

Was ist Supraleitung?

AUFGABEN

- ❶ Beschreiben Sie die wesentlichen Meilensteine bei der Entdeckung der Supraleitung.
- ❷ Welche Eigenschaften haben Supraleiter?
- ❸ Erläutern Sie das Prinzip des „eigenstabilen“ Schwebens.
- ❹ Welche Anwendungsmöglichkeiten gibt es für die Supraleitung? Begründen Sie ihre Vorschläge!

A1: AUF DEM WEG ZUM ABSOLUTEN NULLPUNKT

Im Sommer 1911 wurde in einem Labor im niederländischen Leiden ein kleines Metallröhrchen mit einer Füllung aus hochreinem Quecksilber auf eine Reise in die Region tiefster Temperaturen geschickt. Eigentlich bedeutet Reisen ja Bewegung, doch das Röhrchen befand sich in einem Isoliergefäß. Auf dem „Weg“ zum Kältepol würden deshalb sogar die allgegenwärtigen Wärmebewegungen von Atomen allmählich einfrieren. Der Leiter des Experiments Heike Kamerlingh Onnes, hatte kurz zuvor ein internationales Wettrennen gewonnen: Ihm gelang 1908 die erste Verflüssigung des Edelgases Helium. Dazu mussten er und seine Mitarbeiter mit ihrer Apparatur eine Temperatur von 4,2 Kelvin erreichen. Noch nie zuvor waren Menschen dem absoluten Nullpunkt (Null Kelvin oder -273,16 Grad Celsius) so nahe gekommen. Nun erforschten sie, wie sich Materie bei sinkender Temperatur verhält – zum Beispiel, wie Metalle ihren elektrischen Widerstand verändern. Für das erste Experiment wählten sie Quecksilber.

A2: METALLE OHNE ELEKTRISCHEN WIDERSTAND

Als das Quecksilber im Röhrchen auf 4,19 Kelvin abgekühlt war, passierte etwas völlig Unerwartetes: Plötzlich verschwand sein elektrischer Widerstand. Anfangs trauten die Physiker diesem Messergebnis nicht so recht. Doch weitere sorgfältige Experimente räumten ihre Zweifel aus: Sie hatten tatsächlich ein neues physikalisches Phänomen entdeckt. Kamerlingh Onnes taufte es „Supraleitung“. Die Forscher entdeckten weitere Supraleiter wie das Blei. Andere Metalle blieben dagegen auch bei tiefsten Temperaturen elektrisch normal leitend. Nur langsam dämmerte es der Physiker-Gemeinde, wie bedeutend diese Entdeckung war.

1914 gelang Kamerlingh Onnes ein Experiment, das tiefere Einblicke in das Phänomen der Supraleitung gewährte: In einer Spule aus supraleitendem Blei startete er einen Ringstrom und schaltete die Batterie ab. Nun hätte der Strom selbst in einem sehr guten elektrischen Leiter schnell abklingen müssen. Doch in dem kalten Bleidraht kreiste er unbeirrt weiter, ohne messbar schwächer zu werden.



(Bild: „Eigenstabilen Schweben über einem Permanentmagneten“ / Siemens)

A3: EIN SCHUTZSCHILD AUS ELEKTRISCHEN STRÖMEN

22 Jahre später arbeiteten Fritz Walther Meißner und sein Mitarbeiter Robert Ochsenfeld ebenfalls am Phänomen Supraleitung. Ihr Tieftemperaturlabor in Berlin war weltweit das dritte, das nennenswerte Mengen an flüssigem Helium herstellen konnte. Damit konnten die beiden Physiker etwas völlig Neues ausprobieren. Sie kühlten ihre Supraleiter in einem Magnetfeld ab – und erhielten ein verblüffendes Ergebnis: Sobald ihre Probe supraleitend wurde, drängte sie das Magnetfeld geradezu aus ihrem Inneren heraus.

Dieser Meißner-Effekt ist so charakteristisch für die Supraleitung wie der verschwindende elektrische Widerstand. Er kann einen kalten Supraleiter über einem Permanentmagneten schweben lassen wie auf einem unsichtbaren Kissen. Dieses „eigenstabile“ Schweben ist einzigartig und nur mit Supraleitern möglich. Die Physiker fanden auch schnell heraus, wie

sie den Meißner-Effekt erklären konnten: Wenn ein Magnetfeld in einen Supraleiter eindringen will, wirft es nach dem Faraday-Effekt an seiner Oberfläche elektrische Ströme an. Diese Ströme laufen um den Supraleiter herum und klingen ohne Störung nicht mehr ab – wie Kamerlingh Onnes' permanenter Ringstrom. So schirmen sie wie ein Schutzschild das Innere des Supraleiters gegen das Magnetfeld ab.