

Schwarzer Körper

Nach dem Gesetz von Stefan und Boltzmann strahlt die Oberfläche eines ideal schwarzen Körpers der absoluten Temperatur T einen Wärmestrom der Dichte $q = \sigma \cdot T^4$ ab, wobei die Stefan-Boltzmann-Konstante σ mit der Boltzmann-Konstanten $k = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, der Planck-Konstanten $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ und der Lichtgeschwindigkeit c_0 gemäß

$$\sigma = \frac{2\pi^5}{15} \cdot \frac{k^4}{h^3 c_0^2}$$

zusammenhängt. Leiten Sie daraus auf formal korrekter Art eine Zahlenwertgleichung ab, in die Zahlenwerte der Temperatur in Bezug auf die Celsius-Skala einzusetzen sind und die Zahlenwerte der Wärmestromdichte in Bezug auf die Einheit W/cm^2 liefert.

Atomares Einheitensystem

Für Berechnungen in der Atom- und Molekularphysik werden anstelle der SI-Basiseinheiten Meter, Sekunde und Kilogramm manchmal als Basiseinheiten für die Länge, die Zeit und die Masse

$$\text{der Bohr-Radius} \quad 1 a_0 = \frac{\hbar}{m_e c_0 \alpha},$$

$$\text{die „Atomsekunde“} \quad 1 s^* = \frac{\hbar}{m_e c_0^2 \alpha^2}$$

$$\text{und die Elektronenmasse} \quad 1 m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

verwendet, wobei $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, $h = 6,6262 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ (Planck-Konstante), $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c_0}$ (Feinstrukturkonstante) bedeuten.

- (i) Drücken Sie die Längeneinheit $1 a_0$ und die Zeiteinheit $1 s^*$ durch SI-Basiseinheiten aus.
- (ii) Geben Sie die kohärente Einheit für die Energie in diesem atomaren Einheitensystem an.

Loschmidt-Konstante

Die Loschmidt-Konstante n_0 lässt sich durch $n_0 = \frac{p_0}{k \cdot T_0}$ definieren, wobei $k = 1,3807 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ die Boltzmann-Konstante und $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ den Normaldruck bzw. $T_0 = 273,15 \text{ K}$ die Normaltemperatur bezeichnen.

- (i) Wie ist n_0 im Zusammenhang mit der Zustandsgleichung $p \cdot V = N \cdot k \cdot T$ eines idealen Gases (Druck p , Volumen V , Teilchenzahl N , Temperatur T) zu interpretieren?
- (ii) Berechnen Sie n_0 .