

Das Licht von der Sonne

Warum hat die Sonne ein kontinuierliches
Spektrum?

Zwei Sorten von Lichtquellen

1. Temperaturstrahler (Glühlichtquellen):

- Glühlampe, Kerzenflamme
- kontinuierliche Spektren, abhängig von der Temperatur
- Thermodynamik

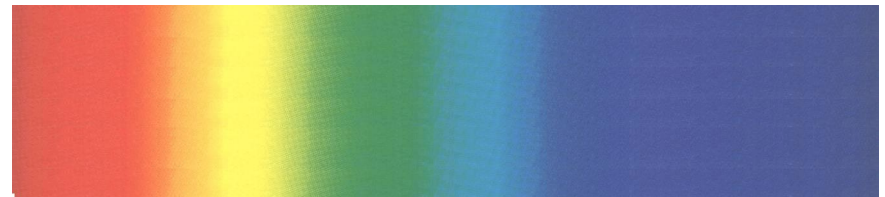
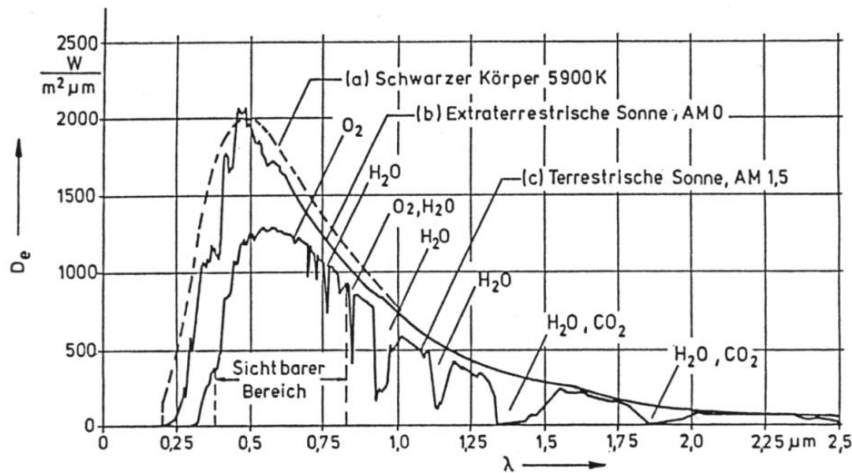
2. Photonenemission bei atomaren Übergängen

- heiße Gase, Spektrallampen, Laser, farbige Flammen
- Linienspektren, Frequenzen folgen aus Energiedifferenzen
- Atomphysik

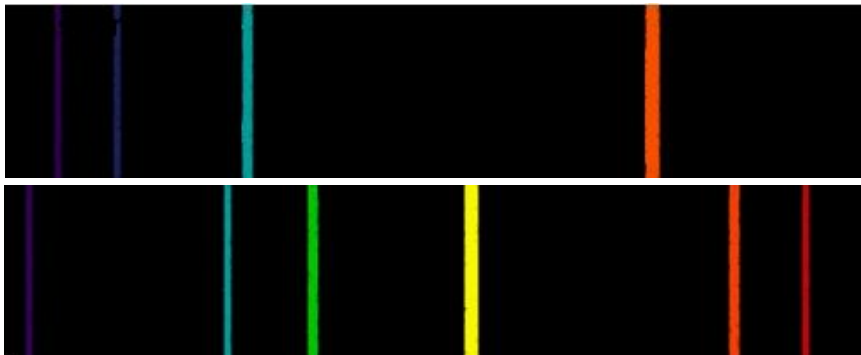
Und die Sonne?

Was ist die Sonne?

– annähernd schwarzer Strahler (≈ 6000 K):



– heißes Wasserstoff- und Heliumgas:



Wasserstoff

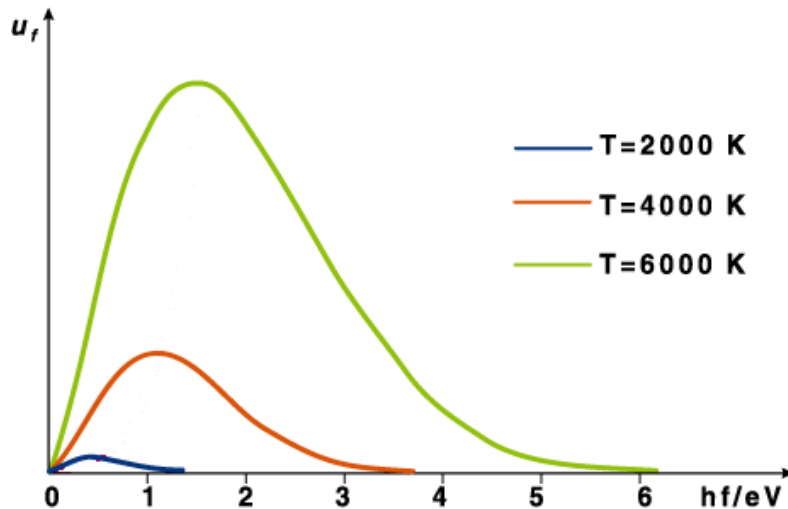
Helium

Temperaturstrahler

Plancksches Strahlungsgesetz (schwarzer Strahler):

$$dj_E = \frac{2\pi h}{c^2} \cdot \frac{f^3}{e^{hf/kT} - 1} df$$

Energiestromdichte dj_E im
Frequenzintervall df



Kirchhoffsches Gesetz: $e(f) = a(f)$

(Emissionsgrad und Absorptionsgrad sind für jede Frequenz gleich)

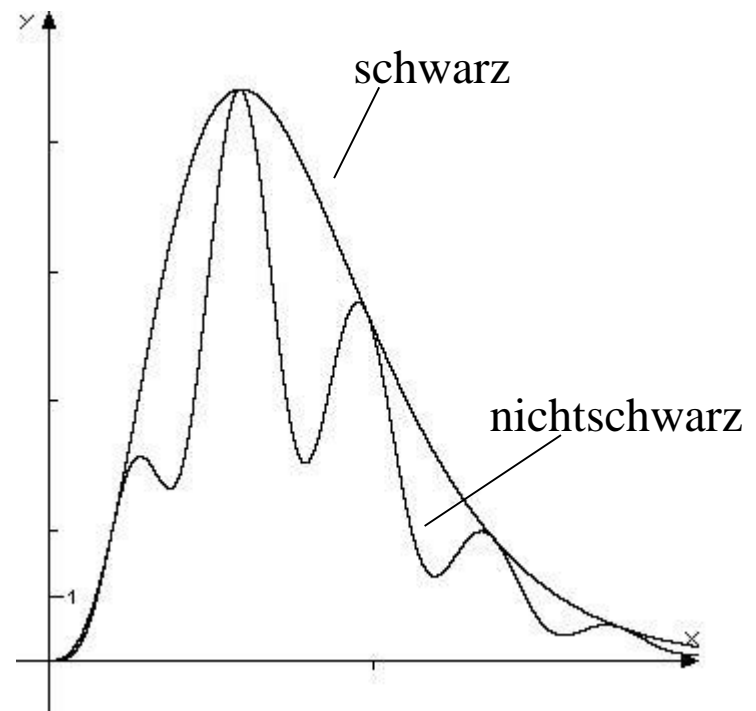
schwarzer Strahler: $e(f) = a(f) = 1$

Temperaturstrahler

Plancksches Strahlungsgesetz:

$$dj_E = e(f) \cdot \frac{2\pi h}{c^2} \cdot \frac{f^3}{e^{hf/kT} - 1} df$$

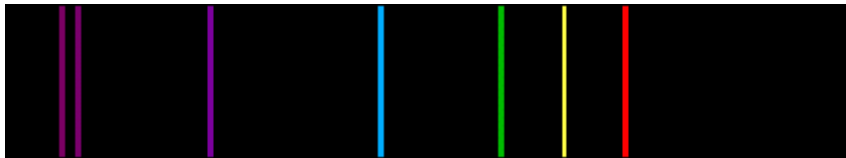
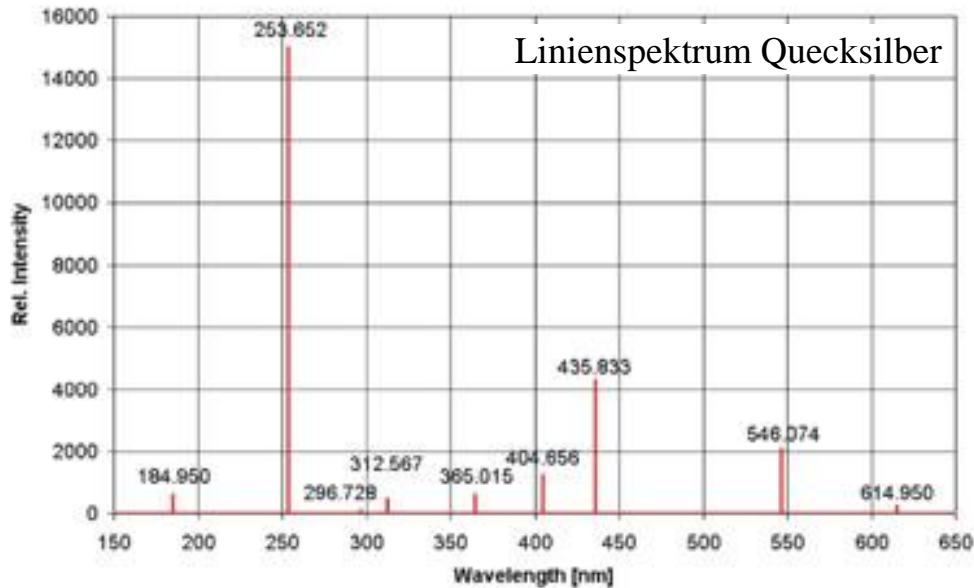
Bei einem kontinuierlichen Spektrum muss ein Körper Photonen *jeder* Frequenz emittieren (und absorbieren) können!



Beispiel: viele (nicht alle!) Feststoffe

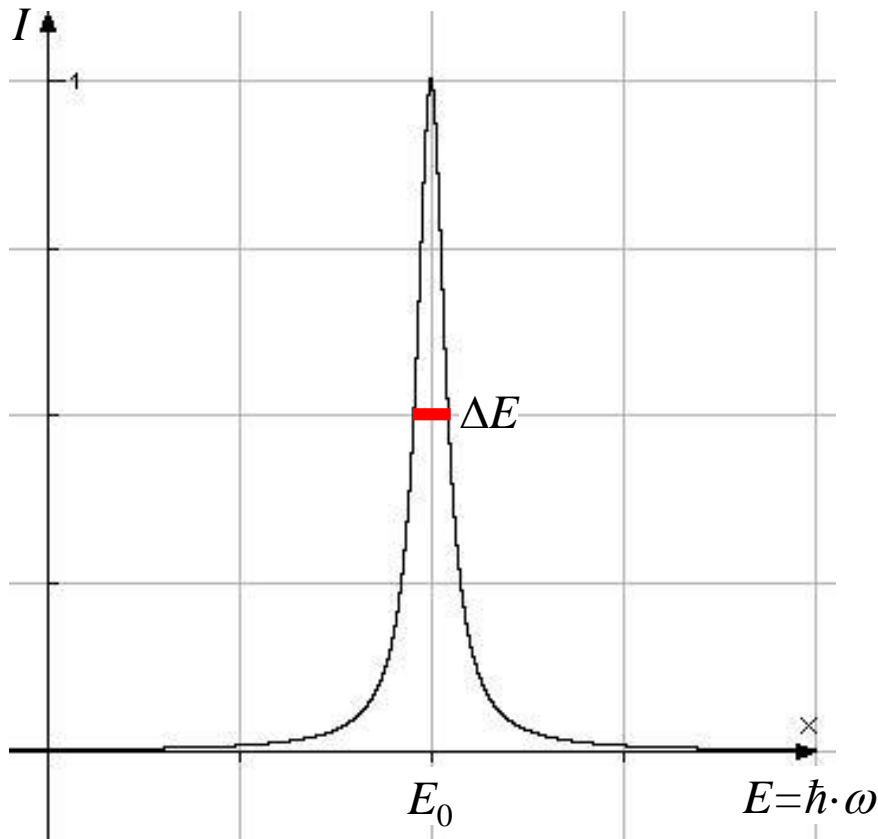
Lichtemission bei atomaren Übergängen

Übergang aus einem angeregten in einen energetisch tieferen Zustand



Lichtemission bei atomaren Übergängen

$$\text{Linienform: } I(E) = I(E_0) \cdot \frac{(\Delta E / 2)^2}{(E - E_0)^2 + (\Delta E / 2)^2}$$



ΔE : natürliche Linienbreite

Δt : mittlere Lebensdauer,
bei Elektronen $\approx 10^{-8}\text{s}$

$$\Delta E \cdot \Delta t = \hbar$$

Lichtemission von der Sonne

kleiner Würfel Sonnenmaterie aus der Photosphäre:

- praktisch völlig durchsichtig (keine Absorption und Emission)

zunehmende Schichtdicke:

- Absorptions- und Emissionsgrad nehmen langsam zu
- Linienspektrum wie bei einer Wasserstoff-Helium-Spektrallampe

Schichtdicke einige 100 km:

- Absorptions- und Emissionsgrad hat für alle Frequenzen 1 erreicht (wegen Linienbreite, freien Elektronen, Spuren anderer Elemente)
- völlig undurchsichtig und Emission wie schwarzer Strahler

⇒ Sonnenlicht kommt aus einigen 100 km Tiefe (Emissionshöhe),
Bereich darüber verursacht Fraunhofer-Linien durch Absorption