e a densidade de energia ρ a uma mesma temperatura T vale $c/4$, ou seja,
$$R_T(\nu) = \frac{c}{4} \rho_T(\nu)$$
3. E-R 4. Um radiador de cavidade a 6000 K tem um orifício de 0,10 mm de diâmetro. Determine a potência irradiada através desse orifício por ondas com comprimento de onda entre 5500 Å e 5510 Å. Dê a resposta com dois dígitos significativos.

4. E-R 5. Considere que o Sol irradia como um corpo negro a 5700 K e tem massa igual a $2,0 \times 10^{30}$ kg. Determine:

- a) a massa de repouso perdida por segundo devida a essa irradiação. (Use a lei de Stefan)
- b) a fração da massa do Sol que é perdida cada ano sob forma de radiação eletromagnética.

5. E-R 10. A taxa média da radiação solar incidente por unidade de área sobre a superfície da Terra é 342 W/cm^2 onde se considerou também a área da parte escura da Terra (<http://www.itacanet.org/the-sun-as-a-source-of-energy/part-2-solar-energy-reaching-the-earths-surface/>, último acesso 27/2/2018); a potência da radiação que chega à órbita da Terra é, em média, 1367 W/m^2 .

- a) Deduza a taxa média na superfície a partir da potência que chega à região da órbita terrestre.
- b) Determine qual seria a temperatura da Terra se ela fosse um corpo negro que irradiasse exatamente a potência recebida do Sol.

6. A pele do corpo de uma pessoa está a 37°C e, sem roupa, irradia como um corpo negro com emissividade 1,0 e recebe energia do ambiente, que está a uma temperatura t .

Adote $2,0 \text{ m}^2$ para a área corporal e calcule a temperatura t em que essa pessoa *perde* 100 W para o ambiente.

Use a expansão $T^4 = T_0^4 + 4T_0^3(T - T_0) + \dots$.
Use a escala de temperatura absoluta para os cálculos, mas dê a resposta em $^\circ\text{C}$.

7. E-R 16. Use a relação $R_T(\nu)d\nu = \frac{c}{4}\rho_T(\nu)$, entre a radiância espectral e a densidade de energia, e a lei de radiação de Planck para obter a lei de Stefan.

- a) Verifique que o enunciado equivale a demonstrar que

$$R_T = \int_0^\infty \frac{2\pi h}{c^2} \frac{\nu^3}{\exp \frac{h\nu}{kT} - 1} d\nu = \sigma T^4$$

- b) Verifique que, embora o integrando não seja definido para $\nu = 0$, a função é integrável.
- c) Faça a integral (eu usei o Mathematica) e determine a relação entre σ e as constantes fundamentais.
- d) Calcule o valor numérico da constante de Stefan a partir das constantes fundamentais

8. E-R 17. Obtenha a lei do deslocamento de Wien, $\lambda_{\max} T = 0,2014 hc/k$, resolvendo a equação $\frac{d\rho(\lambda)}{d\lambda} = 0$. Sugestão: faça a mudança de variável $\frac{hc}{\lambda kT} = x$, encontre a equação transcendente correspondente e resolva-a numericamente.