

TEACHING ENQUIRY
with MYSTERIES INCORPORATED

Il fotone massivo

Marco Giliberti – Sara Barbieri

Università degli Studi di Milano

CERN Italian Teachers Programme 6-11 September 2015



Co-funded by
the Seventh Framework Programme
of the European Union

FP7-Science-in-Society-2012-1, Grant Agreement N. 321403



ENGAGE

Che cosa c'è di interessante?

Il magnete, quando la temperatura del superconduttore diventa sufficientemente bassa, si solleva.

EFFETTO MEISSNER 1

EFFETTO MEISSNER 2

TEMPERATURA CRITICA



EXPLORE

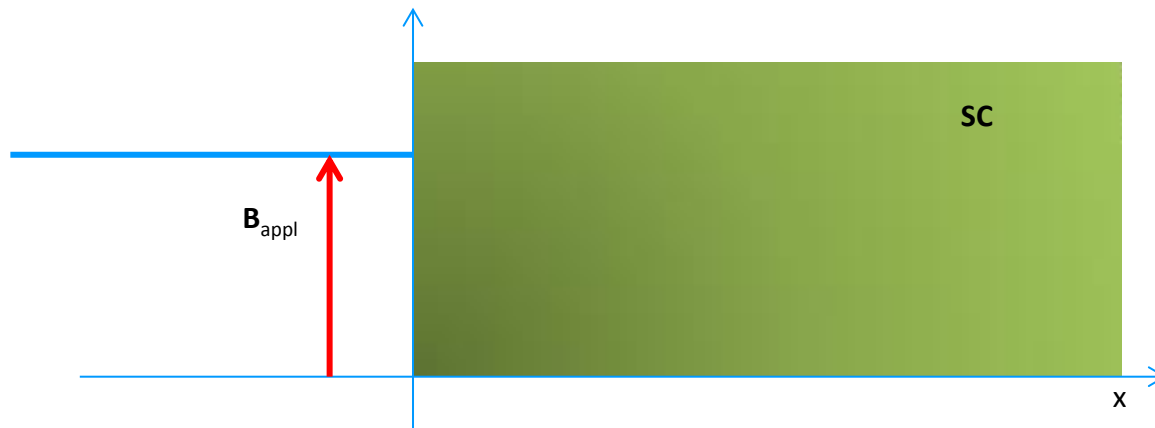
Che cosa sta accadendo?

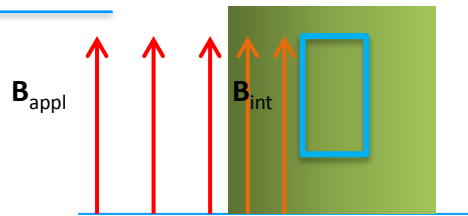
Il campo magnetico non può penetrare nel superconduttore.

(anche se non è sempre così...)

Che cosa causa il fenomeno osservato?

Si suppone di essere nelle condizioni tipiche per un superconduttore, cioè la componente perpendicolare del campo magnetico applicato, deve essere nulla. Si può dimostrare (anche agli studenti) che questa condizione è l'unica ragionevole.

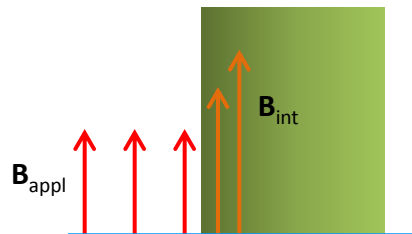




Il campo B all'interno non può essere uniforme.

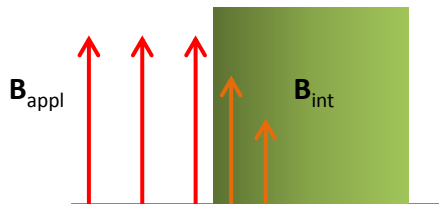
Per la legge di Ampère-Maxwell $\mu_0 I = 0$, ma usando l'equazione dei London $J = -kA$ si ottiene:

- $\mu_0 S k A = 0$, da cui $A = 0$ e quindi, in questo caso $B = 0$, essendo $\Phi(B) = C(A) = 0$



Il campo B all'interno non può crescere.

Per considerazioni legate alla conservazione dell'energia



Il campo B deve diminuire.

E deve farlo anche velocemente, altrimenti si ritorna al caso iniziale.

Che cosa è strettamente collegato?

Dalle relazioni di Heisenberg si ha

$$\Delta E \Delta t \simeq \hbar$$

Per una particella virtuale (mediatrice) allora

$$mc^2 \Delta t \simeq \hbar$$

Tale particella nel tempo Δt percorrerà al massimo una distanza

$$c \Delta t \simeq \lambda$$

Quindi sostituendo si trova

$$\lambda \simeq \frac{\hbar}{mc}$$