

DIPARTIMENTO DI FISICA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Procedura criogenica per operare a 300 mK

ESCURSIONI DIDATTICHE AA 2009-2010
Osservatorio della Testa Grigia - MITO
Millimeter & Infrared Testagrigia Observatory
(Plateau Rosà – 3480 m s.l.m. - AO)

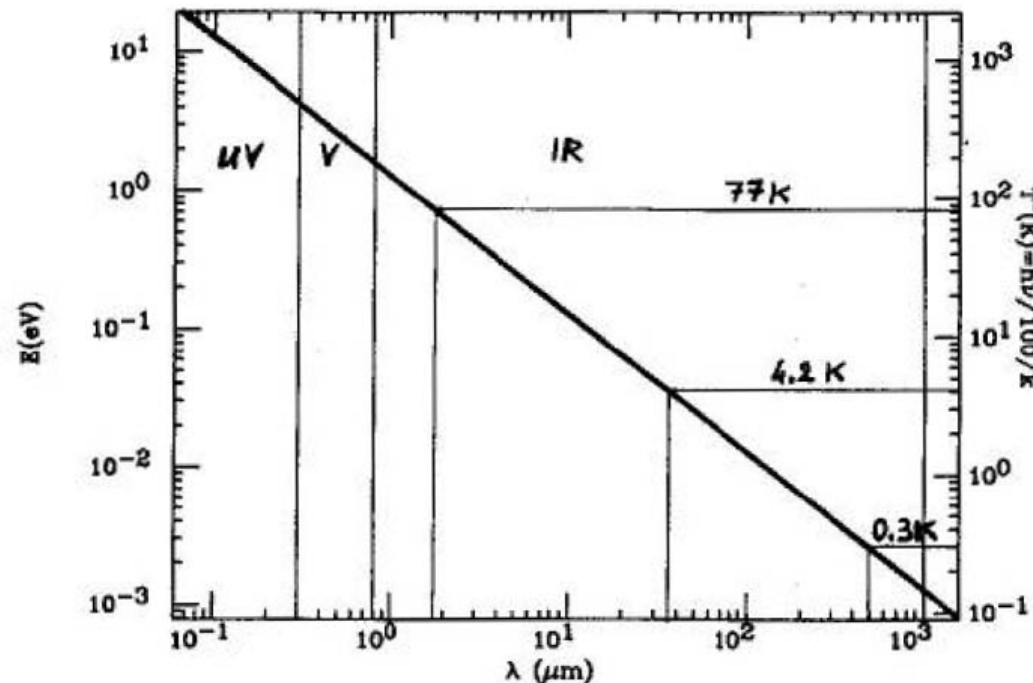
Outline

- *Necessità di tecniche criogeniche*
- *Criostato*
- *Refrigeratore ^3He - ^4He*
- *Termometria*

Necessità di tecniche criogeniche

Il rumore originato a livello microscopico dall'agitazione termica decresce con la temperatura del sistema.

Nella banda di λ sub-mm si utilizzano rivelatori termici: **Bolometri**.

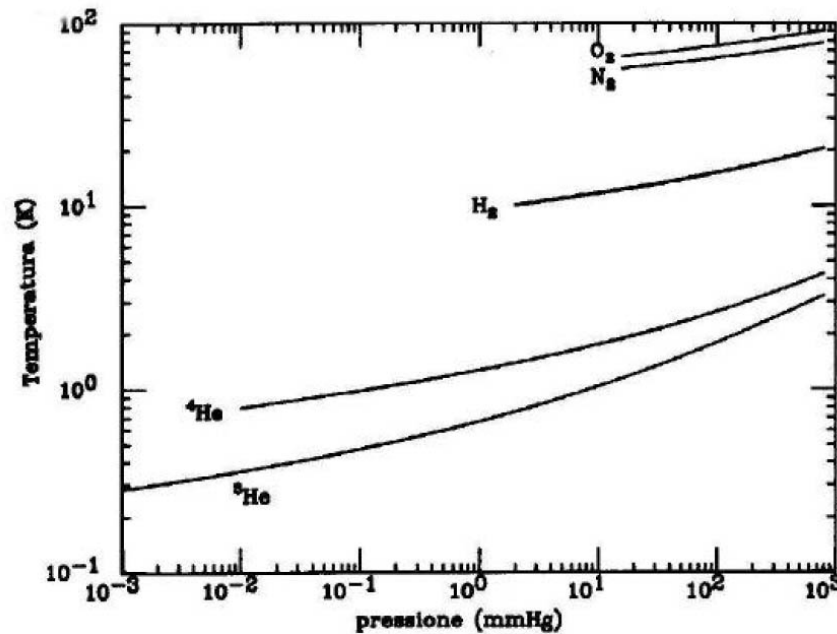


Temperatura alla quale il rumore termico del rivelatore non è più trascurabile rispetto all'energia dei fotoni da rivelare.

$$T^* = \frac{1}{100} \frac{hv}{k}$$

Necessità di tecniche criogeniche

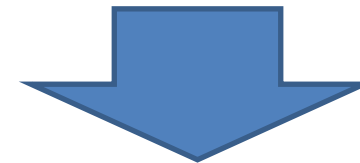
Il metodo più semplice per ottenere temperature criogeniche è mettere in contatto termico il sistema con un criogeno.



Dipendenza della temperatura dalla tensione di vapor saturo.

$$m = m_0 e^{\int_{T_0}^T \frac{C(T)}{L(T)} dT}$$

Evaporazione della massa del liquido dovuta al processo di pompaggio.



Riduzione degli ingressi termici (Particolari attenzioni sull'³He).

Criostato

Serbatoi (tank) contenenti N_2 e 4He liquidi per minimizzare l'ingresso termico radiativo e mantenere la temperatura di lavoro ($\approx 300\text{mk}$) per 80h.



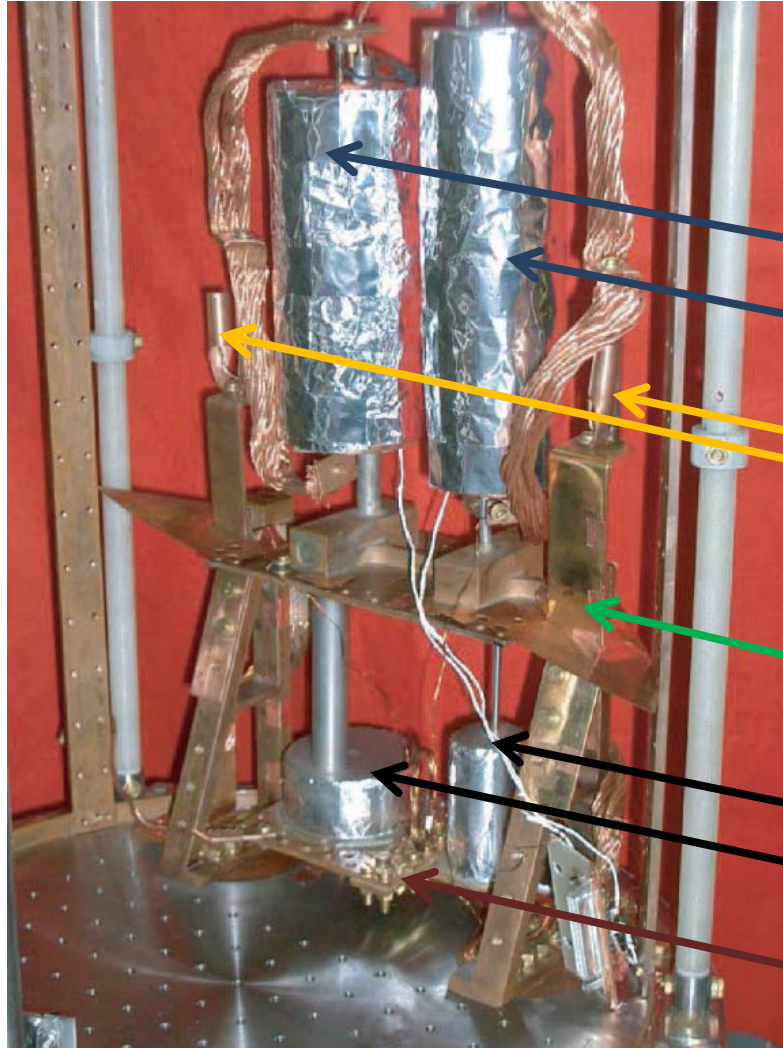
Tank N_2 ($T \approx 77\text{K}$)

Tank 4He ($T \approx 4.2\text{K}$)

Ingressi termici:

- conduttivi
- convettivi
- radiativi

Refrigeratore Bistadio



Fridge $^3\text{He} - ^4\text{He}$:

- no pompaggio meccanico esterno;
- no disturbi microfonici o e.m.

CRIO3

CRIO4

INTERRUTTORI TERMICI (a gas)

SCAMBIATORE
(riferimento 4.2K)

EVA4

EVA3

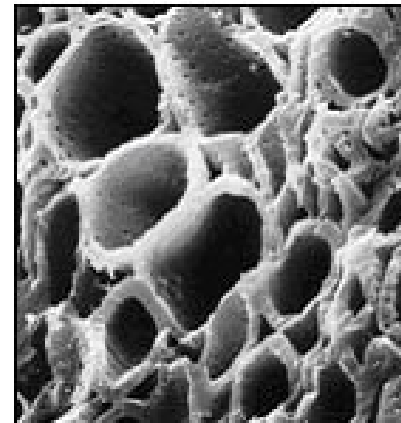
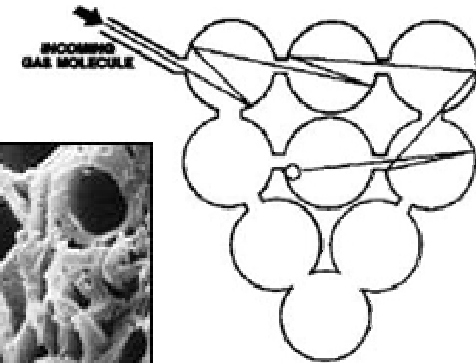
FLANGIA FREDDA (300mK)



Refrigeratore Bistadio



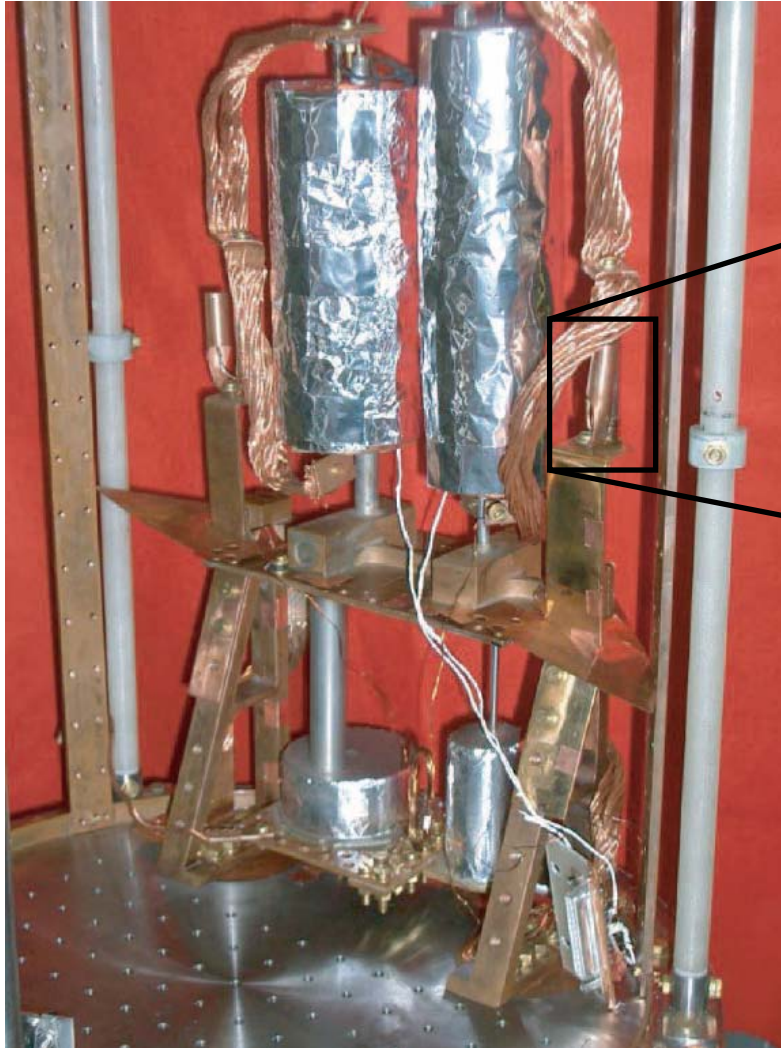
Criopompa: cella riempita di carbone attivo ($S/V \approx 700 \text{ m}^2/\text{cm}^3$)



Activated Carbon under an electron microscope

- *Si possono raggiungere $p \approx 10^{-3} \text{ mmHg}$*
- *Scaldando la criopompa ($T > 10 \text{ K}$) il gas viene rilasciato.*

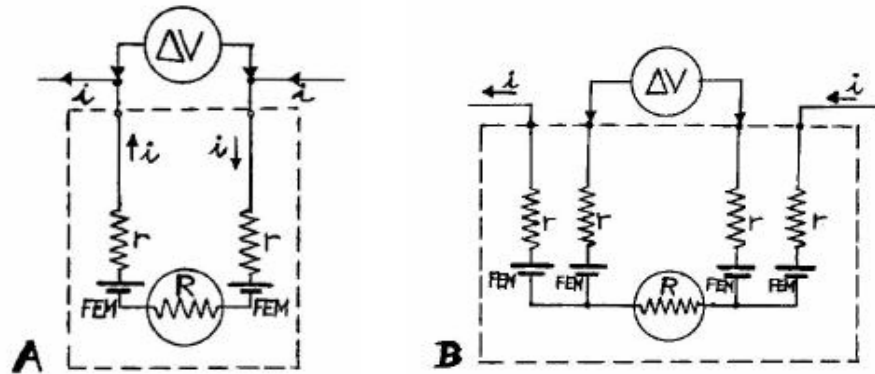
Refrigeratore Bistadio



Interruttore termico a gas (^4He):
*funziona con una piccola criopompa
che rilascia il gas nel cilindro (contatto
per convezione) o lo adsorbe (contatto
per conduzione).*

Sistema di controllo

Termometro a resistenza (Ge)



$$\Delta V = Ri + 2ri + \Delta fem$$

Lettura a 2 fili (A) e a 4 fili (B). Utilizzando una lettura AC si possono separare le tensioni (Lock-In).

Automatizzare il controllo della criogenia per gestire le fasi del raffreddamento da PC:

- ON/OFF TSW
- ON/OFF heater-CRIO
- regolare la tensione sui resistori ($\sim 300\Omega$) per riscaldare le criopompe
- rilettura delle tensioni da cavo BNC



Ciclo di raffreddamento

