



Eötvös Loránd University
Faculty of Science
Institute of Physics

A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE



Magyar Tudományos
Akadémia

Liceul „ADY Endre”, Oradea



2017 EMBERKÖZPONTÚ TUDOMÁNY

Conferințe pe teme de fizică și chimie

OPTICA MICROUNDDELOR
circuite electrice cu
întrerupătoare supraconductoare

Gesztai Tamás

Professor emeritus, Institutul de Fizică ELTE

Gestionarea informațiilor cu doi parteneri:

- *lumina*
- *electronii*

propagarea luminii este ondulatorie

și mișcarea electronilor este ondulatorie!

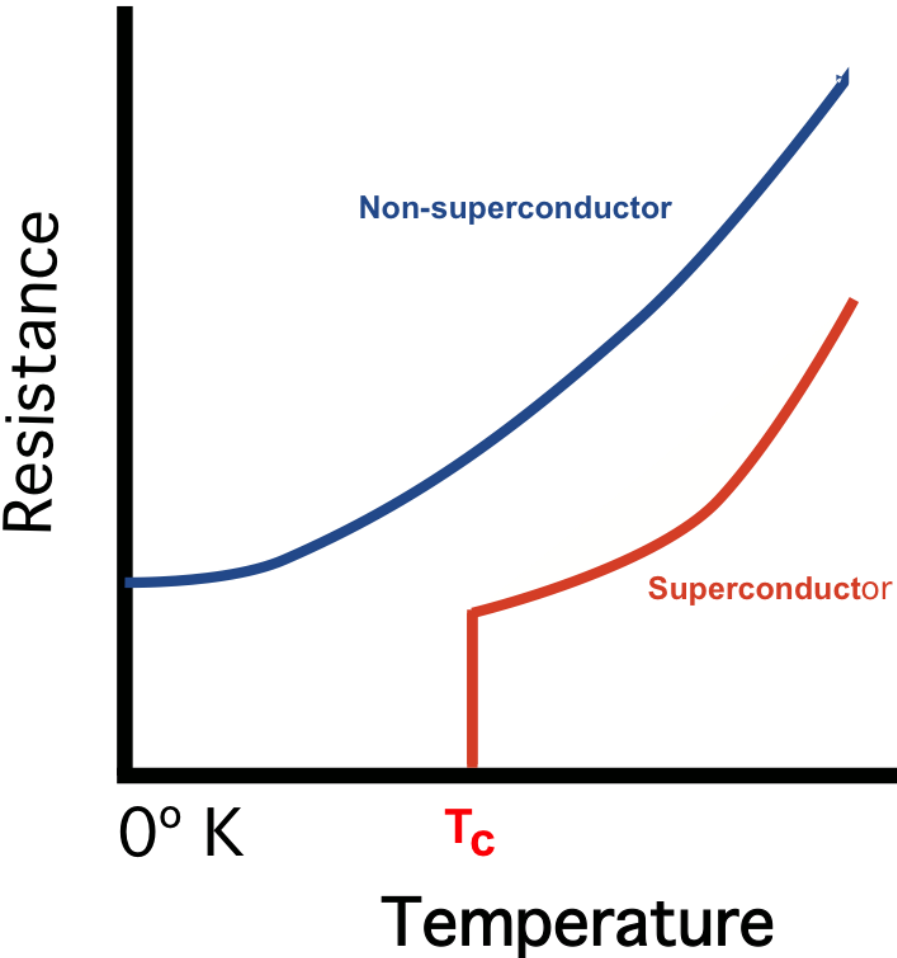
Asta ne arată mecanica cuantică.

Undele staționare electronice dau dimensiunea atomilor,
asigură stabilitatea moleculelor, fac posibilă viața

*Ca purtători de informație ambii sunt vulnerabili
dar nu ne lăsăm,
căutăm dispozitivul care asigură protecție!*

Ceea ce ne ajută este SUPRACONDUCTIBILITATEA

BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer 1957)



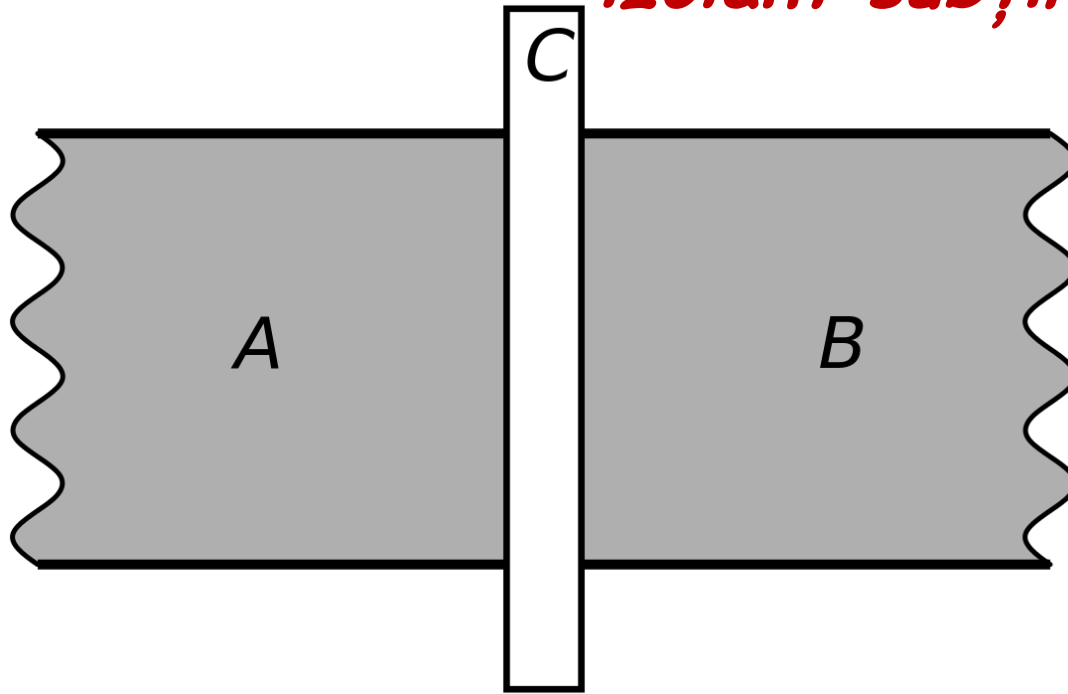
*Mulțimea perechilor de
electroni condensate
într-o undă:
elastică, neîntreruptă
ca un șarpe*

De ce perechi?

Din cauza principiului Pauli:
să acopere spinul $\frac{1}{2}$

ceea ce ajută mult este: **EFACTUL-JOSEPHSON** 1962

*supraconductorul îl întrerupem cu un strat
izolant subțire...*



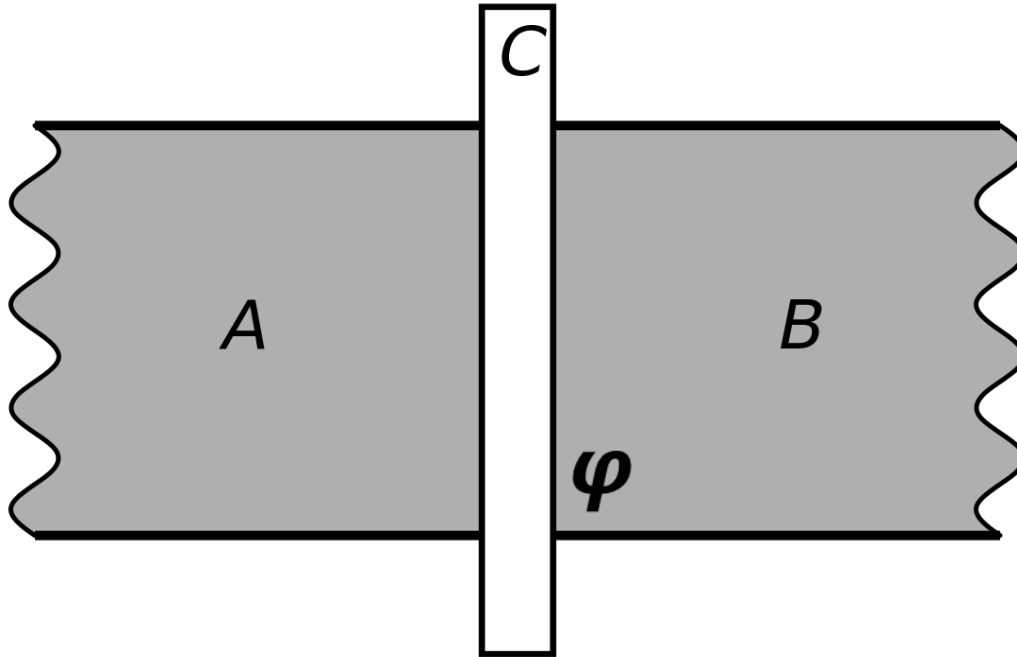
„joncțiunea-
Josephson”

Curentul trece netulburat, cu tensiune 0

efectul-tunel!

(fără unde nu merge)

Netulburat, dar se întâmplă totuși ceva:



*Fluxul șerpuit de electroni se răsucește
cu unghiul φ (faza-Josephson)*

$$I = I_0 \sin \varphi$$

Ce se întâmplă, dacă îi aplicăm o tensiune?



Pentru o tensiune V
aplicată perechii de electroni
cu sarcina $-2e$ diferența de
energie potențială este $2eV$

CUANTĂ?

Curentul curge înainte și înapoi cu frecvența $2eV / h!$

Pentru o tensiune de 1 Volt corespunde o lungime de $\lambda = 0.06$ mm:
microundă!

Dar nu este chiar așa de simplu 😊

$$I(t) = I_0 \sin [2\pi(2eV/h)t]$$

Tensiune  *Curent alternativ*

Să inversăm (în circuitele electrice asta funcționează):

Curent alternativ  *Tensiune*

Ce este asta ?

Inducție, dar *nelineară!*

Mai lipsesc una-două elemente:

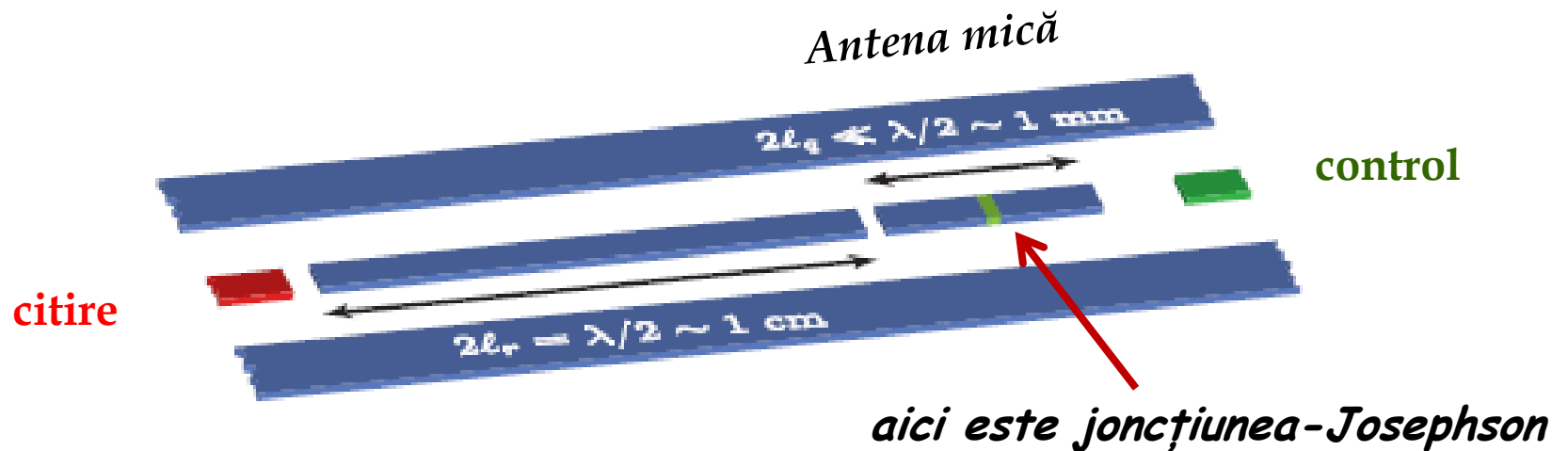
1. joncțiunea-Josephson are **CAPACITATE**
2. unghiul de fază φ se poate modula (*Aharonov-Bohm*),
cu ajutorul **FLUXULUI MAGNETIC**
3. și cu asta **ȘI CURENTUL ELECTRIC** datorită $I = I_0 \sin \varphi$

Din asta chiar se poate combina orice!

Partea tehnică:

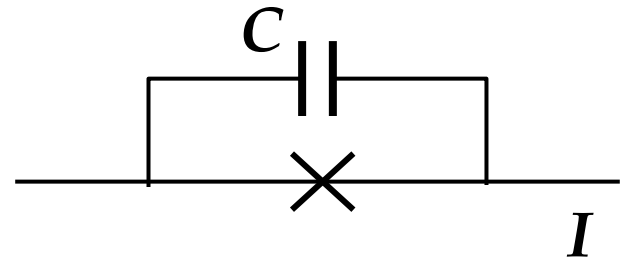
Lumina vizibilă se transmite prin ghiduri de undă din fibră optică, microundele prin ghiduri de undă metalice. Pentru a elimina atenuarea, și să protejeze de perturbările electrice acestea sunt confecționate **SUPRACONDUCTOARE**.

TRANSZMON transmission line (rezonator de microunde)



Rezonatorul diminuează partea capacitivă a energiei:
Efectul-tunel Josephson domină și nu e sensibil la
zgomotul de fond al componentelor metalice: **atenuare mică!**

și acum fizica...



φ unghiul de fază \sim *coordonata*, $\varphi(t) \sim$ mișcarea

ν frecvența, $2\pi\nu$ frecvența de rotație = viteza unghiulară \sim *viteza*

$$\nu = \frac{2e}{h} V \quad C \cdot 2\pi\nu = 2\pi \frac{2e}{h} CV = 2\pi \frac{2e}{h} Q \quad (\text{sarcina})$$

Ce modifică sarcina? Curentul din condensator!

$2\pi\nu \sim$ *viteza*

$C \sim$ *masa*

$$\frac{4\pi e}{h} (I - I_0 \sin \varphi) \sim \text{forță dependentă de pozitie}$$

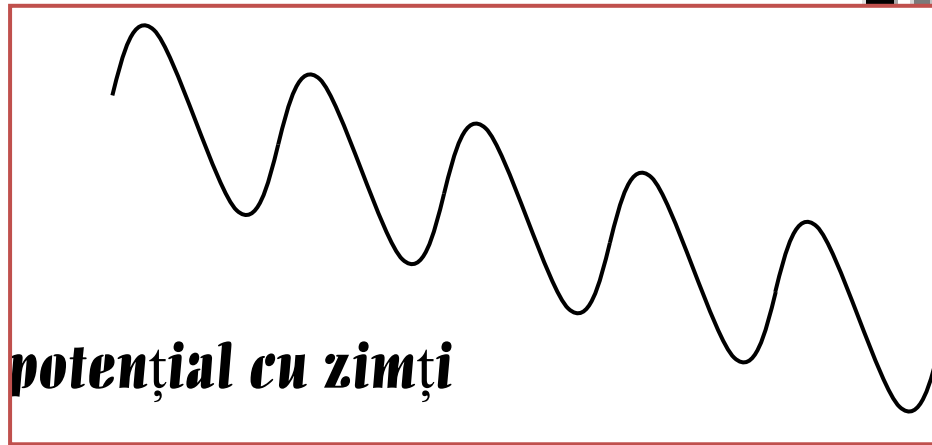
Din asta se poate deja face **QUBIT!**

Bit-cuantic:

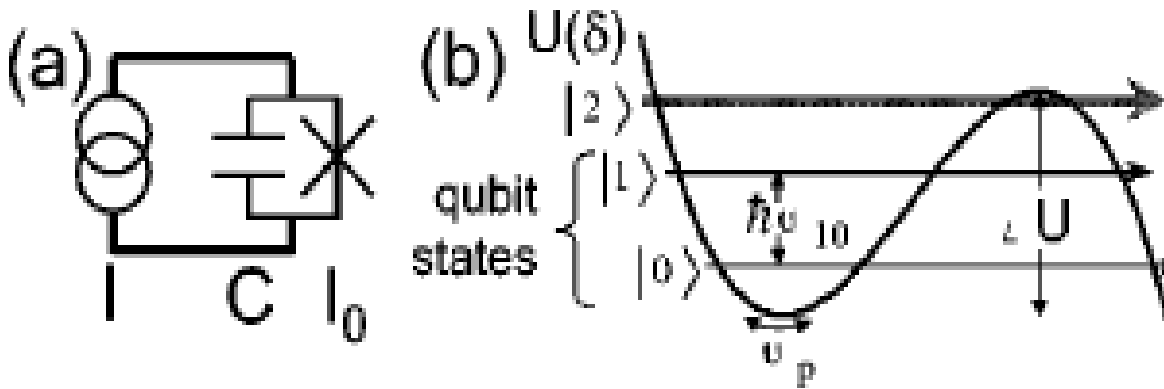
Superpoziția DA și NU

Visul calculatorului-cuantic

$$U(\varphi) = -E_J \cos \varphi - \frac{\hbar}{2e} I \varphi$$



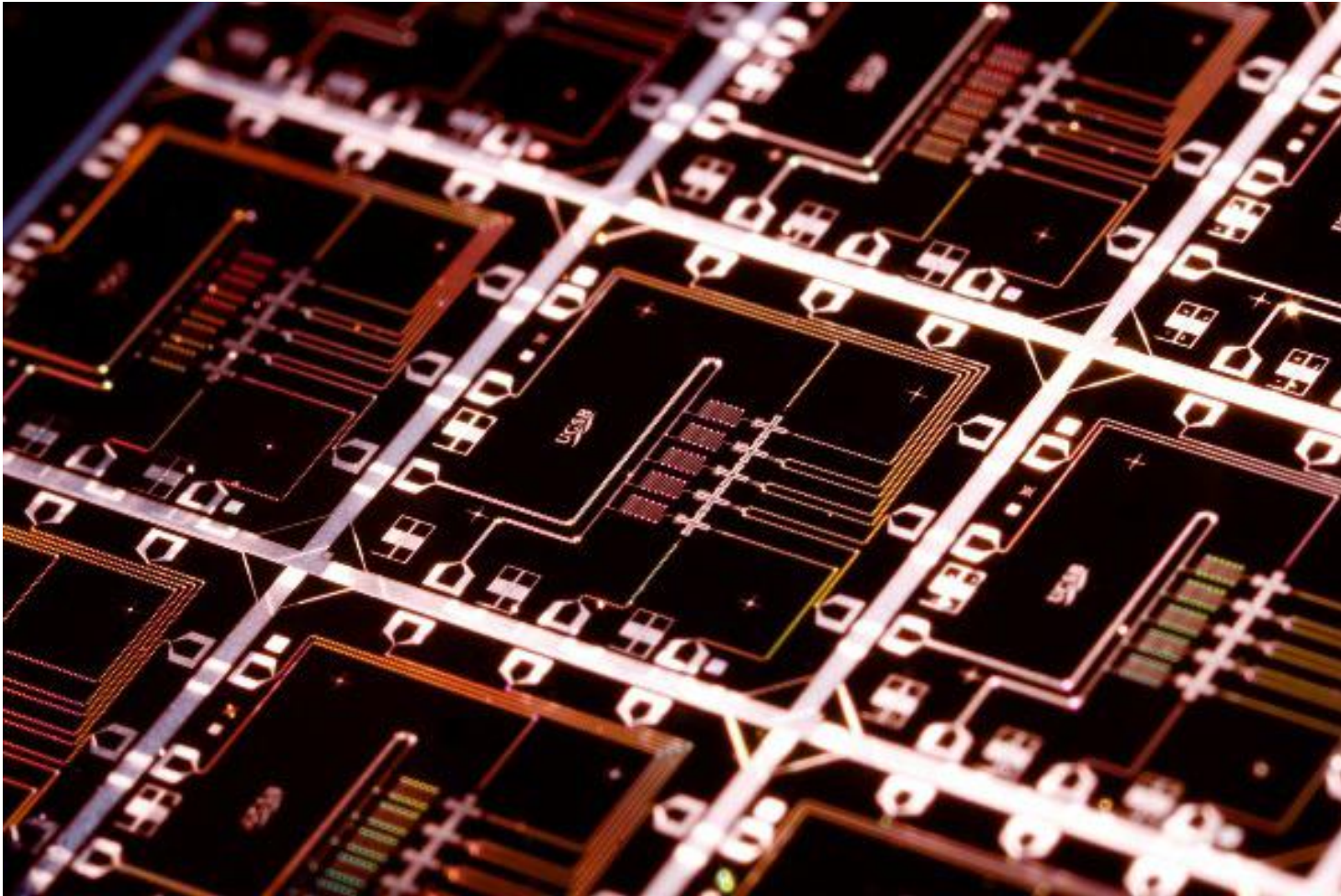
QUBITUL-FAZELOR 2002



v_{01} pulsuri: rotiri, v_{02} citire

Stabilirea punctului de lucru cu ajutorul fluxului magnetic

***Din acestea se pot ansambla circuite electrice din ce în ce
mai mari...***



CUM?

- Atașare între vecini (curent, capacitate...)
- Operațiuni cu pulsuri rezonante
- Citirea stărilor altfel cu pulsuri rezonante...
- Corectarea greșelilor (grea, pentru că este continuă, nu digitală)
- Porți logice, circuite logice
- Programare pentru *sarcini speciale*

??????

Este bun (deocamdată): **CĂUTARE - OPTIMĂ**
(drumul cel mai scurt, *cea mai bună investiție...*)

Ar putea fi bun: **spargerea codurilor secrete...**

Asta încă nu merge...