

Entstehung des Lichts



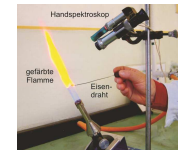
Lumineszenz

Temperaturstrahlung



1

Lumineszenz



- Absorption der äußeren Energie
- Anregung
- Abstrahlung der Energie in Form von Licht

2

Strahlung: Energie wird transportiert (Energiestrahlung)

Energie, E

$[E] = \text{J (Joule)}$

Energiestrom = **Leistung**

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$[P] = \text{W (Watt)}$

ΔE : die transportierte Energie während der Zeitspanne Δt

Energiestromdichte = Leistungsdichte = **Intensität**

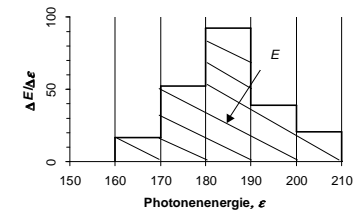
$[J] = \text{W/m}^2$

$$J = \frac{P}{A} = \frac{1}{A} \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

A : die Fläche (senkrecht zur Richtung der Strahlung)

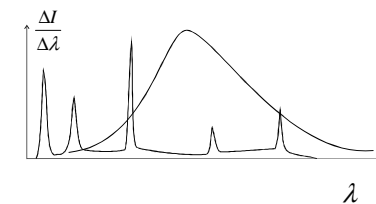
Emissionsspektrum:

wie verteilt sich die emittierte Energie über die Photonenenergien

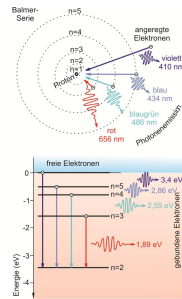


charakteristische Größe der Energietransport: **Intensität** (manchmal die Leistung)

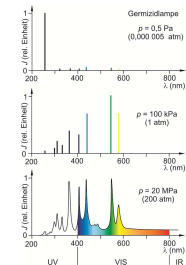
Benützung der **Wellenlänge** ist bequemer als die Photonenenergie



Anregung der Atome



Lichtemission

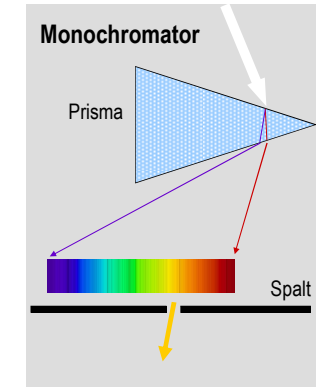


5

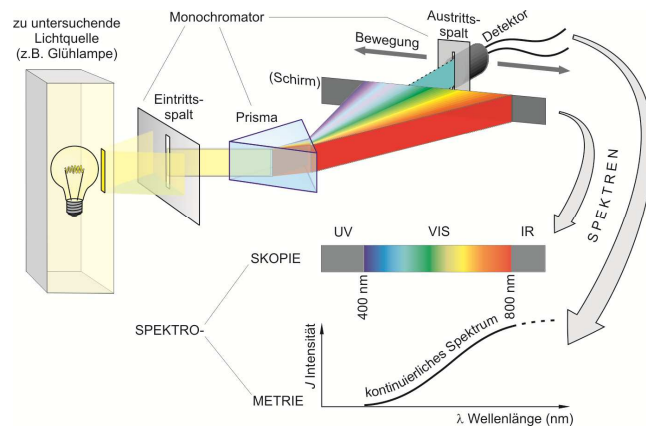
Anwendung der Dispersion Monochromator

Monochromatisches Licht:
einfarbiges Licht

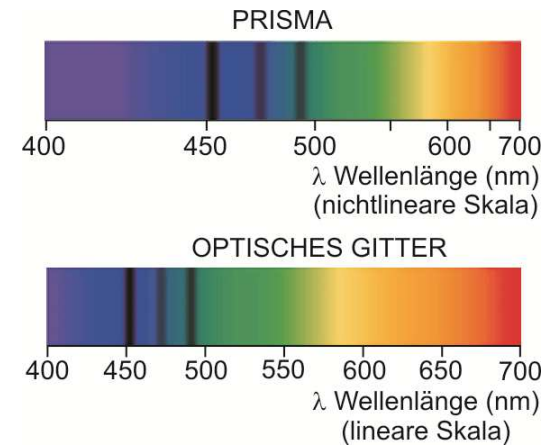
Anwendung:
Lichtanalyse
(Spektralanalyse)



6

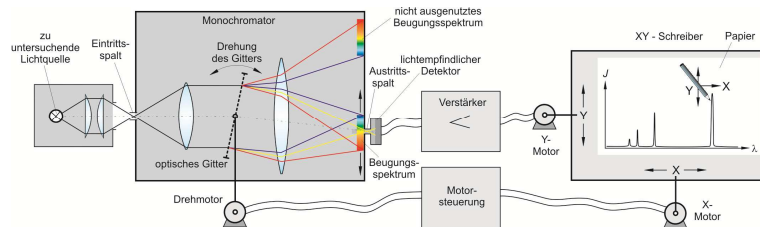


7



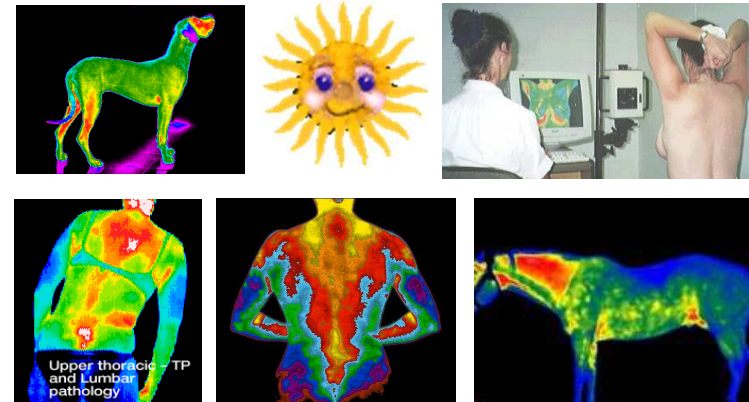
8

Prinzipieller Aufbau des Spektrometers und Aufzeichnung des Spektrums



9

Temperaturstrahlung



10

Entstehung der Temperaturstrahlung

Erfahrung: die Körper, die höhere Temperatur haben als ihre Umgebung emittieren Energie (Wärme):

Temperaturstrahlung hängt sehr stark von der T des Körpers ab.

Temperatur des Körpers hängt mit den Bewegungen der Teilchen in dem Körper zusammen.

z.B.
Gastheorie $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$



Die Temperaturstrahlung entsteht auf Kosten der Bewegungsenergie der Teilchen im Körper.



Eigenschaften der Temperaturstrahlung

- Jeder Körper, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt, sendet Temperaturstrahlung aus
- Temperaturstrahlung ist elektromagnetische Strahlung (infrarotes Licht, sichtbares Licht, UV, Röntgen, ...)
- Sie hängt von der T , Eigenschaften (Materie, Farbe, Oberfläche, ...) des Körpers ab.

Strahlungsgleichgewicht: emittierte und absorbierte Leistungen müssen im thermischen Gleichgewicht gleich sein.

12

Größen zur Beschreibung der Temperaturstrahlung:

Spezifische Ausstrahlung (M):

$$M = \frac{\Delta P}{\Delta A}, \quad [M] = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Spektrale spezifische Ausstrahlung (M_λ):

$$M_\lambda = \frac{\Delta M}{\Delta \lambda}, \quad [M_\lambda] = \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{nm}}$$

Absorptionsgrad (α):

$$\alpha = \frac{\text{absorbierte Energie}}{\text{einfallende Energie}}$$

M_λ und α hängen von λ , T , Farbe des Körpers, ... ab

13



Die dunkle Farben absorbieren mehrere Strahlungsenergie als die helle (Kirchhoff!). Die Strahlenschädigung nach der Atombombenexplosion ist grösser unter den dunklen Teile des Kimonos.

15

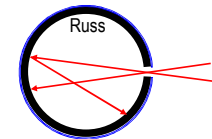
Kirchhoffsches Strahlungsgesetz:

$$\frac{M_{\lambda,1}}{\alpha_1} = \frac{M_{\lambda,2}}{\alpha_2} = \frac{M_{\lambda,3}}{\alpha_3} = \dots$$

konstant für verschiedene Körper bei gegebener T und λ

Absolut schwarzer Körper:

Ein hypothetischer idealisierter Körper, der jegliche auf ihn treffende elektromagnetische Strahlung bei jeder Frequenz vollständig absorbiert.



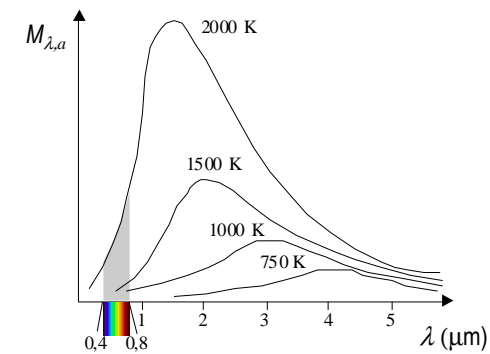
Hohlraumstrahlung

Absolut schwarzer Körper als Strahlungsreferenz: $\alpha = 1$

$$\frac{M_\lambda}{\alpha} = \frac{M_{\lambda,a}}{1} = M_{\lambda,a}$$

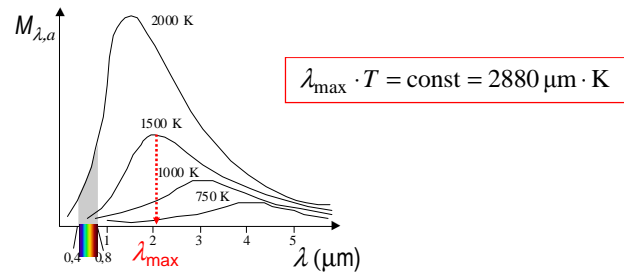
14

Spektrum des absolut schwarzen Körpers



16

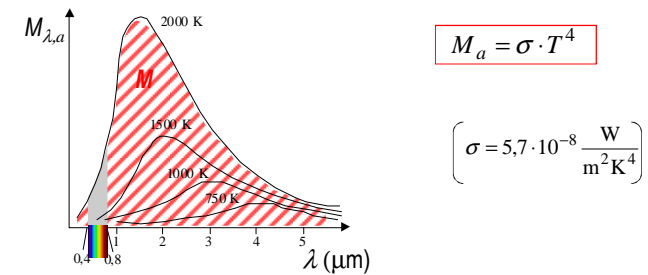
Wiensches Verschiebungsgesetz



Verschiebung des Maximums mit der Temperatur

17

Stefan-Boltzmannsches Gesetz

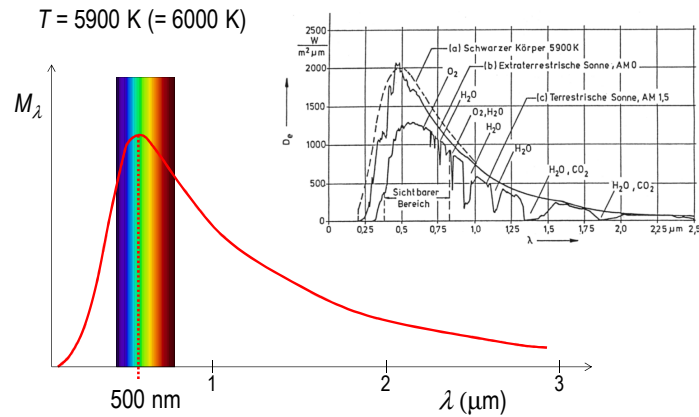


hohe spezifische Ausstrahlung bei hohen Temperaturen

18

z. B. Das Spektrum der **Sonne**:

$T = 5900 \text{ K} (= 6000 \text{ K})$

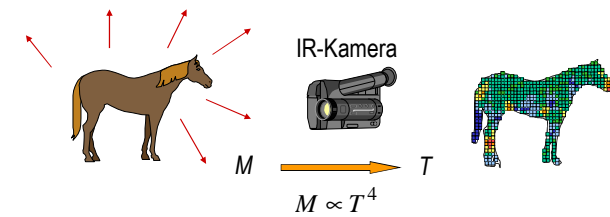


19

Anwendungen 1: IR Diagnostik (Telethermographie)

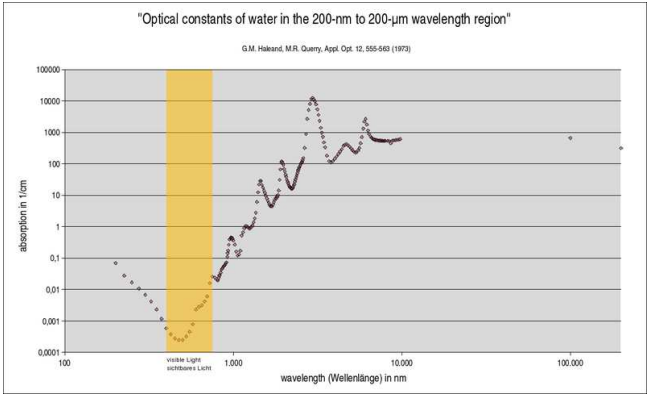
$T \approx 301 \text{ K} \rightarrow \lambda_{\max} \approx 10 \mu\text{m}$ IR-Strahlung

Ist der tierliche Körper absolut schwarz? In diesem Bereich: Ja! (s. Absorptionsspektrum des Wassers)

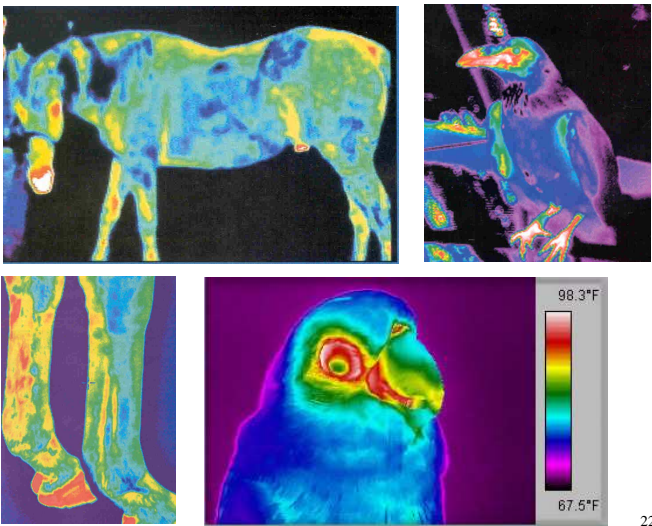


20

Absorptionsspektrum des Wassers im Bereich von 200 nm bis 0.1 mm

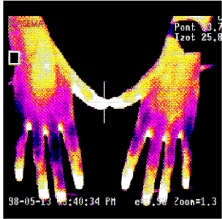
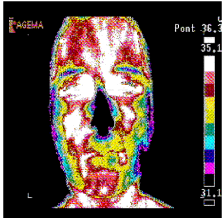


21



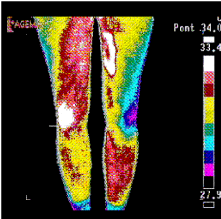
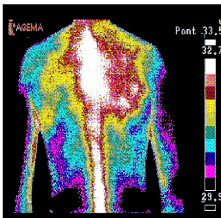
22

Gesichtshöhlenentzündung



Gelenkentzündung

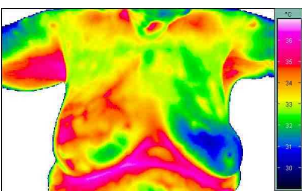
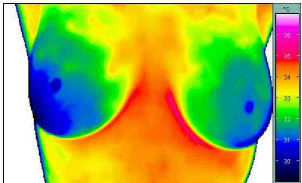
Muskelzerrung



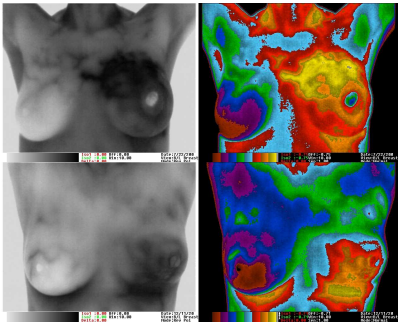
Chondrolyse und Thrombose

23

gesund



Brustkrebs



24



IR-Thermographie

Messbereich: 8-10 μm
 Präzision: 0.1 C
 Auflösungsgrenze: 1 mm²
 (Abstand: 40 cm)
 Abtastungszeit: 4 s



Mikrowellenthermographie,
 Mammathermographie
 (Tumor-Diagnostik)

Vorteil: Körpergewebe ist
 durchlässig für Mikrowellen.

Nachteil: Intensität im
 Mikrowellenbereich ist
 vielmal kleiner als im IR.

Anwendungen 3: Wärmetherapie (IR-Lampen)



Glühlampen
 $T = 2000-3000 \text{ K}$



Anwendungen 2: Wärmehaushalt

Stoffwechselprozesse \Rightarrow Wärme }
 konstante Körpertemperatur } \longrightarrow Wärmeabgabe

Wärmestrahlung:



$$M = \sigma \cdot T^4$$

Resultierende Energieabgabe (ΔE):

$$\Delta E = \sigma \cdot (T^4 - T_{\text{Umgebung}}^4) \cdot A \cdot t$$

$$M_{\text{Umgebung}} = \sigma \cdot T_{\text{Umgebung}}^4$$

Hat ein Körper höhere Temperatur als seine
 Umgebung, so strahlt er mehr als er aus der
 Umgebung absorbiert.

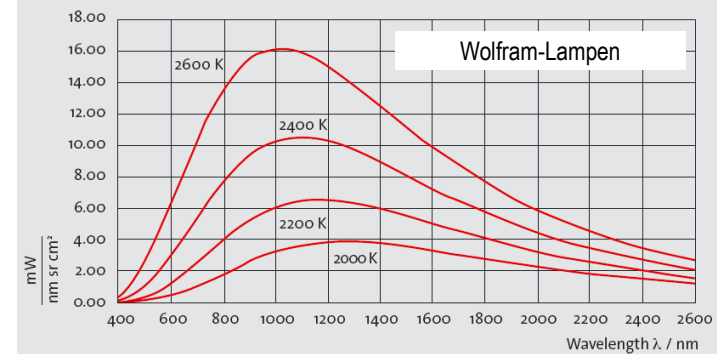
+ Transpiration
 (+ Wärmeleitung)

26

höhere Temperaturen:
 Tageslichtlampe

niedrigere Temperaturen:
 IR-Lampen

Tungsten Emission for Four Different True Temperatures



28

Weitere Anwendungen

Bestimmung von
Oberflächentemperaturen

