Radiação Térmica: Stefan-Boltzmann e Lei de Wien

12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Interpretar espetros de radiação térmica com base na Lei de Stefan-Boltzmann e na Lei de Wien, relacionando potência emitida, temperatura e comprimento de onda dominante.

Revisão rápida

- **Lei de Stefan-Boltzmann:** $P = \sigma \varepsilon A T^4$ — potência emitida por corpo negro (σ = 5,67 × 10⁻⁸ W·m⁻²·K⁻⁴). **Quarta potência da temperatura:** dobrar T multiplica P por **16**.
- **Lei de Wien:** $\lambda_{máx}\, T = b$ com b = 2,90 × 10⁻³ m·K — o pico do espetro desloca-se para **comprimentos de onda mais curtos** quando a temperatura sobe.
- **Cor radente:** < 500 °C vermelho escuro · ~ 600 °C vermelho–laranja · ~ 900 °C amarelo–branco · > 1300 °C branco azulado. O Sol (5800 K) tem pico a **500 nm**, no verde-amarelo.
- **Espetro contínuo:** radiação térmica cobre todas as frequências; $\lambda_{máx}$ é só o topo de uma curva larga. Contrasta com espetros *lineares* de gases.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «A potência emitida é proporcional à temperatura.» ( ) b) «Se a temperatura dobrar, a potência emitida quadruplica.» ( ) c) «Quanto mais quente um corpo, maior o comprimento de onda do seu pico.» ( ) d) «A lei de Stefan-Boltzmann vale para qualquer corpo, não só para o negro perfeito.» ( )

2. Stefan-Boltzmann: calcula a potência emitida por metro quadrado por um corpo negro a) a 300 K b) a 600 K c) confirma a razão entre os dois valores.

3. Lei de Wien: determina o comprimento de onda dominante de a) uma estrela de 5800 K (Sol) b) um corpo a 300 K c) uma parede a 400 °C. Em que região do espetro cai cada um?

4. Uma estrela azul: o pico do espetro de uma estrela está a 400 nm. a) que temperatura tem a sua superfície? b) e se o pico estivesse a 700 nm? c) qual das duas é mais «quente»?

© 2026 Estudantices

5. Leitura de um espetro: copia a tabela e classifica a região dominante de cada corpo; explica porque é que um ferro a 600 °C brilha mas um forno a 200 °C não.

T (K)	300	873 (600 °C)	1500	5800
$\lambda_{máx}$				
Região				

6. Relação com a quantização: porque é que a radiação térmica é emitida em fótons de energias variadas, formando um espetro contínuo, e não em linhas?

7. Emissividade: um corpo real obedece a $P = \varepsilon \sigma A T^4$ com $\varepsilon < 1$. a) o que significa $\varepsilon = 0{,}7$? b) dois candeeiros à mesma temperatura, um polido e outro preto — qual emite mais? c) o que acontece à temperatura de equilíbrio?

8. Aplicações: liga cada dispositivo à lei que domina o seu funcionamento: a) pirómetro infravermelho → __ b) lareira de alto rendimento revestida a preto → __ c) estimativa da temperatura do Sol → __ d) manta térmica de sobrevivência prateada → __

© 2026 Estudantices

9. Balanço térmico: a) porque é que um corpo a 300 K colocado num ambiente também a 300 K mantém a temperatura, apesar de emitir? b) o que é o equilíbrio térmico em termos de potências emitidas e absorvidas?

10. Ordens de grandeza: um painel de 1,0 m² a 300 K com $\varepsilon = 0{,}9$. a) que potência emite? b) que potência emitiria a 1500 K? c) calcula o fator de aumento e compara com o fator de temperatura.

11. Dois corpos negros têm a mesma potência emitida. a) o que se pode concluir sobre as temperaturas? b) e se o segundo tiver o dobro da área?

12. Desdevolvimento. Explica porque é que a dependência em T^4 torna a radiação térmica desprezível à temperatura ambiente e dominante em corpos muito quentes, e como a lei de Wien permite medir temperaturas sem contacto.

© 2026 Estudantices

Soluções — Radiação Térmica: Stefan-Boltzmann e Lei de Wien

1. a) **F** — é proporcional a T^4 b) **F** — $2^4 = 16$, multiplica por 16 c) **F** — o pico passa para comprimentos de onda *mais curtos* d) **V** — σ é a constante do corpo negro; num corpo real entra $\varepsilon \leq 1$.

2. a) $P = \sigma T^4 = 5{,}67\times10^{-8} \times 300^4 = 5{,}67\times10^{-8} \times 8{,}1\times10^{9} =$ **459 W/m²** b) $5{,}67\times10^{-8} \times 600^4 =$ **7348 W/m²** c) razão = $2^4 =$ **16** ✓.

3. a) $\lambda_{máx} = 2{,}90\times10^{-3}/5800 =$ **500 nm** → luz **visível** (verde–amarelo) b) $2{,}90\times10^{-3}/300 = 9{,}7\times10^{-6} m =$ **9,7 µm** → **infravermelhos** c) $T = 400 + 273 = 673\ K$ → $\lambda_{máx} =$ **4,3 µm** → infravermelhos.

4. a) $T = b/\lambda = 2{,}90\times10^{-3}/4{,}0\times10^{-7} =$ **7250 K** b) $T = 2{,}90\times10^{-3}/7{,}0\times10^{-7} =$ **4140 K** c) a de **400 nm** — menor comprimento de onda do pico significa temperatura mais alta.

5. $\lambda_{máx}$ = **9,7 µm** (infravermelhos) · **3,3 µm** (infravermelhos) · **1,9 µm** (infravermelhos próximos) · **500 nm** (visível). (modelo) O forno a 200 °C emite, mas quase todo o pico está longe do visível: os olhos não o veem. Já a 600 °C o espetro começa a invadir os 700 nm e aparece o *brilho vermelho* — é o chamado corpo radente.

6. (modelo) A radiação vem da agitação térmica de átomos e moléculas, que têm muitos níveis e muitas formas de libertar energia; cada colisão e cada transição pode dar um fóton de energia ligeiramente diferente. Como as energias se distribuem continuamente, os fótons cobrem um intervalo contínuo de frequências e o espetro é uma **curva larga**, com um pico — ao contrário de um gás quente isolado, onde só existem alguns níveis atómicos e por isso só há algumas linhas.

7. a) emite **70%** do que emitiria um corpo negro à mesma temperatura b) o **preto** (maior ε) c) o corpo mais emissivo também é mais absorvente, e atinge um equilíbrio a temperatura ligeiramente mais baixa — por isso as casas pintadas de claro refletem mais calor.

8. a) **lei de Wien** (lê a temperatura pela posição do pico) b) **Stefan-Boltzmann** (maximizar a potência emitida/absorvida) c) **lei de Wien** (comparar o espetro solar com modelos) d) **Stefan-Boltzmann** (reduzir ε na face interna para conter a radiação).

9. a) porque, ao mesmo tempo, **absorve** do ambiente exatamente a potência que emite — a temperatura não muda b) em equilíbrio, $P_{emitida} = P_{absorvida}$ e a temperatura fica constante; só quando a emissão supera a absorção o corpo arrefece.

10. a) $P = 0{,}9 \times 5{,}67\times10^{-8} \times 1{,}0 \times 300^4 =$ **413 W** b) $T^4 = 1500^4 = 5{,}06\times10^{12}$ → $P =$ **2,59 × 10⁵ W** c) fator de potência ≈ **627**, enquanto a temperatura só multiplica por **5** — é a potência da quarta potência.

11. a) com áreas iguais, as temperaturas têm de ser **iguais** b) se o segundo tem o dobro da área, pode estar a temperatura $T' = T / 2^{1/4} \approx 0{,}84\ T$ e emitir o mesmo — metade da área compensa-se com mais temperatura.

12. (modelo) À temperatura ambiente, T^4 é grande em unidades absolutas, mas a constante σ é minúscula, e o resultado fica alguns centenas de watts por metro quadrado — comparáveis às outras trocas térmicas e por isso irrelevantes. Quando a temperatura dobra ou triplica, T^4 multiplica por 16 ou 81, e a radiação passa a dominar todos os outros mecanismos, ao ponto de se tornar o principal meio de arrefecer um reator ou de aquecer um forno. A lei de Wien dá, em contrapartida, um método de **medir sem tocar**: basta encontrar o pico do espetro — por espectrofotometria ou por câmara infravermelha — e dividir b por esse comprimento de onda para obter a temperatura, sem nenhum sensor em contacto com o corpo.

© 2026 Estudantices