

Werner Braunbek

Wenn selbst Atome einfrieren

Physik der tiefsten Temperaturen



Kosmos • Gesellschaft der Naturfreunde
Franckh'sche Verlagshandlung • Stuttgart

WENN SELBST ATOME EINFRIEREN

<i>Was ist Wärme? Was ist Temperatur?</i>	9
Warm und kalt	9
Temperatur und Thermometer.	10
Temperatenausgleich.	10
Die Wärmeenergie.	11
Wärme — atomistisch betrachtet	13
Gasförmig — flüssig — fest.	14
Schmelzen und Sieden, Kondensieren und Gefrieren.	16
Thermodynamisches Gleichgewicht.	20
<i>Die Kunst, Temperaturen exakt zu messen.</i>	21
Das Quecksilberthermometer.	21
Andere Thermometerflüssigkeiten.	22
Rückgriff auf die Gase.	23
Der absolute Nullpunkt — und darunter nichts!.	25
Der absolute Nullpunkt — atomistisch betrachtet	27
Celsius- und Kelvingrade.	28
Andere Temperaturmeßverfahren.	30
Die thermodynamische Temperaturdefinition.	30
<i>Vordringen zu tiefen Temperaturen.</i>	32
Welche Bedeutung haben tiefe Temperaturen?.	32
Wie nimmt man Wärme weg?.	33
Expansion von Gasen.	34
Das Sieden verflüssigter Gase.	38
Die magnetische Kühlung.	39
Die Jagd nach dem absoluten Nullpunkt.	40

<i>Verflüssigte Gase</i>	42
Die sogenannten permanenten Gase.	42
Flüssiger Sauerstoff und Stickstoff, flüssige Luft	43
Arbeits- und Entspannungsmaschinen.	44
Flüssiger Wasserstoff.	46
Endlich wird auch Helium verflüssigt	47
Helium 3.	48
Praktische Anwendung verflüssigter Gase.	49
<i>Die magnetische Kühlung.</i>	51
Der magneto-kalorische Effekt	51
Wie weit reicht die magnetische Kühlung?.	52
Die praktische Durchführung	52
Kernkühlung.	55
<i>Eigenschaften der Stoffe bei tiefen Temperaturen.</i>	57
Die Bedeutung von Temperatureinflüssen.	57
Die thermische Bewegung in festen Stoffen.	58
Die innere Energie und die spezifische Wärme.	59
Wie die Freiheitsgrade der Atome einfrieren.	60
Festkörper bei schwacher thermischer Bewegung	61
Manche Geräte funktionieren nur bei tiefer Temperatur.	62
Tiefkühlung nutzt dem Laser.	63
<i>Etwas ganz Merkwürdiges: die Supraleitung.</i>	64
Wie wirkt die Temperatur auf den elektrischen Widerstand?	64
Die Entdeckung der Supraleitung	66
Ströme fließen ohne Stromquelle.	67
Supraleiter im Magnetfeld.	68

Verschiedene Typen von Supraleitern.	69
Wie erklärt sich die Supraleitung?.	70
Riesenmagnete durch Supraleitung.	73
Supraleitende Schalter und Verstärker.	74
Supraleiter in der Großtechnik?.	75
<i>Das superfluide Helium.</i>	77
Die Entdeckung des Heliums II.	77
Abnorm hohe Wärmeleitung, abnorm hohe Beweglichkeit.	78
Helium II fließt aus, ohne daß sein Behälter undicht ist.	79
Temperaturgefälle schafft Bewegung.	80
Wieder ist die Quantentheorie schuld.	82
Und wie steht es um das Helium 3 ?.	82
<i>Weiterführende Literatur.</i>	85
<i>Sachregister.</i>	86