Auswertung

Wärmestrahlung

Carsten Röttele Stefan Schierle

Versuchsdatum: 15. 05. 2012

Inhaltsverzeichnis

1 Nachweis des Stefan-Boltzmann-Gesetzes **2**

1 Nachweis des Stefan-Boltzmann-Gesetzes

In diesem Versuch soll das Stefan-Boltzmann-Gesetz nachgewiesen werden. Besser gesagt, die Proportionalität von P zu T^4, die aus $P = \sigma \cdot A \cdot T^4$ resultiert. A ist dabei die abstrahlende Fläche des Strahlers und σ eine Konstante.
Zur Durchführung des Versuchs nutzten wir den bereits auf einer Schiene aufgebauten schwarzer Strahler, dessen Öffnung wurde durch eine Metallblende verdeckt, um die Temperaturmessung der Mollschen Thermosäule nicht zu verfälschen. Diese war zusätzlich zur Verminderung von Störeffekten hinter einer Lochblende angebracht.
Gemessen wurden die Spannungen des PtRh-Pt-Thermoelements im Strahler ($U_{Strahler}$) und die der Mollschen Thermosäule ($U_{Thermoelement}$). Die so gemessenen Spannungen ließen sich durch die gegebenen Umrechnungstabellen in die jeweilige Temperatur umrechnen.
Wir nahmen so die folgende Messreihe auf:

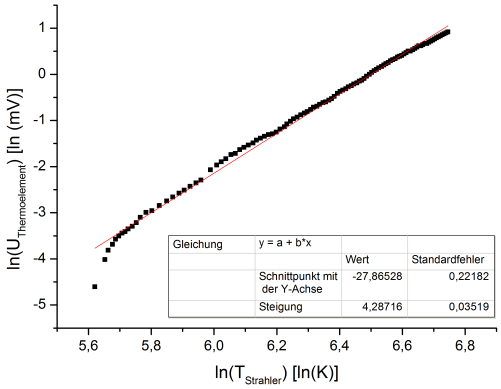
$U_{Thermoelement}$	$U_{Strahler}$	$T_{Strahler}$
[mV]	[mV]	[K]
0,010	0,018	276
0,018	0,063	285
0,022	0,085	288
0,025	0,107	292
0,028	0,125	295
0,030	0,145	298
0,032	0,160	301
0,033	0,180	304
0,035	0,200	307
0,037	0,220	311
0,040	0,250	315
0,045	0,275	319
0,050	0,310	325
0,052	0,350	331
0,058	0,400	339
0,064	0,460	347
0,070	0,510	354
0,076	0,560	361
0,081	0,600	367
0,088	0,650	374
0,095	0,700	381
0,101	0,750	387
0,126	0,840	399
0,140	0,900	407
0,150	0,950	413
0,160	1,000	419
0,175	1,050	426
0,180	1,100	432
0,195	1,150	438
0,205	1,200	444
0,215	1,250	450
0,225	1,310	457
0,240	1,350	462
0,250	1,400	468
0,260	1,450	474
0,270	1,500	480

$U_{Thermoelement}$	$U_{Strahler}$	$T_{Strahler}$
[mV]	[mV]	[K]
0,275	1,550	486
0,285	1,600	492
0,305	1,650	498
0,320	1,700	505
0,340	1,750	509
0,360	1,800	515
0,380	1,850	520
0,395	1,900	526
0,415	1,950	532
0,430	2,000	538
0,445	2,050	543
0,465	2,100	549
0,490	2,150	554
0,500	2,200	560
0,520	2,250	565
0,540	2,300	571
0,550	2,350	576
0,570	2,400	582
0,590	2,450	587
0,620	2,500	592
0,660	2,550	598
0,690	2,600	603
0,710	2,650	608
0,730	2,700	614
0,760	2,750	619
0,780	2,800	625
0,810	2,850	630
0,830	2,900	636
0,860	2,950	641
0,880	3,000	646
0,910	3,050	651
0,960	3,100	656
1,000	3,150	662
1,040	3,200	667
1,080	3,250	672

$U_{Thermoelement}$	$U_{Strahler}$	$T_{Strahler}$
[mV]	[mV]	[K]
1,110	3,300	677
1,150	3,350	682
1,180	3,400	688
1,220	3,450	693
1,260	3,500	698
1,290	3,550	703
1,340	3,600	708
1,370	3,650	713
1,400	3,700	719
1,450	3,750	724
1,480	3,800	729
1,500	3,850	734
1,550	3,900	739
1,600	3,950	744
1,650	4,000	749
1,650	4,050	754
1,700	4,100	760
1,750	4,150	765
1,800	4,200	770
1,850	4,250	775
1,850	4,300	780
1,900	4,350	785
1,950	4,400	790
1,950	4,450	795
2,000	4,500	800
2,050	4,550	805
2,100	4,600	810
2,150	4,650	815
2,200	4,700	820
2,250	4,750	825
2,300	4,800	830
2,350	4,850	835
2,400	4,900	840
2,450	4,950	845
2,500	5,000	850

Um nun das gesuchte P T^4 nachzuweisen bedienten wir uns des schon in der Vorbereitung angesprochenen Tricks, die Logarithmen der an der Mollschen Thermosäule gemessenen Werte über die

Logarithmen der Temperatur des Strahlers aufzutragen. Legt man nun eine Regressionsgerade durch die so erhaltenen Wertepaare, kann man anhand deren Steigung die Potenz von T bestimmen.



Wie nun unschwer aus den Werten der Ausgleichsgeraden zu erkennen ist, steigt diese mit dem Faktor $4,287$. Aufgrund der logarithmischen Achsenskalierung erhält man folgende Proportionalität:

$$\begin{aligned} U_{Thermoelement} &\propto T_{Strahler}^{4,287} \\ \Rightarrow P &\propto T^{4,287} \end{aligned}$$

Dies liegt noch nahe bei dem zu erreichendem Wert 4, jedoch muss man bei diesem Versuch mit einer gewissen Abweichung rechen, da die theoretischen Idealisierungen bei diesem Versuch nicht unbedingt gegeben sind.

Bei diesem Versuch ist mit einem nicht zu vernachlässigbarem systematischen Fehler zu rechnen, da erstens kein idealer schwarzer Strahler zum Einsatz kam. Ebenfalls wärmt sich die Metallblende, die die Thermosäule vor kontinuierlicher Erwärmung schützen soll, auch langsam auf. Eine gewisse Abweichung ist auch durch das Messen an sich gegeben, da bei die abzulesende Spannung der Mollschen Thermosäule kein konstanter Wert war und bei den letzten Messungen die Spannungsänderung von $U_{Thermoelement}$ auf der Skala des mV-Meters ungenau abzulesen war, da wegen der höheren Spannungen in einen Größeren Messbereich umgeschaltet werden musste. Auch zu beachten ist, dass bei der Umrechnung der gemessenen Spannungen zu Temperaturen teils grob gerundet wurde, was die Messung ebenfalls weiter verfälscht.
Der systematische Fehler fällt bei unserer Messung kaum ins Gewicht, da dieser durch die vielen Werte bei ca. 1% liegt.
Insgesamt lässt sich aber sagen, dass die gesuchte Proportionalität doch recht genau nachgewiesen wurde.