

## Versuch 1.7

### STEFAN-BOLTZMANN Gesetz

#### A. Aufgabenstellung

Die Temperatur des Glühfadens einer Lampe wird mit einem Pyrometer gemessen. Wenn die Leistung, die der Lampe zugeführt wird, bekannt ist, lässt sich das STEFAN-BOLTZMANN Gesetz kontrollieren. Man leite dieses und die Strahlungsgesetze von RAYLEIGH-JEANS, WIEN und PLANCK theoretisch ab. Ferner berechne man die Größe der strahlenden Fläche.



#### B. Anleitung zur Theorie

Zur Herleitung der Strahlungsgesetze benötigt man die Anzahl der strahlenden Oszillatoren (Freiheitsgrade) in einem Frequenzintervall. Darüberhinaus wird diese Zahl verdoppelt, wegen der zwei möglichen Polarisationsrichtungen. Der Unterschied zwischen dem klassischen und dem quantenmechanischen Gesetz verdeutlicht sich erst bei der Frage nach der mittleren Energie eines Oszillators, die im quantenmechanischen Fall durch eine statistische Rechnung geklärt wird.

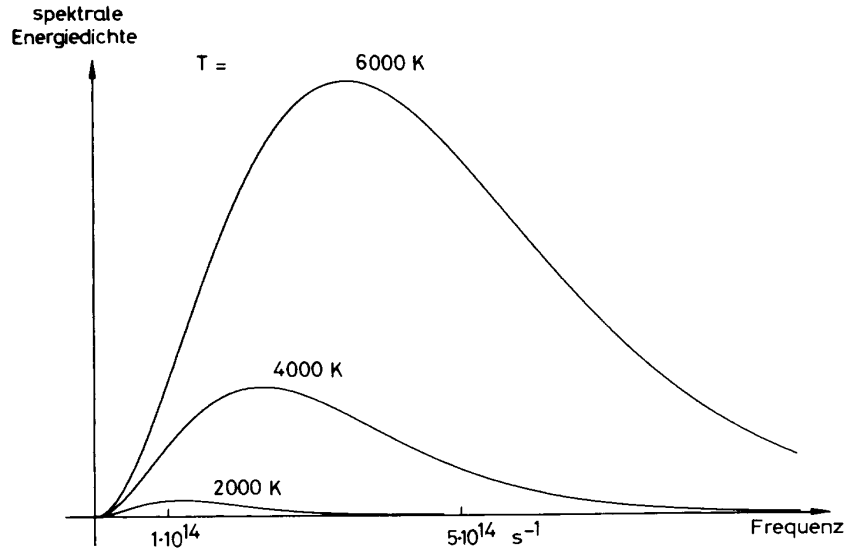


Fig. 1: PLANCK'sches Strahlungsgesetz; spektrale Energiedichte über Frequenz bei verschiedenen Temperaturen als Parameter.

Daneben ist es möglich das PLANCK'sche Strahlungsgesetz nach EINSTEIN durch Überlegungen über Absorption und spontane bzw. induzierte Emission unter Zuhilfenahme der BOLTZMANN-Statistik zu begründen.

Sowohl das WIEN'sche Strahlungsgesetz; wie jenes von RAYLEIGH-JEANS ist als Grenzfall im quantenmechanischen, allgemeingültigen Gesetz beinhaltet, wodurch letzteres dem Korrespondenzprinzip Rechnung trägt. Daneben kann aus dem PLANCK'schen Gesetz das WIEN'sche Verschiebungsgesetz und das STEFAN-BOLTZMANN Gesetz hergeleitet werden. Die Größe der dabei auftretenden Konstanten ist davon abhängig, ob man Energiedichten oder Energiestromdichten bzw. Intensitäten betrachtet, deren Zusammenhang begründet wird.

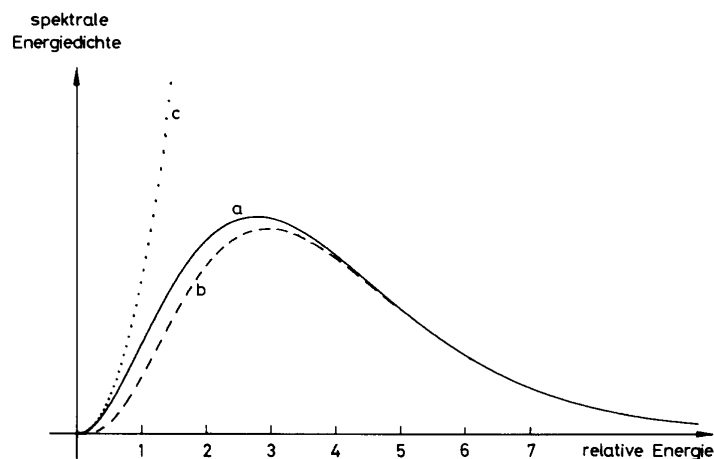


Fig. 2: Spektrale Energiedichte über relative Energie  $h\nu/kT$ ; a) PLANCK'sches Gesetz, b) WIEN'sches Gesetz, c) RAYLEIGH-JEAN'sches Gesetz.

Bei der Pyrometrie ist die schwarze Temperatur von der Farbtemperatur zu unterscheiden. Die Abweichung zwischen wahrer und schwarzer Temperatur kann mit dem KIRCHOFF'schen Gesetz begründet und qualitativ angegeben werden. Die Messung der Farbtemperatur erweist

sich insbesondere bei grauen Strahlern als genauer, was ebenfalls durch das KIRCHOFF'sche Gesetz zu verstehen ist.

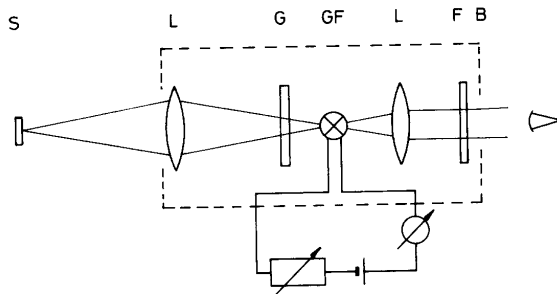


Fig. 3: Glühfadenpyrometer.; S: Strahler, L: Linse, G: Graufilter, GF: Glühfaden, F: Rotfilter, B: Blende.

### C. Anleitung und Durchführung

Man bemühe sich um eine gute optische Abbildung der Glühfäden aufeinander.

### D. Geräte

- 1 Strahlungspyrometer (Pyropto)
- 1 Lampe mit Fuß
- 1 Trafo (220 V; 0,4, 6, 12 V)
- 2 Vielfachmessinstrumente
- 2 Widerstände
- 1 optische Bank
- 1 Netzgerät für das Pyropto

### E. Literatur

- R.W. POHL, *Optik und Atomphysik*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1973
- F. KOHLRAUSCH, *Praktische Physik*, B.G. Teubner, Stuttgart, 1985
- M. BÖHM, A. SCHARMANN, *Höhere Experimentalphysik*, VCH, Weinheim, 1992
- Lehrbücher der statistischen Thermodynamik