

Am Ende des 19. Jahrhunderts befassten sich Physiker intensiv mit der Natur elektromagnetischer Strahlung, die Errungenschaften der drahtlosen Kommunikation gehen z.B. auf diese Arbeiten zurück (Hertz). Planck, Boltzmann und Wien untersuchten dabei auch die thermische Strahlung, die von Körpern abgegeben und aufgenommen wird.

Überlege: Weshalb verwendet man in diesem Zusammenhang den Begriff schwarz? Findest Du die gute Absorption von schwarzen Körpern im Alltag wieder?

3.3 Die Strahlungsgesetze

Wärmestrahlung, Emission

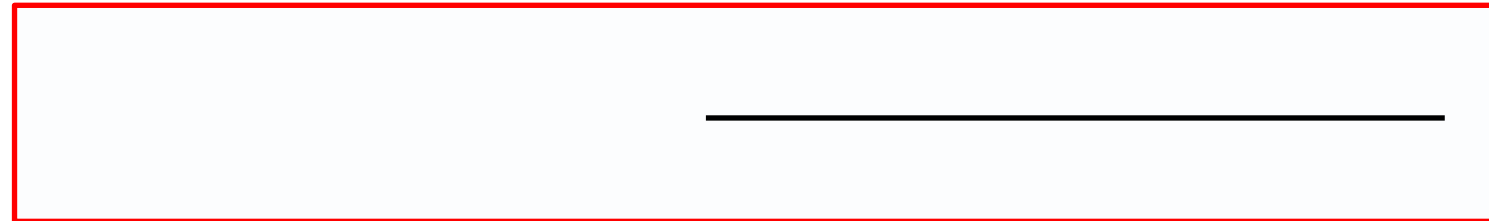
Jeder Körper **gibt** aufgrund seiner Temperatur und Oberflächenstruktur **Energie** in Form von elektromagnetischer Strahlung an seine Umgebung **ab**. Abhängig von der Frequenz klassifizieren wir diese Strahlung in infrarot, sichtbar, ultraviolett, ...

Bsp.:

Wärmestrahlung, Absorption

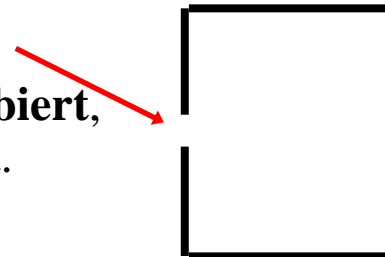
Jeder Körper **nimmt** aufgrund seiner Temperatur und Oberflächenstruktur **Energie** in Form von elektromagnetischer Strahlung aus seiner Umgebung **auf**. (infrarot, sichtbar, ultraviolett, . . .)

Absorptionsvermögen:



"Schwarzer Körper"

Ein Körper, der einfallende Strahlung **vollständig absorbiert**, wird in diesem Zusammenhang als "schwarz" bezeichnet. Experimentell realisiert man das als Hohlraum mit Loch.



Stefan und Boltzmann entdeckten experimentell einen Zusammenhang für die Leistung, mit der Körper strahlen. Von welchen Größen könnte diese Strahlungsleistung abhängen?

Aus der Formel ergibt sich auch die merkwürdige Aussage, dass selbst sehr kalte Körper (z.B. $1\text{ K} = -272\text{ °C}$) bereits Wärmestrahlung abgeben. In einer warmen Umgebung nehmen die aber deutlich mehr auf.

***Berechne die Oberflächentemperatur der Sonne!**
Verwende hierzu die Strahlungsleistung der Sonne, die wir in der vergangenen Stunde aus Messdaten bestimmt haben.*

Stefan-Boltzmann-Gesetz für Abstrahlung (bei schwarzen Körpern)

Die Strahlungsleistung eines Körpers ist proportional zu seiner
..... und zur
.....

mit $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ (Stefan-Boltzmann-Konstante)
Beachte: L ist unabhängig von der Umgebungstemperatur

Oberflächentemperatur der Sonne:

Höhere Temperaturen führen dazu, dass sich der Schwerpunkt der spektralen Verteilung zu kleineren Wellenlängen verlagert. Diese korrespondieren mit höheren Photonenenergien, was ja Sinn macht. Überlege, warum bei höheren Temperaturen die Fläche unter den Funktionsgraphen größer werden.

Das Intensitätsmaximum der Sonnenstrahlung, die wir auf der Erde empfangen, liegt bei $\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$ (gelb). Berechne daraus die Oberflächentemperatur der Sonne.

Wien'sches Verschiebungsgesetz

Jeder Körper sendet Strahlung fast im gesamten elektromagnetischen Spektrum unterschiedlicher Wellenlängen aus. Deren Auftreten ist nicht gleichmäßig verteilt, sondern folgt einer spezifischen Verteilung (siehe Graphik). Dabei ist die

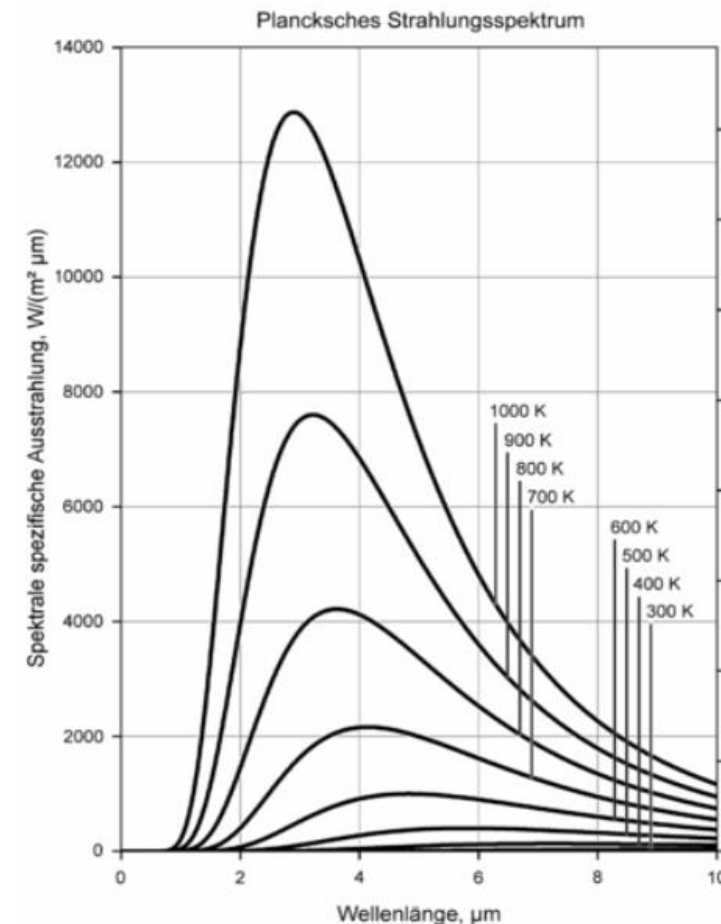
.....

 charakteristisch für die Temperatur.



$$b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

Oberflächentemperatur der Sonne:



Einfluss der Atmosphäre auf das beobachtbare Spektrum

Das Spektrum unserer Sonne folgt ziemlich gut der Theorie vom schwarzen Strahler (siehe unten). Die spektrale Verteilung hat ihren Schwerpunkt im sichtbaren Bereich. Teile der UV- und Infrarot-Bereiche sind auf der Erde nicht beobachtbar.

a) Warum stimmen die Spektren außerhalb und auf der Erde nicht überein?

b) Welchen Einfluss hat das terrestrische Spektrum auf die Evolution der Lebewesen.

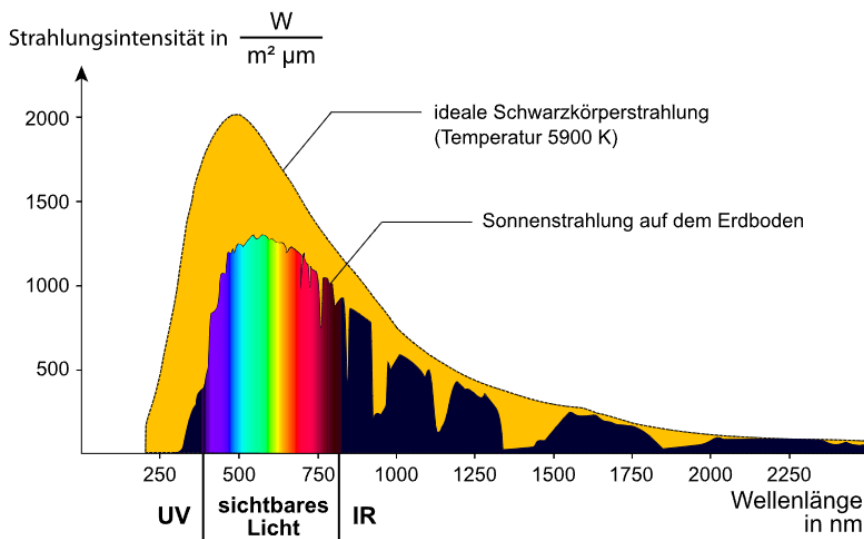


Abb. aus leifiphysik.de, By The original uploader was Degreen at German WikipediaImproved Baba66 (opt Perhelion) on request; [CC BY-SA 2.0 de], via Wikimedia Commons, Änderungen von Stefan Richtberg

Selbst-Check:

- Emission und Absorption
- Stefan-Boltzmann-Gesetz
- Wien'sches Verschiebungsgesetz

Aufgabe:

Um das Wien'sche Verschiebungsgesetz geht's in der Abituraufgabe „Strahlung“ von 2005. Suchbegriff auf Leifiphysik: „strahlung 2005“.