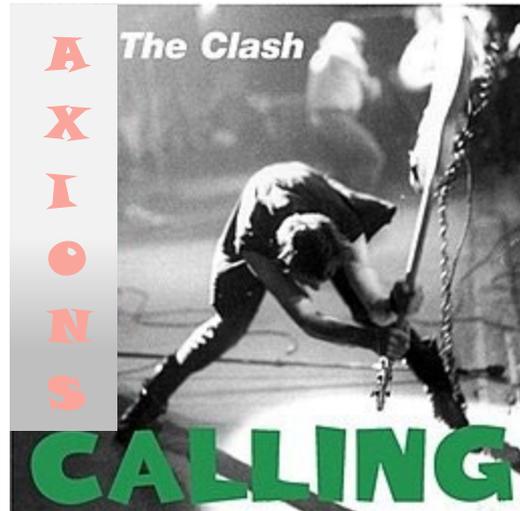


“Summary delle prospettive di Fisica di Klash”



KLASH KickOff Meeting

30/11/2018

LNF

Gianluca Lamanna (INFN & Univ.Pisa)



- KLASH è un classico «haloscopio» à la Sikivie:
 - Gli assioni presenti nell'alone cosmico convertono in una cavità risonante immersa in un intenso campo magnetico.
- La potenza prodotta a causa di questa conversione è proporzionale al campo magnetico, al volume e al Q della cavità.

$$P = \left(\frac{g_Y \alpha}{\pi f_a} \right)^2 \frac{\rho_a}{m_a} V B_0^2 Q C$$

- C è il form factor dell'haloscopio che esprime l'overlap tra il campo elettrico creato dall'assione nella conversione e i modi strutturali della cavità.

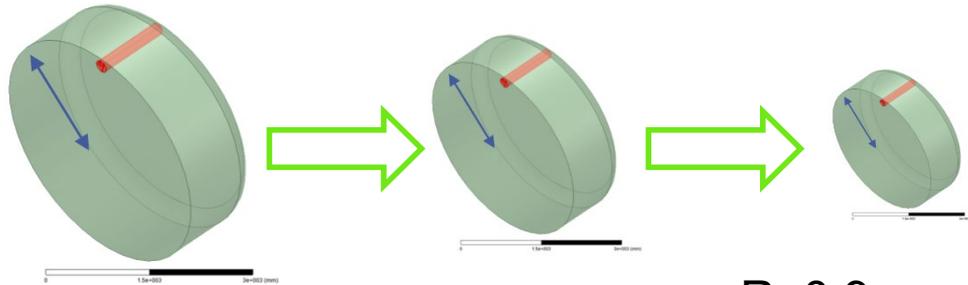
$$C = \frac{\left| \int_V d^3x \vec{E}_\omega \cdot \vec{B}_0 \right|^2}{B_0^2 V \int_V d^3x \epsilon \left| \vec{E}_\omega \right|^2}$$

	KLASH	ADMX
V	35 m ³	0.2 m ³
B ₀	0.6 T	7.6 T
Q _L	600000	200000
T	4.2 K	1.3 K
ν	64 MHz	700-800 MHz
ma	0.3 – 1 ueV	2.9-3.3 ueV
$\omega B^2 V Q_L (x10^{15})$	1	4

- La potenza però non è la fine del gioco
- La sensibilità dipende dalla temperatura e da rumore dell'amplificatore criogenico.
- Come nel caso di ADMX, anche nel nostro caso buona parte del lavoro sarà caratterizzare il rumore termico, misurare accuratamente Q, ...

- Per aumentare la regione di massa investigabile si useranno due tecniche:

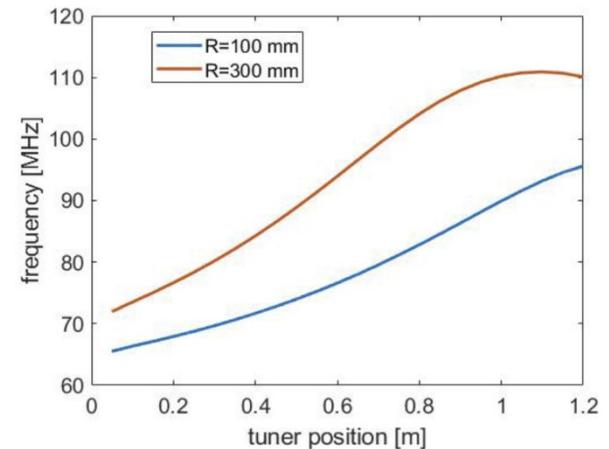
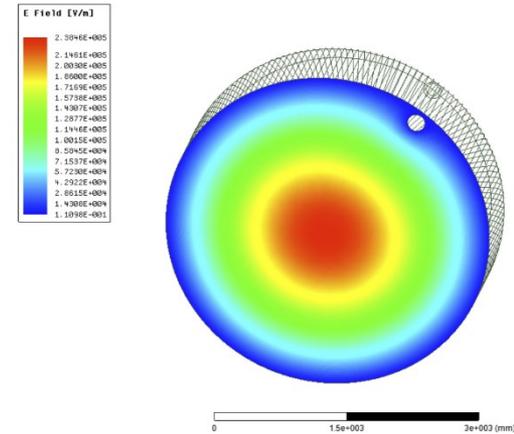
- Tuning Roads
- Cavità differenti



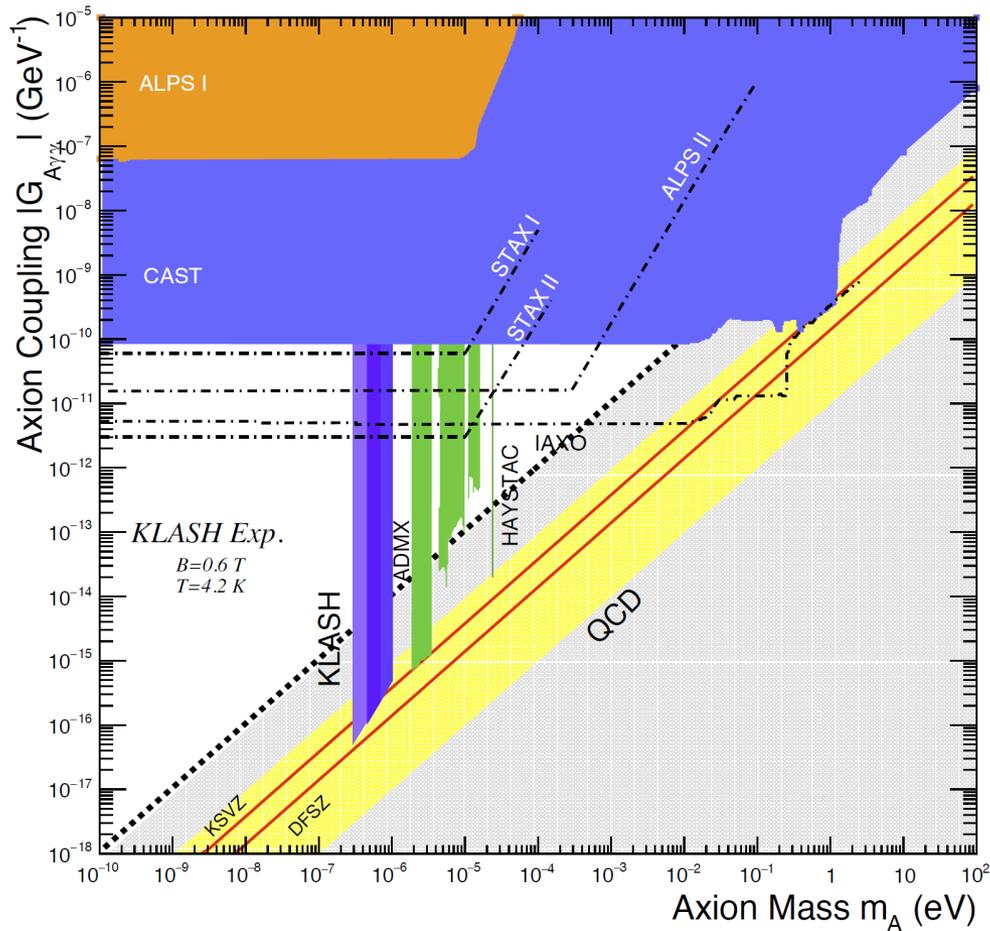
R=1.9 m
70-110 MHz

R=1.2 m
110-170 MHz

R=0.9 m
170-250 MHz



Exclusion plot



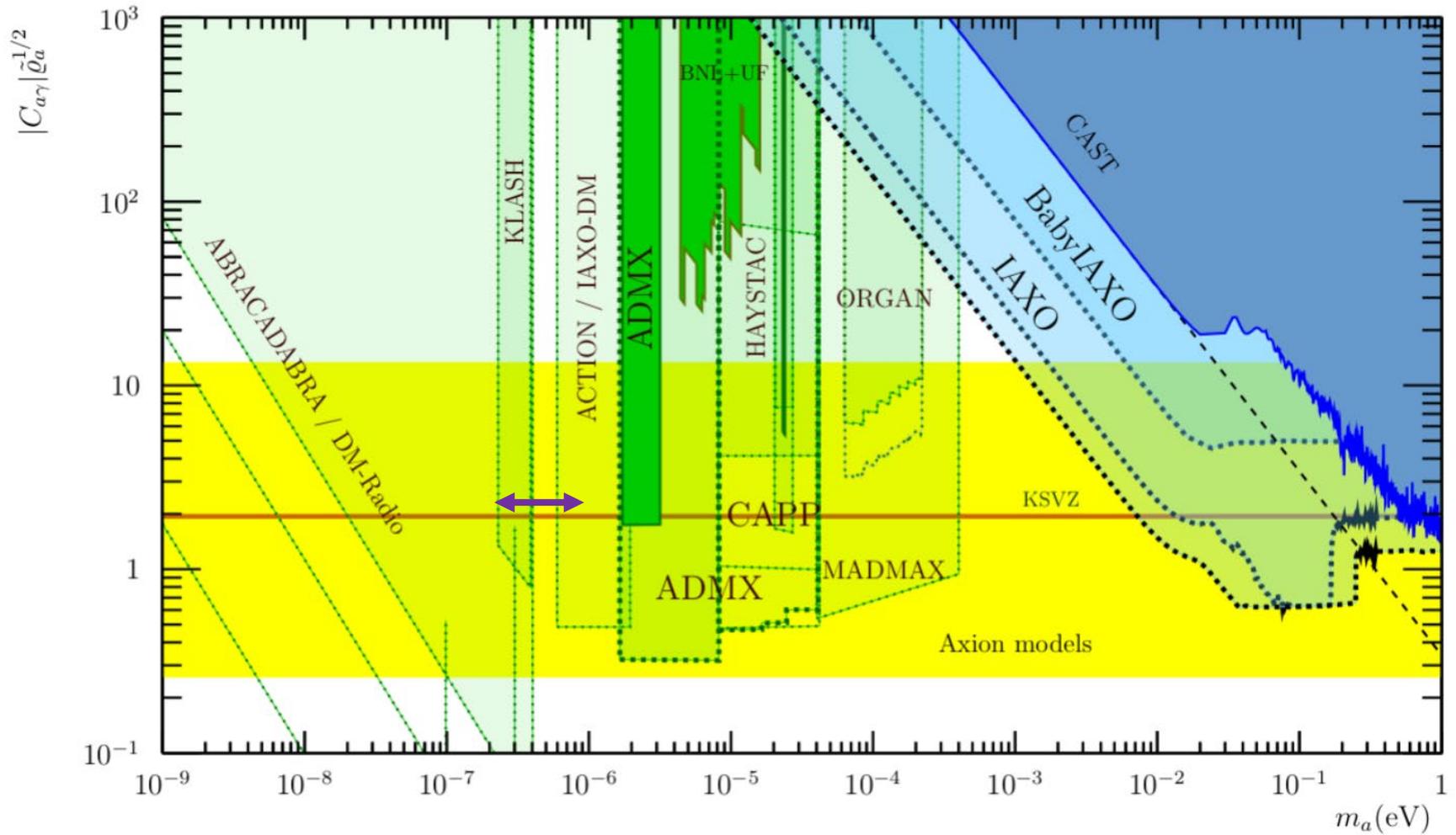
Klash ha un potenziale significativo anche per assioni QCD

Phase I	1 year data taking
Radius [m]	1.9
Frequencies [MHz]	70-110
Q (70MHz)	550,000
Power [W] (KSVZ)	1.3×10^{-22}
Rate [kHz] (KSVZ)	2.8
Integration time (min)	10

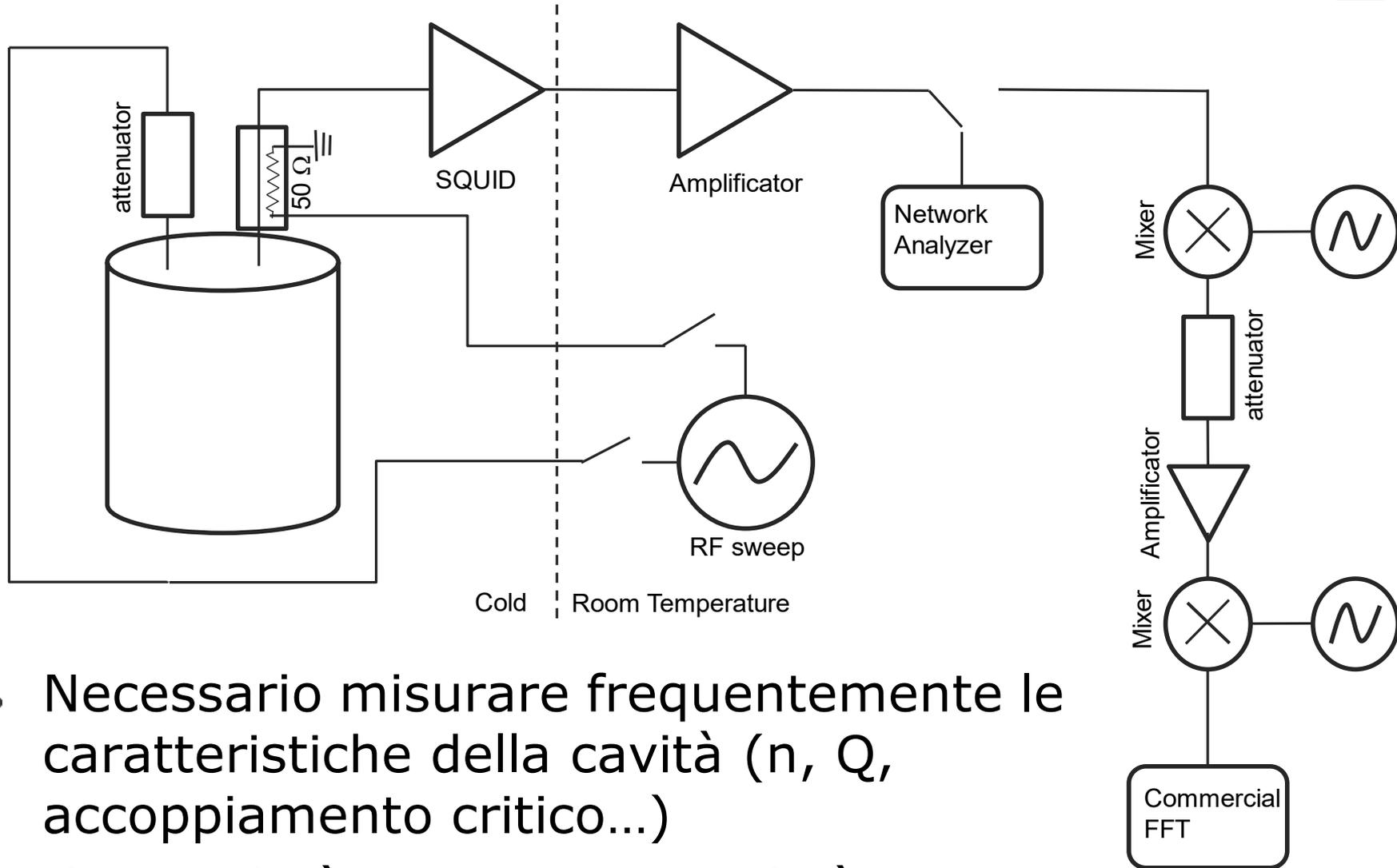
Phase II	1 year data taking
Radius [m]	1.2
Frequencies [MHz]	110-170
Q (110MHz)	500,000
Power [W] (KSVZ)	7.5×10^{-23}
Rate [kHz] (KSVZ)	1
Integration time (min)	15

Phase III	1 year data taking
Radius [m]	0.9
Frequencies [MHz]	170-250
Q (170MHz)	445,000
Power [W] (KSVZ)	4.3×10^{-23}
Rate [kHz] (KSVZ)	0.38
Integration time (min)	15

Confronto con esperimenti futuri



Schema acquisizione dati



- Necessario misurare frequentemente le caratteristiche della cavità (n , Q , accoppiamento critico...)
- Il segnale è un incremento (più o meno stretto) nella densità spettrale

Chameleons

- C'è una solida evidenza sperimentale che l'espansione dell'universo accelera.
- A questa pressione negativa si dà il nome di dark Energy.
- Potrebbe essere l'evidenza di un valore non nullo della costante cosmologica, oppure l'esistenza di un ulteriore campo scalare
- Per far tornare le osservazioni, si suppone che la massa di questo campo scalare dipenda dalla densità locale di energia → chameleons
- In alcuni modelli si suppone che i chameleons abbiano un accoppiamento elettromagnetico sostanzialmente diverso rispetto all'accoppiamento con la materia → interazione chameleons- \rightarrow fotone



Chameleons in cavità

- Come vedere i Chameleons?
- Laser in contenitore con campo magnetico
 - Il chameleons è prodotto dal fotone e rimane più tempo della vita dei fotoni stessi, quando si spegne il laser → afterglow da riconversione dopo lo spegnimento del laser
- In cavità risonanti alle microonde, sfruttando l'enhancement dovuto alla cavità (seppure ad energia più bassa del laser).
- Fotoni e chameleons all'interno della cavità possono mixare, producendo due campi che interferiscono
- Il massimo si ha per il modo TE011 (che è il modo più basso eccitabile dai chameleons)



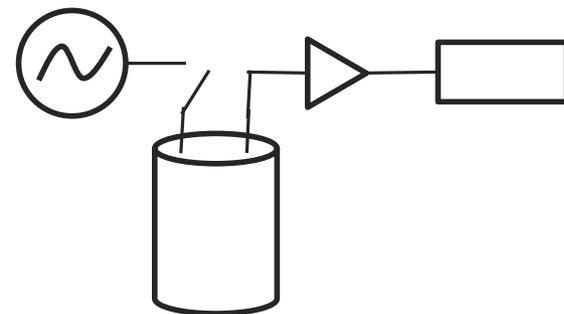
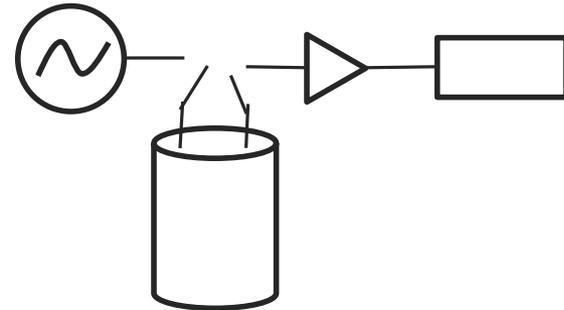
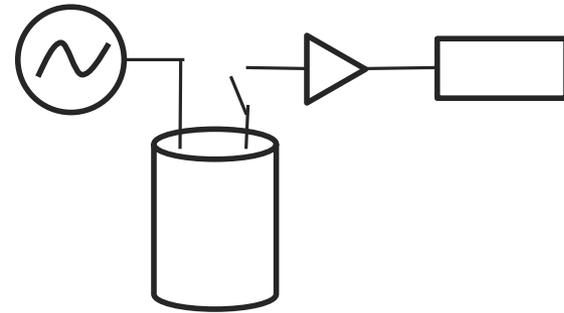
Chameleons in Klash

- Come possiamo fare in Klash?
 - Si deve stimolare, per un certo tempo, un modo TE₀₁₁ nella cavità (alla frequenza di risonanza)
 - Si spegne la sorgente esterna
 - Si aspetta che i fotoni decadano
 - Si misura la densità spettrale dopo qualche ms dallo spegnimento della rf esterna
 - Si muovono le barre e si cambia massa del chameleon.
- La potenza del segnale sarà del tipo

$$P_{out} = \frac{P_{in}(\pi\Gamma)}{2b} \left(1 - e^{\left(-\frac{\Gamma}{2} t_0\right)^2} e^{-\Gamma t} \right)$$

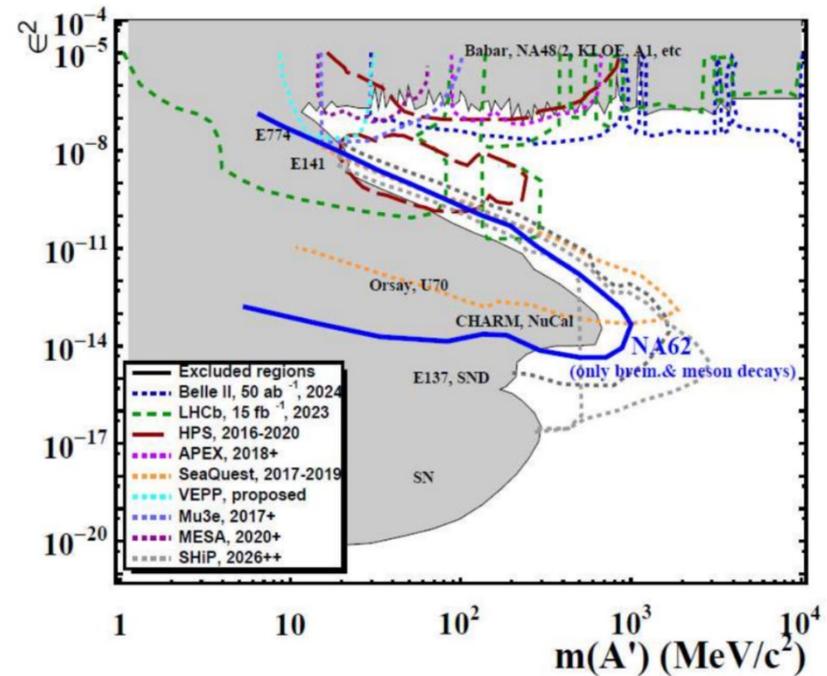
(Γ è il rate di mixing, P_{in} la potenza iniziale, b la banda della rf)

- Il segnale appare come un picco nella densità spettrale ad una frequenza specifica che decresce nel tempo in intensità

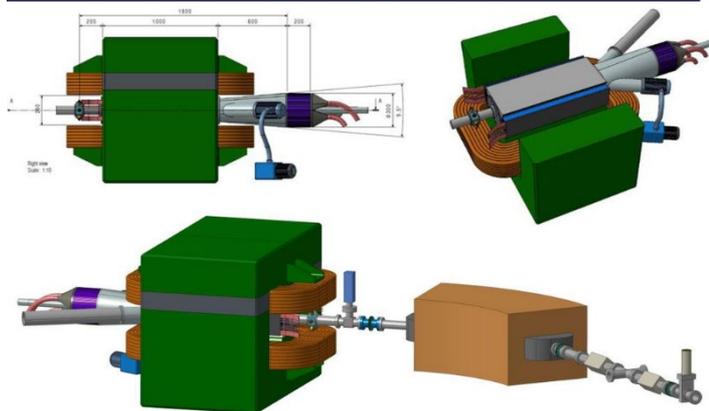


Dark Photons

- La dark matter potrebbe essere visibile in campi vettoriali che mixano con i campi vettoriali SM
- Questo mixing dark-photon con fotoni reali, potrebbe essere visto in cavità risonanti.



The PADME experiment



By C. Capocchia LNF SPAS

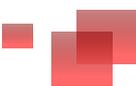
M. Raggi PADME LNF Scientific Committee

Frascati 18/05/15

12

- La ricerca di fotoni oscuri a masse molto più grandi è un argomento caldo (anche a LNF)
- Nelle cavità possiamo investigare fotoni oscuri di massa dell'ordine degli assioni ($\text{meV}-\mu\text{eV}$)

Dark Photons in Klash

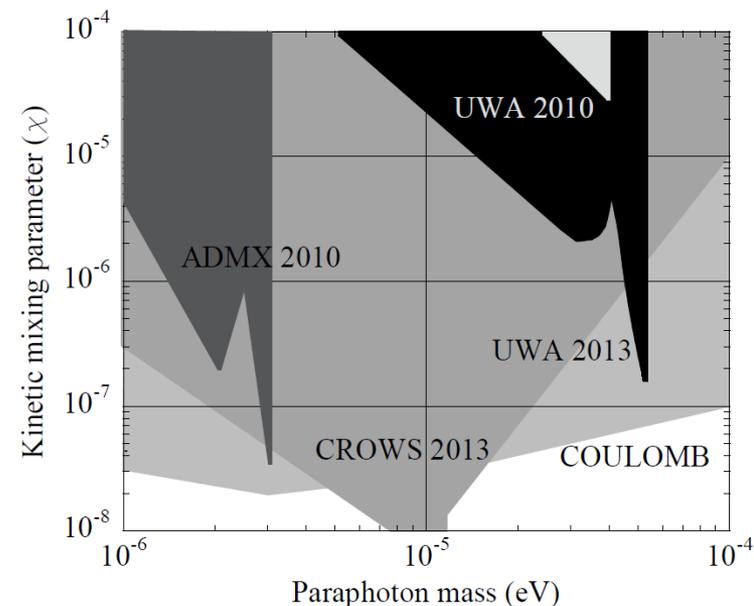
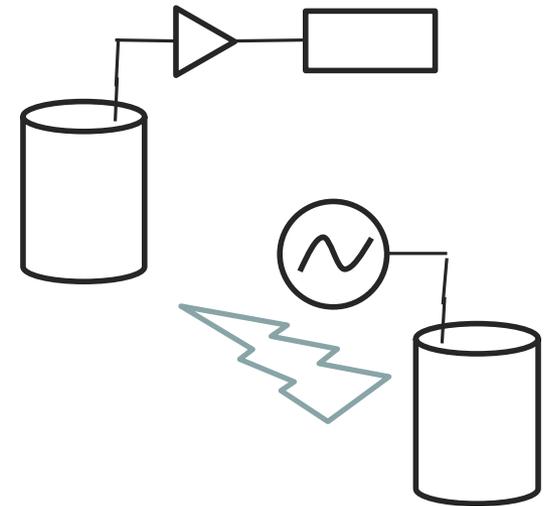


- Come possiamo osservare i fotoni oscuri?
 - 2 cavità
 - La cavità principale lavora in axions - mode (TM010 etc etc)
 - Nella seconda cavità (accordata alla stessa frequenza!!!) viene fornita una rf, per permettere il mixing fotone-fotoneoscuro.
 - La potenza è data da

$$P_{det} = \chi^4 Q_{det} Q_{em} G^2 \left(\frac{m_{\gamma'}}$$

χ è l'accoppiamento, Q i fattori di qualità, G tiene conto del fatto che il mixing avviene in posti differenti nelle due cavità)

- In linea di principio quando cambiamo la cavità, abbiamo, per alcune posizioni delle barre, la possibilità di avere cavità accordate.



Streams di dark matter

- Sono stati recentemente osservati degli stream di dark matter.
- Uno in particolare, lo stream S1, punta verso la terra.
- E' una buona occasione per i rivelatori direzionali di dark matter (???)
- Gli haloscopi possono sfruttare il fatto che in questo caso gli assioni non sono termalizzati

