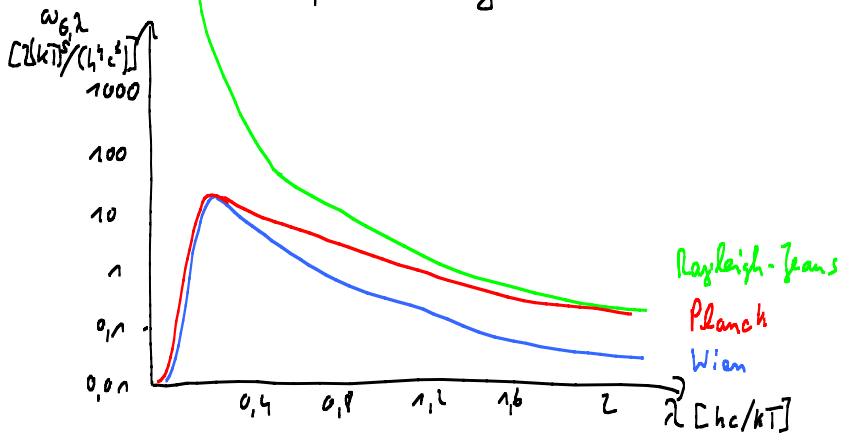


Zusatz Schwarzkörperstrahlung



Planckfunktion gibt an, wieviel Energie bei welcher Wellenlänge von einem Hohlraumstrahler emittiert/absorbiert wird.

Bsp. für schwarzen Strahler: Sonne

2.2 Schwarzkörperstrahlung

Max Planck 1900

$$B_{\nu}(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

$$\left[\frac{W}{m^2 \cdot Hz \cdot sr} \right]$$

Raumwinkel

h : Planckkonstante $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

c : Lichtgeschwindigkeit

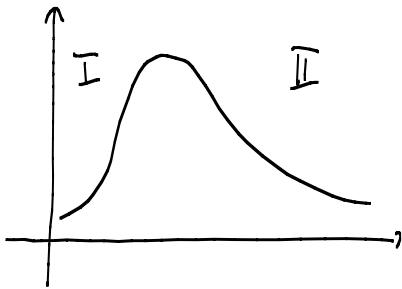
k : Boltzmann-Konstante

T : Temperatur

ν : Frequenz

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

$$\left[\frac{W}{m^2 \cdot m \cdot sr} \right]$$



II: Rayleigh-Jeans

$$h\nu \ll kT \quad \frac{hc}{\lambda} \ll kT$$

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2c kT}{\lambda^4} \sim \frac{1}{\lambda^4}$$

I: Wien

$$h\nu \gg kT \quad \frac{hc}{\lambda} \gg kT$$

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{hc}{\lambda kT}}$$

Verschiebungsgesetz

$$\text{Max: } \frac{\delta B_{\lambda}(T)}{\delta T} = 0$$

$$\rightarrow \lambda_{\text{max}} \cdot T: \text{const} = 2898 \mu\text{m K}$$

T [K]	λ_{\max} [μm]	Objekt
2,7	1 mm	Hintergrundstrahlung (kosmisch)
30	100 μm	warme Molekülwolken
300	10 μm	Erdoberfläche
5500	500 nm	Sonne

Stephan-Boltzmann-Gesetz

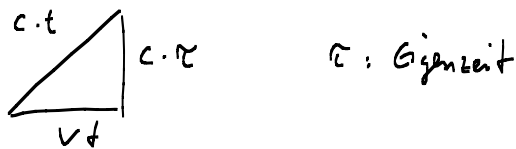
$$\int_{\text{Halbsphäre}} \int_0^{\infty} B_{\nu}(T) d\nu d\Omega = \dots = \frac{\sigma}{\pi} T^4 \pi = \sigma T^4$$

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$

Bedeutung der Planck-Formel

- Jedes (oszillierende) System ist quantisiert
- makroskopisches Pendel ($l: 1\text{m}$) $\frac{\Delta E}{E} \sim 10^{-32}$
- $\Delta E_{\min} = h\nu \rightarrow n \cdot h\nu$ ($n \in \mathbb{N}$)

Spezielle Relativitätstheorie



$$c^2 t^2 = v^2 t^2 + c^2 \tau^2 \rightarrow t = \frac{\tau}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Zwillingsparadoxon

a) System George: $t_G = \frac{196 \text{ J}}{0,9948/c} = 20 \text{ J}$

Hellens Rückkehr: George = 45 J. alt

b) System Hellen: $t_H = \text{Eigenzeit} \sqrt{1 - \beta^2} t_G$

Hellens Rückkehr: Hellen = 31,25 J. alt

c) aus Hellen Sicht umgekehrt \Leftarrow

Spezielle Rel. nicht anwendbar, da Hellen's Sys. kein Inertialsystem.