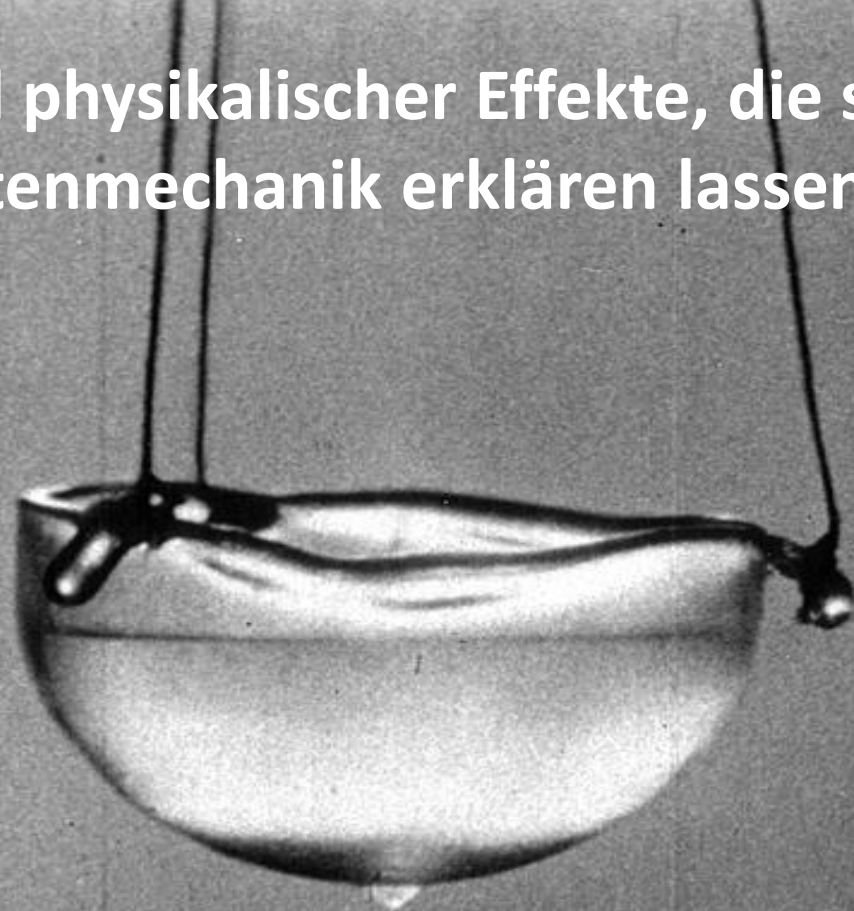


**Kleine Auswahl physikalischer Effekte, die sich nur mit Hilfe der Quantenmechanik erklären lassen...**

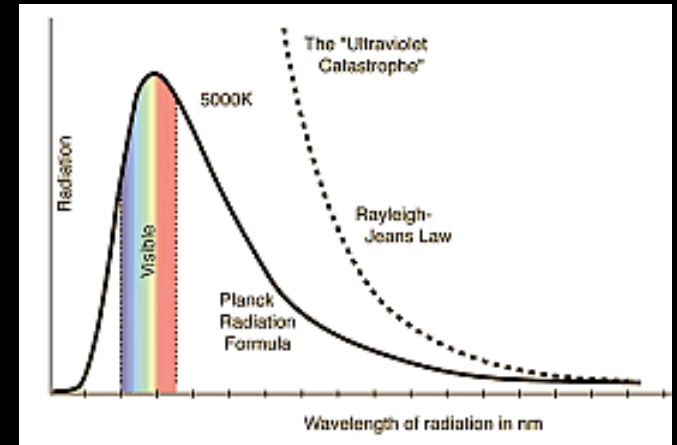


# Physikalische Effekte, die sich „klassisch“ nicht erklären lassen...

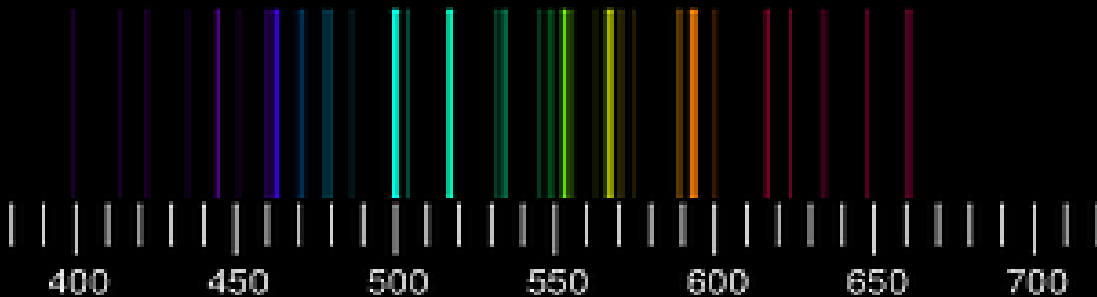
## Spektrale Energieverteilung des Schwarzen Körpers (Versagen der klassischen Thermodynamik)



Max Planck (1858-1947)



## Fraunhofersche Linien der Atom- und Molekülspektren (Versagen der klassischen Elektrodynamik)

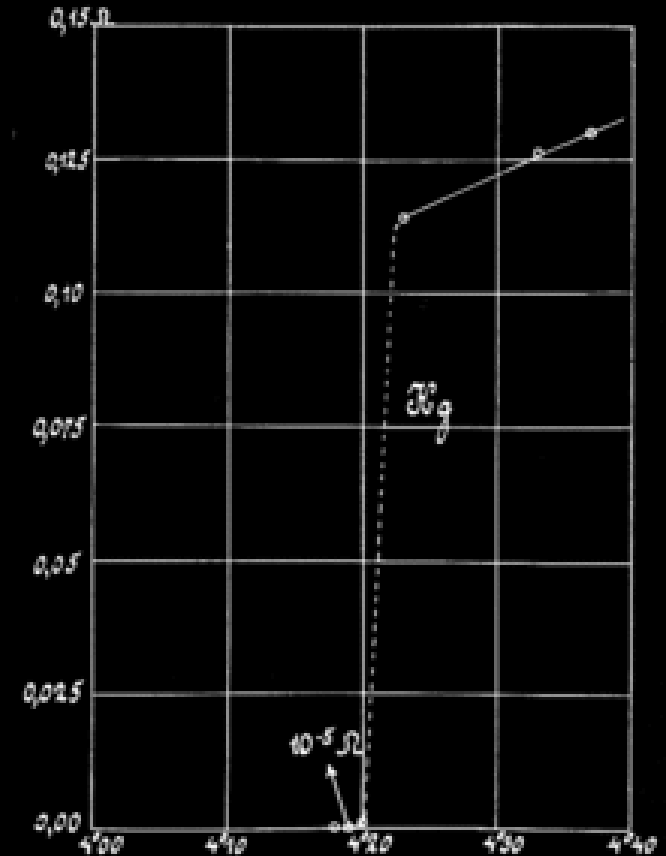


Joseph von Fraunhofer (1787-1826)

## Verschwinden des elektrischen Widerstandes bei extrem tiefen Temperaturen



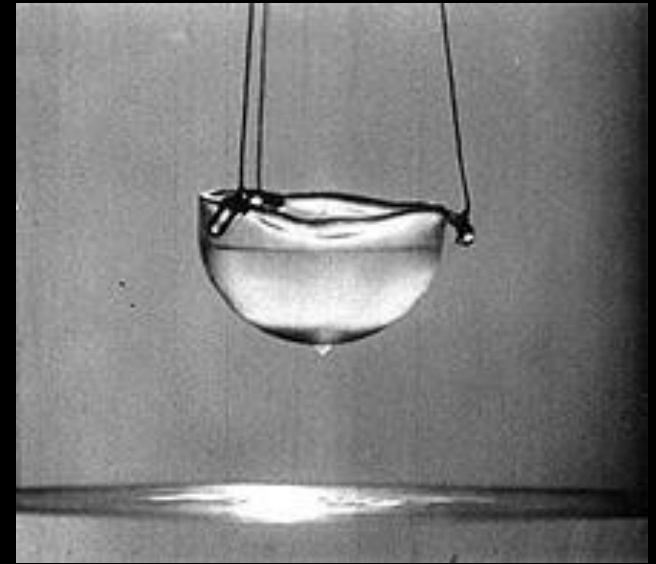
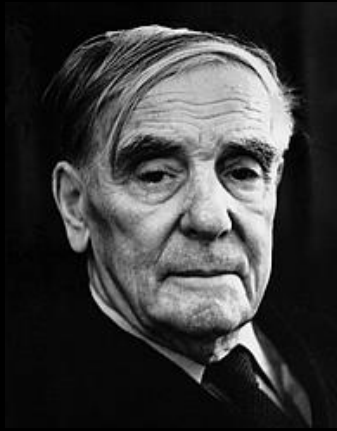
Heike Kamerlingh Onnes (1853 - 1926)



Gegenwärtiger Stand „Hochtemperatursupraleiter“:

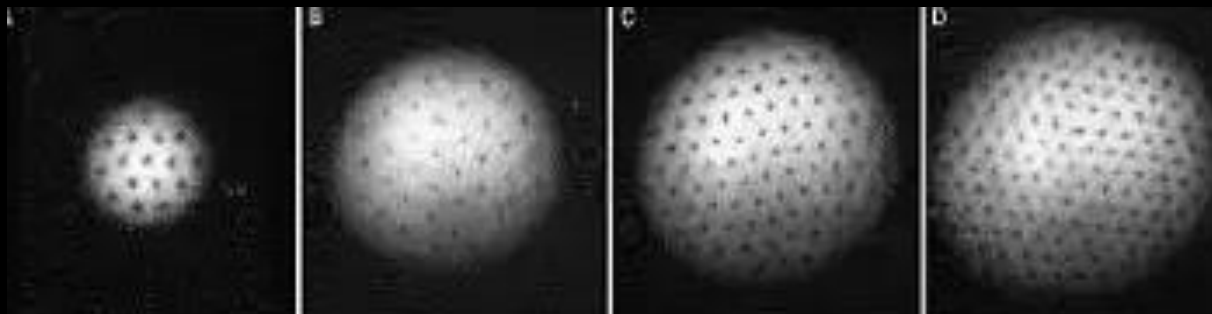
Die Metallverbindung  $LaH_{10}$  wird bei einem Druck von 170 GPa bei  $-23$  °C supraleitfähig

Verschwinden der Viskosität (innerer Reibung) von flüssigem Helium-4 unterhalb einer Temperatur von 2,17 K (Helium II)



Lew Dawidowitsch Landau (1908-1968)

Pjotr Leonidowitsch Kapiza (1894-1984)



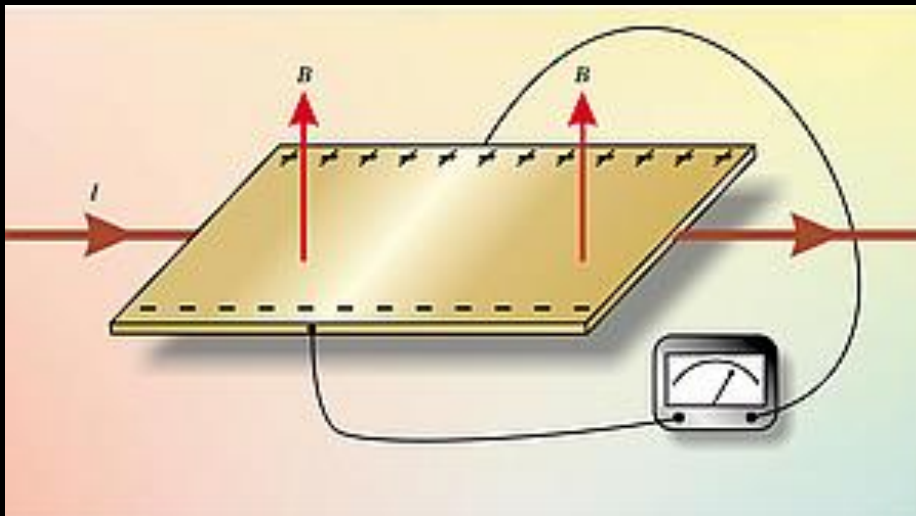
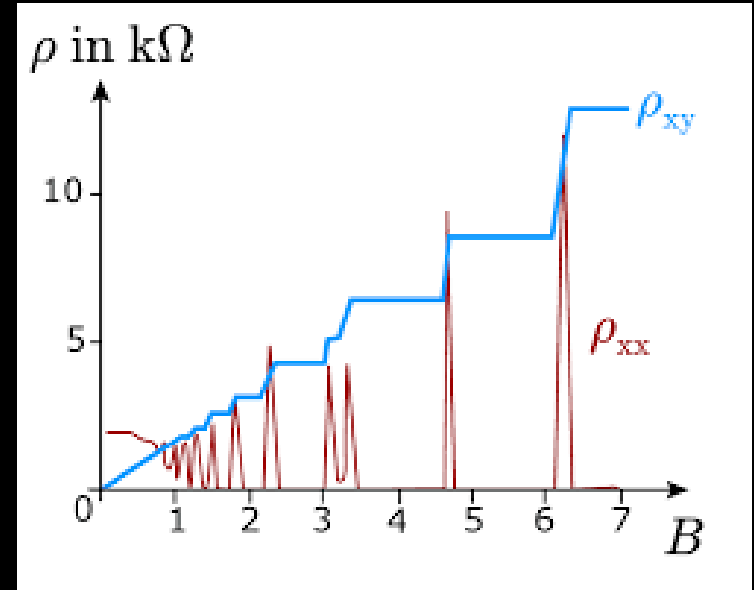
Quantenwirbel in ultrakalten Lithium

Bose-Einstein-Kondensat)

Bei tiefen Temperaturen und starken Magnetfeldern ist der Ohmsche Widerstand eines Leiter gequantelt (Quanten-Hall-Effekt)



Klaus von Klitzing



$$R(B) = \frac{U_H}{I}$$

$$R_K = \frac{h}{e^2} = 25812,807... \Omega$$

Man kann beliebige Gegenstände und sogar Lebewesen in einem genügend starken Magnetfeld ( $> 15$  Tesla) schweben lassen...

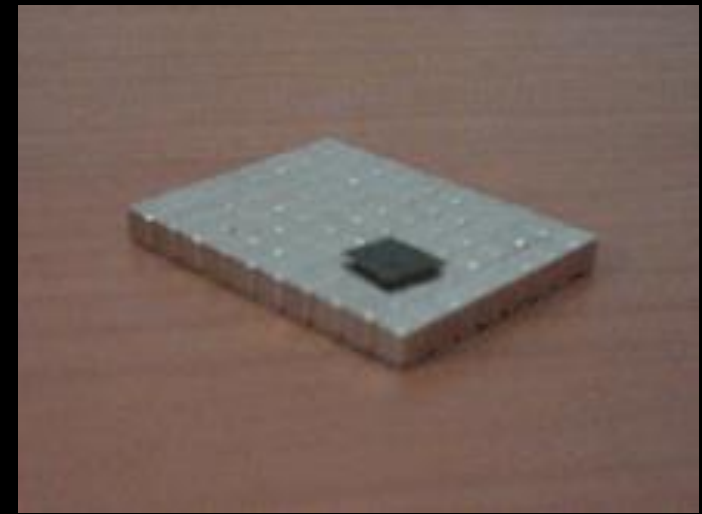
## Diamagnetismus

Diamagnetische Materialien entwickeln in einem externen Magnetfeld ein induziertes Magnetfeld in einer Richtung, die dem äußeren Magnetfeld entgegengesetzt ist. Diamagnetische Materialien haben die Tendenz, aus einem inhomogenen Magnetfeld herauszuwandern. Ohne äußeres Magnetfeld haben diamagnetische Materialien kein eigenes Magnetfeld, sie sind nichtmagnetisch.

Mit dem Elektronenspin ist ein magnetisches Moment verbunden

George Eugene Uhlenbeck (1900-1988)

Samuel Abraham Goudschmidt (1902-1978)



Diamagnetische Levitation



## Meißner-Ochsenfeld-Effekt

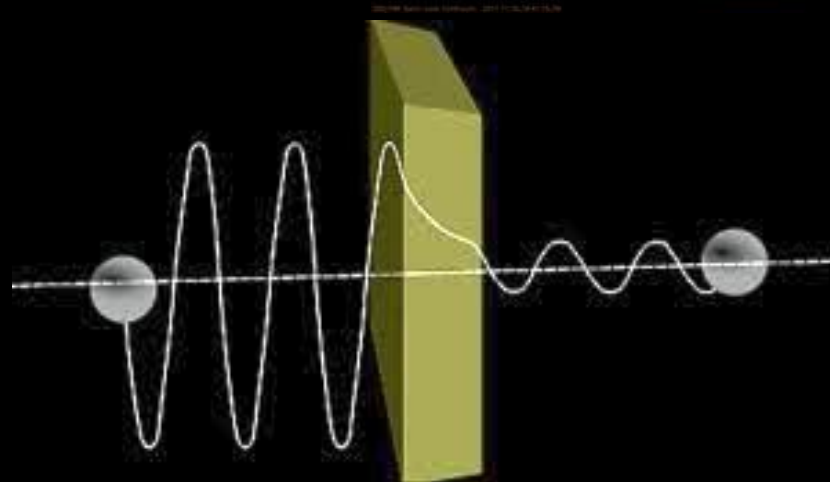
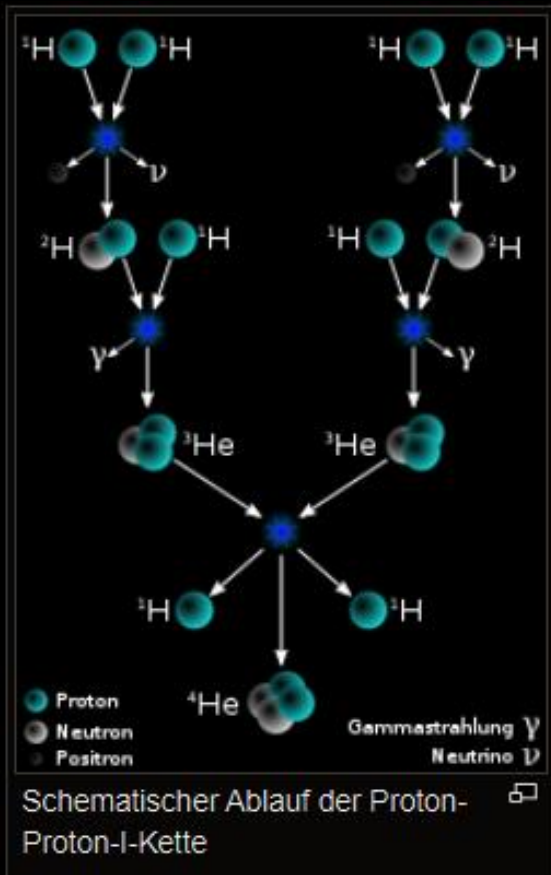
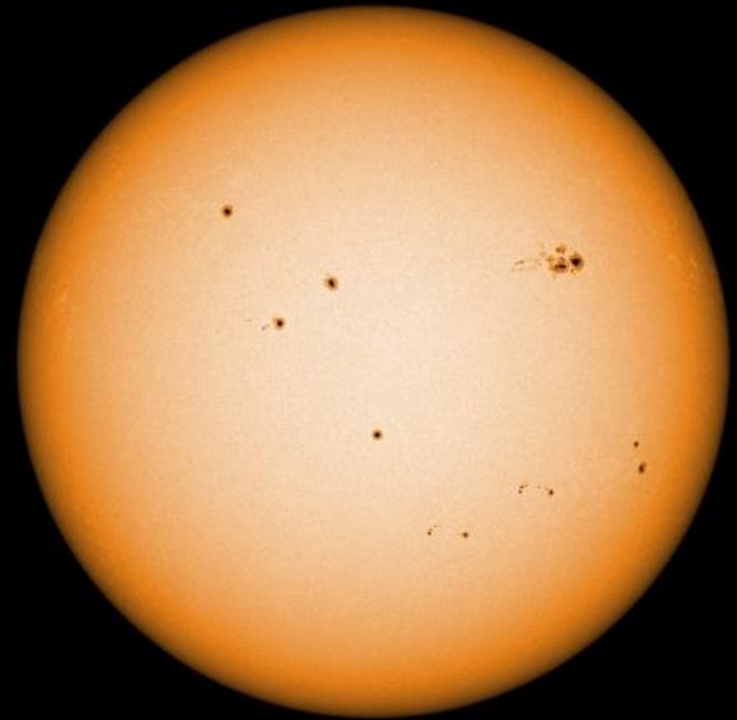


# Paramagnetismus



# Warum die Sonne scheint – Wasserstoff-Fusion

Die thermische Energie des Plasmas im Sonnenkern reicht nicht aus, die Coulomb-Barriere des Protons zu überwinden



Quantenmechanischer Tunneleffekt



Warum sind Weiße Zwerge und Neutronensterne im hydrodynamischen Gleichgewicht?

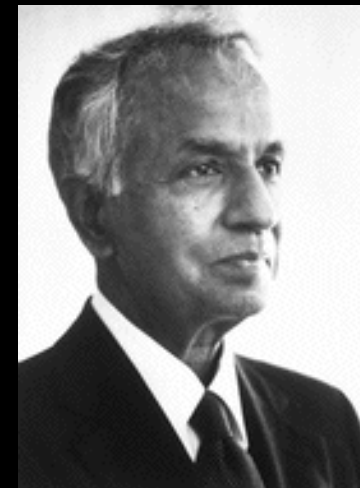
Der thermische Gasdruck ist nicht in der Lage, Weiße Sterne und Neutronensterne zu stabilisieren

**Der Druck entarteter Materie ist temperaturunabhängig**



Pauli-Prinzip  
Entartungsdruck  
Elektronen-Entartung

Wolfgang Pauli (1900-1958)



Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995)