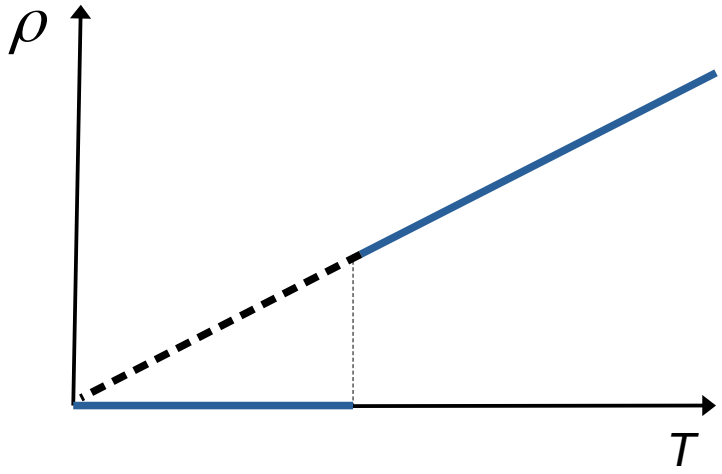
Supravodiče

1908 zkapalnění helia 4,2 K

dosažena teplota 0,9 K

1911 supravodivost čistých kovů

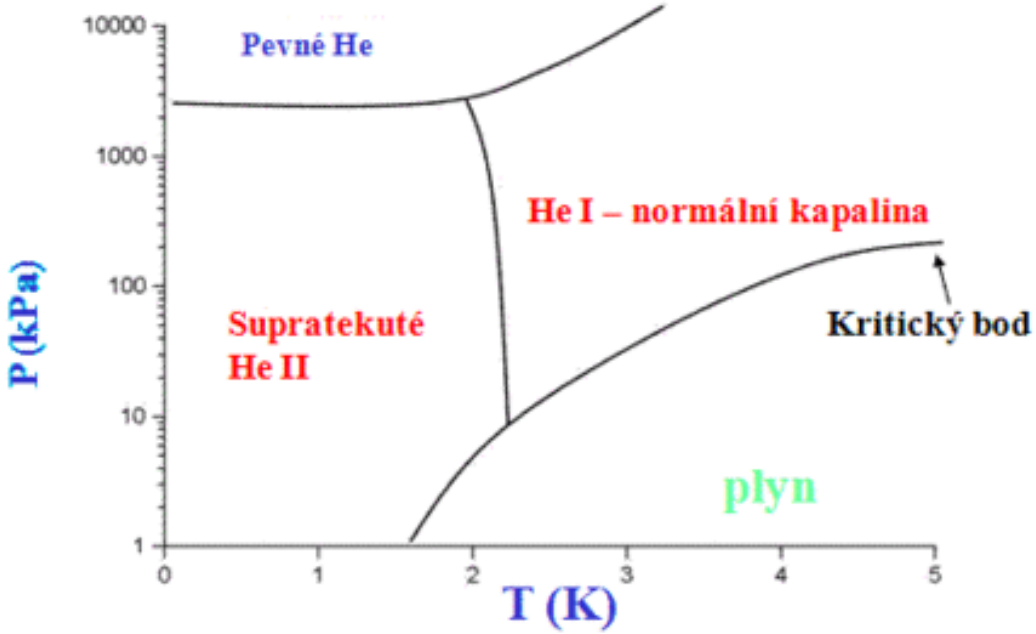


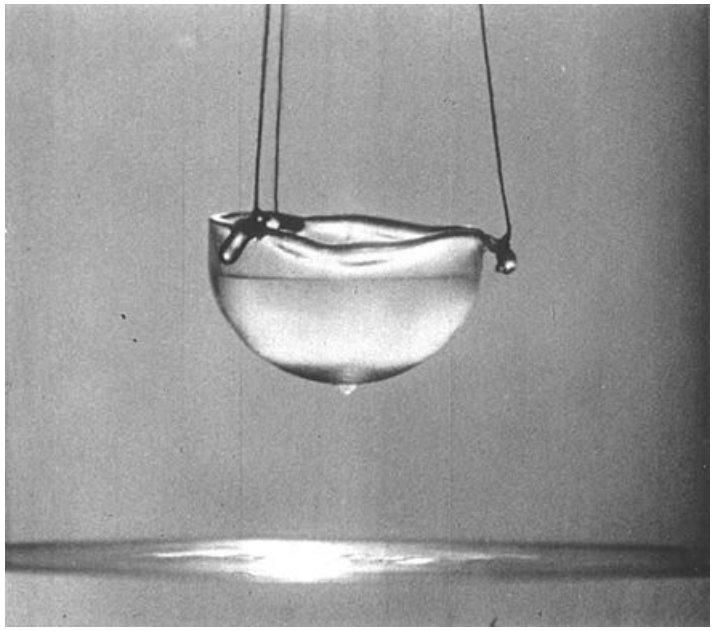
Heike Kamerlingh Onnes
1853 - 1926
NP 1913

Nízké teploty

dusík: 77.35 K (-195,80 °C)
kyslík: 90.20 K (-182,95 °C)
helium: 4.2   K

He


10000
1000
100
10
1
P (kPa)
Pevné He
He I – normální kapalina
Supratekuté
He II
Kritický bod
plyn
0
1
2
3
4
5
T (K)

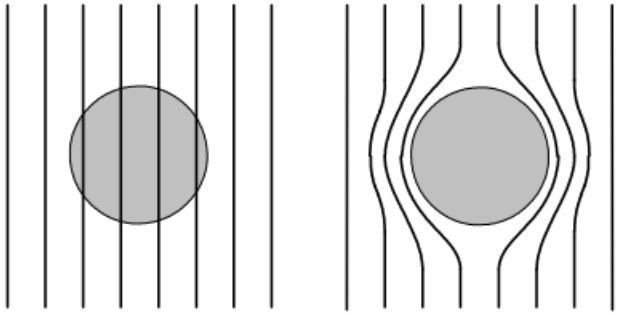


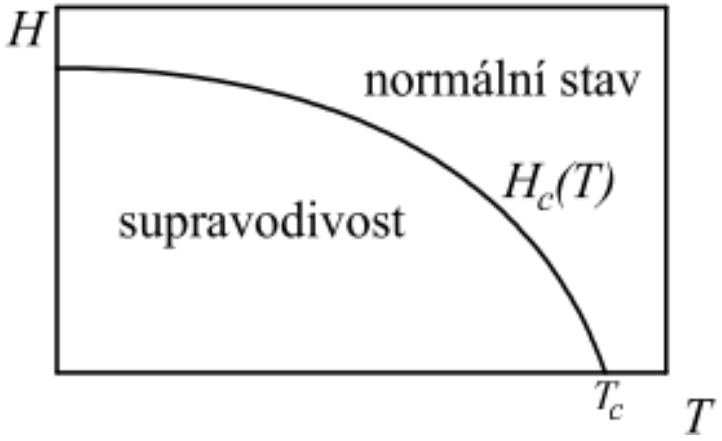
Výskyt supravodivosti

V políčku jsou uvedeny: značka prvku, kritická teplota (K), kritické magnetické pole přiabsolutní nule ($G=10^{-4}T$). Supravodivé prvky jsou orámovány, prvky s magnetickým uspořádáním jsou šedé. (Všimněte si, že se tyto dvě vlastnosti vylučují.) Prvky supravodivé jen za zvláštních podmínek jsou označeny hvězdičkou.

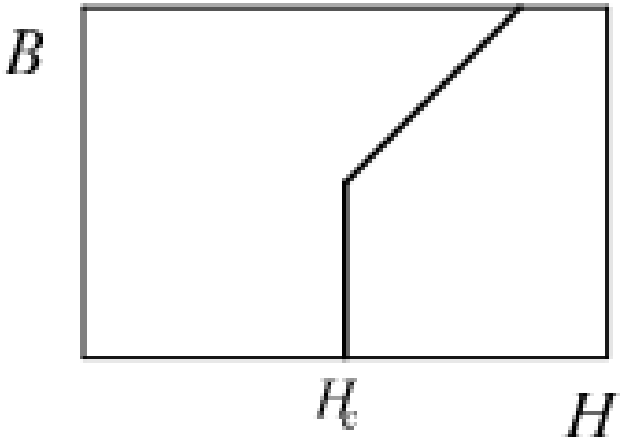
H																He
Li	Be										B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg										Al 1,140 105	Si*	P*	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti 0,39 100	V 5,38 1420	Cr*	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn 0,875 53	Ga 1,091 51	Ge*	As*	Se*	Br	Kr
Rb	Sr	Y*	Zr 0,546 47	Nb 9,50 1980	Mo 0,92 95	Te 7,77 1410	Ru 0,51 70	Rh	Pd	Ag	Cd 0,56 30	In 3,404 293	Sn(h) 3,722 309	Sb*	Te*	I	Xe
Cs*	Ba*	$La_{\alpha\alpha}$ 6,00 1100	Hf 0,12	Ta 4,483 830	W 0,012 1,07	Re 1,4 198	Os 0,655 65	Ir 0,14 19	Pt	Au	Hg(a) 4,153 412	Tl 2,39 171	Pb 7,193 803	Bi*	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
			Ce*	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Fm	Yb	Lu 0,1	
			Th 1,368 1,62	Pa 1,4	U*(a)	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Meissnerův jev

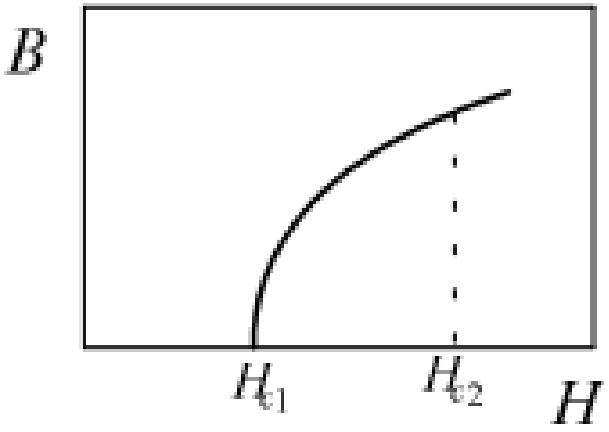




Supravodiče I. druhu



Supravodiče II. druhu



magnet pro Pavlínka
studená fůze
vzpomínky na kapalné hélium
Humlíček a supravodič

BCS teorie

1957 - J. Bardeen, L. Cooper a J. R. Schrieffer
1972 - NP
Cooperovy páry

Neplatí pro bismut
Maximální kritická teplota 23,2 K, Nb_3Ge, 1960

Vysokoteplotní supravodivost

1986 - IBM K. A. Müller a J. G. Bednorz keramický supravodič 35 K

LaBaCuO krit. teplota 13 K, pokles odporu 30 K, 1987 - 35 K

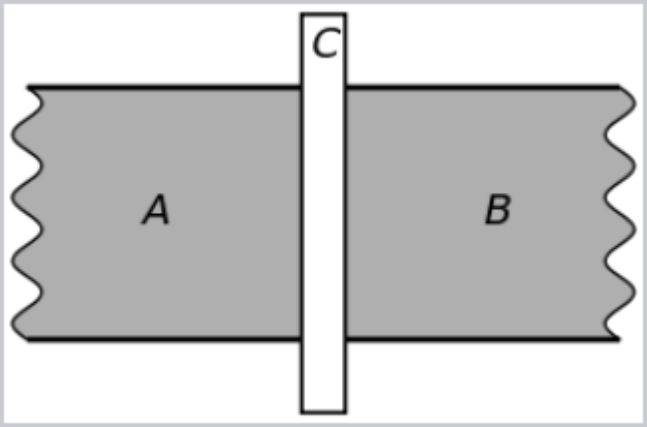
leden 1987 - LaSrCuO - 52 K
únor 1987 - YBaCuO - 90 K

2003 - A. A. Abrikosov - NP za teorii

stabilní supravodiče do 212 K

Josephsonův jev

1962 - objev jako PhD student.
1973 - NP



Brian Josephson
* 1940

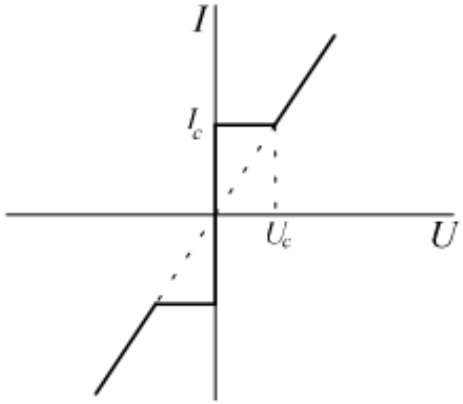
parapsychologie
studená fůze
paměť vody

Vznik elektrického proudu mezi dvěma supravodiči oddělenými tenkou vrstvou (1 μm) izolantu.
Vlnové funkce ve 2 supravodičích jsou koherentní.
Tunelování Cooperových párů.

Proud bariérou: $I = I_c \sin \varphi$
φ je fázový rozdíl mezi vlnovými funkcemi v A a B; závisí na teplotě a indukci vnějšího pole.

Josephsonův jev

Stejnosměrný
Při nulovém elektrickém poli (U=0) teče spojem proud.



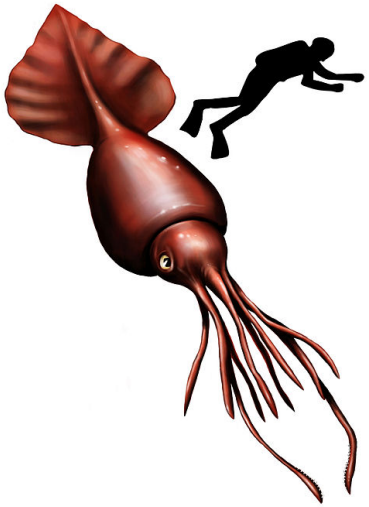
Střídavý
Udržujeme-li mezi supravodiči konstantní elektrické napětí U, fázový rozdíl se mění lineárně s časem, přes bariéru prochází střídavý proud s amplitudou I_c a vysokou frekvencí $f = U.K_J$. Tímto způsobem je možné převádět elektrické napětí na frekvenci. Při napětí 1 μV vzniká proud o frekvenci přibližně 484 MHz.

Inverzní střídavý
Ozářením Josephsonova přechodu elektromagnetickými vlnami o frekvenci f vyvolá skok napětí $\Delta U = f/K_J$. Jev může sloužit k převodu frekvence na elektrické napětí.

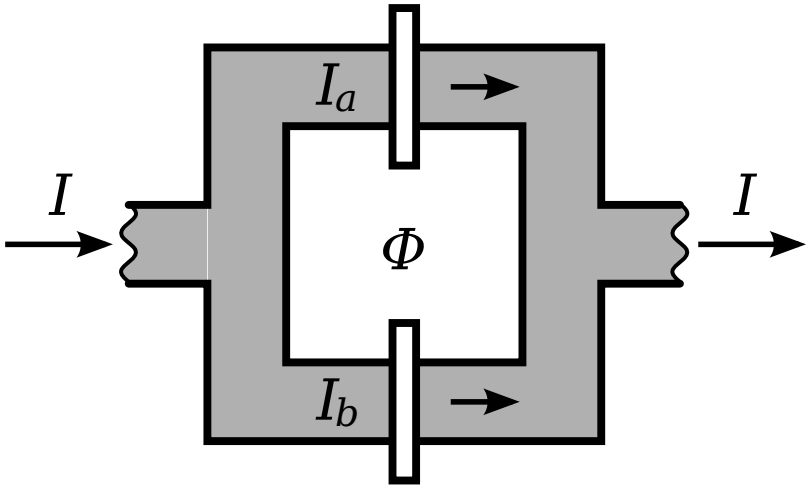
Josephsonova konstanta: $K_J = \frac{2e}{h}$

SQUID

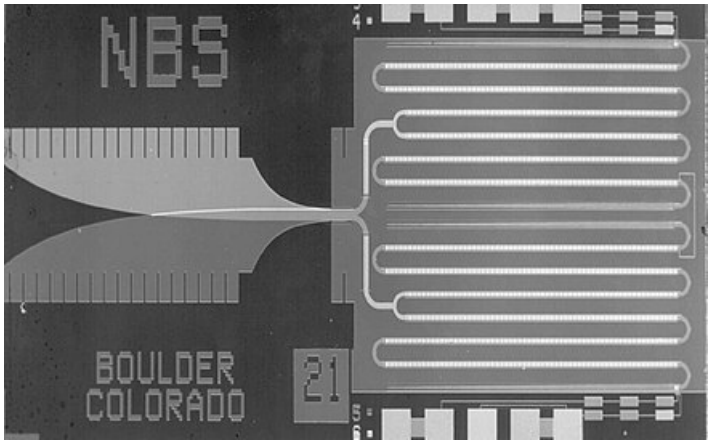
superconducting quantum interference device



DC SQUID



Stejnosměrný J. jev.
Proud je úměrný magnetickému toku Φ.
Umožňuje měřit mag. pole až 10^{-15} T.



Etalon elektrického napětí 1 volt vyvinutý v NIST. Zleva přicházející mikrovlny vytváří napětí na sérii 3020 Josephsonových přechodů v pravé části mikročipu.