



SPADA

SPAcE Dosimetry for Astronauts

Sezione di Napoli

[M. Pugliese](#), M. Durante, G. Gialanella, C. Treno

Sezione di Roma 2

M. Casolino, A. Morgia, P. Picozza, V. Zaconte

Workshop “La radiobiologia dell’INFN”

Trieste, 7 febbraio 2008



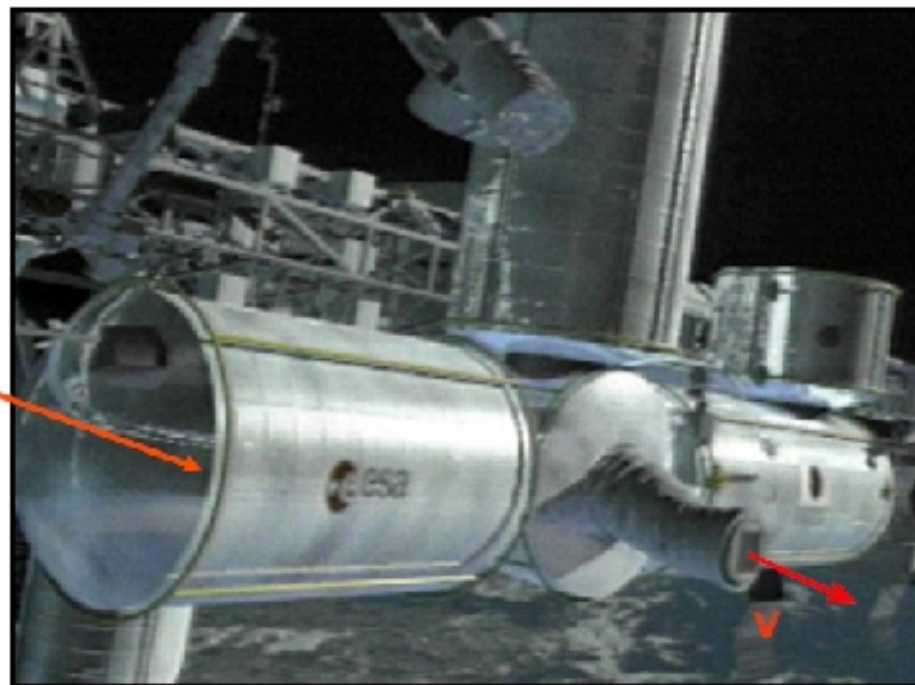
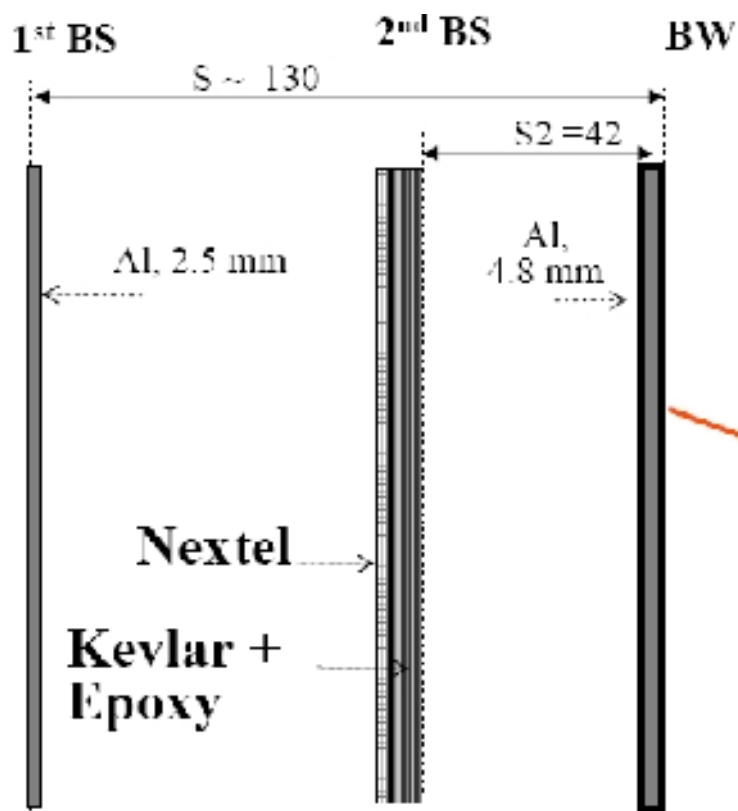
IL PROBLEMA DELLA RADIOPROTEZIONE NELLO SPAZIO

- ✓ Uno dei maggiori rischi per la salute degli equipaggi di missioni spaziali, soprattutto nel caso di viaggi interplanetari, è l'esposizione alla radiazione spaziale, composta principalmente da particelle cariche di alta energia.
- ✓ La schermatura è l'unica semplice contromisura per l'esposizione a radiazione
- ✓ La elevata energia della radiazione cosmica e la frammentazione nucleare rendono tuttavia il problema molto complesso
- ✓ La protezione degli astronauti dalla radiazione cosmica comporta quindi inevitabili compromessi nella progettazione dei futuri veicoli spaziali.

SCHERMATURE NELLO SPAZIO

- ✓ La schermatura sulle navicelle spaziali è normalmente in Al e recentemente è stato montato polietilene nelle zone di riposo della ISS, dati i risultati delle misure e dei calcoli effettuati anche dal nostro gruppo.
- ✓ Attualmente alcuni materiali, quali il Kevlar e il Nextel, stanno trovando ampie applicazioni nella costruzione di moduli gonfiabili per i veicoli o le stazioni spaziali, in quanto non vengono danneggiati a seguito di eventuali impatti con meteoriti o frammenti.
- ✓ Al fine di garantire un'efficace Radioprotezione degli astronauti, è necessario studiare come la radiazione cosmica interagisce con questi materiali.





Columbus

- Liquid H_2
- Liquid CH_4
-
- Polyethylene (CH_2)
-
- H_2O
-
-
- Al—Inadequate shielding
-
-
- Pb
-

Best



Worst

Potential range for new and multi-functional shielding materials: CH_4 adsorption on carbon forms; polymer composites; hydrides and hydride/carbon or hydride/polymer composites

E' necessario misurare le proprietà di Kevlar e Nextel, per capire se anche in termini di riduzione di dose Kevlar e Nextel possono considerarsi materiali elettivi da utilizzare nello spazio.

DOSIMETRIA FISICA

Prove sull'efficacia di questi materiali, dal punto di vista radioprotezionistico

in corso: sulla Stazione Spaziale Internazionale

ALTCRISS dosimetria passiva TLD e CR-39

dosimetria attiva Alteino

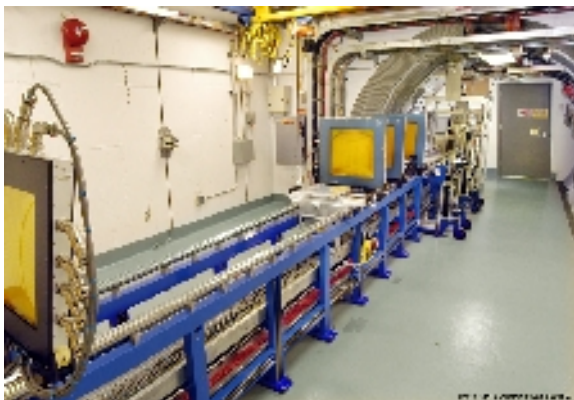
effettuate: presso acceleratori di particelle di alta energia

NSRL presso il Brookhaven National Laboratory

DOSIMETRIA “A TERRA” Materiali e Metodi

Poiché nello spazio il campo è misto e le sue componenti sono quindi difficilmente separabili, è necessario effettuare misure “a terra” per poter valutare la dose dovuta a particelle HZE.

Polietilene, Kevlar e Nextel sono stati esposti a ioni Fe di Energia 600 MeV/n e 1 GeV/n presso l'NSRL.



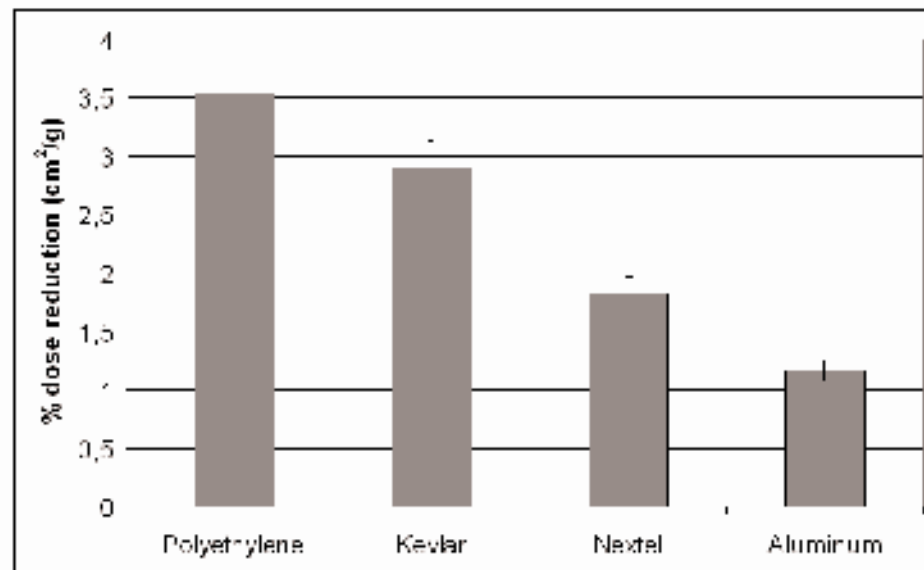
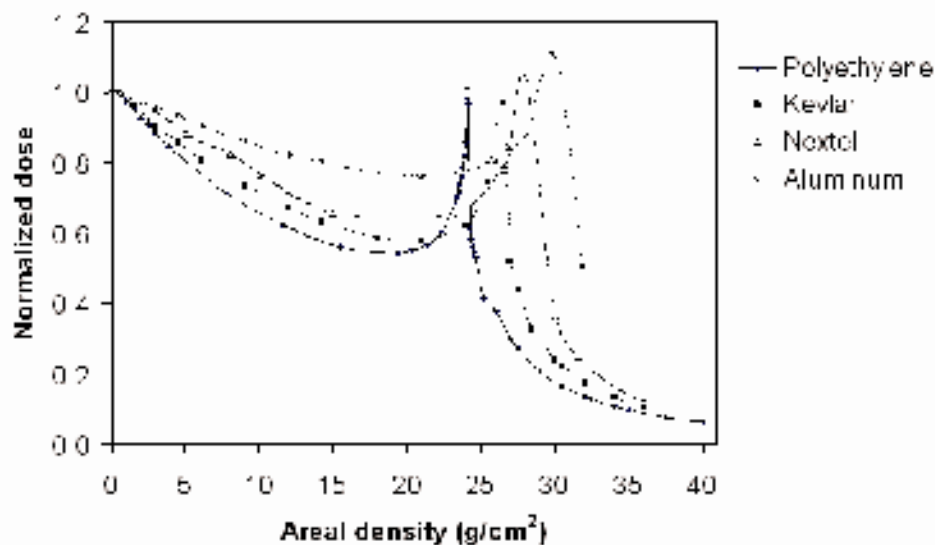
La dose è stata misurata con una camera a ionizzazione prima e dopo ogni spessore dei diversi materiali esposti.



DOSIMETRIA “A TERRA” Risultati

Curve di Bragg in Polietilene, Kevlar, e Nextel di un fascio ioni ferro a NSRL-BNL

La riduzione di dose in percentuale è maggiore nel caso del Kevlar che in quello del Nextel, a parità di spessore. Il Polietilene si conferma essere il migliore schermo, ma **il Kevlar è un eccellente schermo per la radiazione cosmica**



DOSIMETRIA NELLO SPAZIO – Missioni

Sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS)

ENEIDE: 28 febbraio 2005-24 aprile 2005, 56 giorni

SPEDIZIONE 12: 23 dicembre 2005-8 aprile 2006, 106 giorni

SPEDIZIONE 13: 26 aprile 2006- 28 settembre 2006, 154 giorni

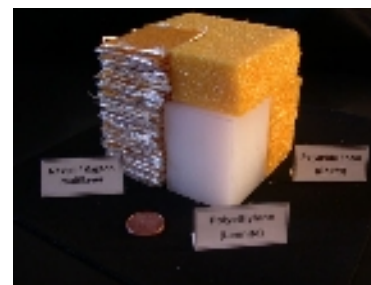
SPEDIZIONE 14: 18 settembre 2006- 21 aprile 2007, 213 giorni



ESCHIOLO

I rivelatori TLD 100 e CR-39 sono stati posizionati in buste contenenti ciascuna 4 tasche, tre delle quali schermate con uno dei materiali: Kevlar, Polietilene, Nextel, la quarta non schermata.

Spessore schermi: 5 g/cm²



Sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS)

ALTCRISS (dalla Spedizione 12 in poi)

I rivelatori TLD 100 e CR-39 sono stati posizionati in due buste interposte tra due blocchi di Polietilene e il rivelatore attivo Sileye-3/Alteino.

Spessore schermi: 5 g/cm²

Per ogni spedizione è stato poi previsto un controllo sia in volo che a terra. Quello in volo consiste nell'esposizione di rivelatori non schermati, quello a terra di rivelatori che hanno subito lo stesso trattamento degli altri fino a Baikonur, lasciati in laboratorio per tutta la durata del volo per poi rifare ritorno in Italia con quelli che sono stati esposti nello spazio.



Su Foton- LIFE Mission/esperimento **PARIDE** (**PAR**ticle and **I**on **D**osimetry **E**xperiment)

Collaborazione con ASI e Kayser Italia

Obiettivo: effettuare la dosimetria fisica all'interno di Foton e valutare l'efficacia (in termini di riduzione di dose) di schermi di alluminio e Kevlar.

Durata della missione: 12 giorni (lanciato da Baikonur il 14 settembre 2007)

Dosimetri utilizzati: TLD e dosimetri a bolle per la rivelazione dei neutroni (INFN Torino)

L'esperimento PARIDE è stato ospitato all'interno di uno dei 5 contenitori in alluminio (BIOKON), nel BIOKON 1.

E' stata inoltre effettuata la dosimetria fisica anche nei BIOKON 4 e 5 che ospitavano esperimenti di biologia.



DOSIMETRIA NELLO SPAZIO - Materiali

Sono stati utilizzati dosimetri a termoluminescenza TLD 100 (LiF:Mg,Ti)

Vantaggi: sono molto leggeri e poco ingombranti

La termoluminescenza (TL) è quel processo fisico con il quale si ha emissione di luce durante il riscaldamento di un materiale solido (isolante o semiconduttore), che è stato in precedenza esposto a radiazioni.

I materiali a TL assorbono energia dalla radiazione durante l'esposizione e "conservano" questa energia fino a quando non vengono opportunamente riscaldati.

La lettura dei TLD è stata effettuata mediante un lettore manuale Harshaw mod. 3500.



L'intensità della luce emessa è funzione della temperatura e la curva caratteristica è denominata "glow curve".

DOSIMETRIA NELLO SPAZIO – Risultati 1

Schermo: Polietilene (ALTCRISS)

Flight Test	Dose (Polyethylene)	Dose (Space Control)
EXPEDITION 12	0,20	0,22
EXPEDITION 13	0,22	0,26
EXPEDITION 14	0,21	0,23

La dose è espressa in mGy/d

Il Polietilene è un buono schermo

DOSIMETRIA NELLO SPAZIO – Risultati 2

Schermi: Polietilene, Kevlar e Nextel (ESCHILO)

Flight Test	Dose Polyethylene	Dose Kevlar	Dose Nextel	Dose No Shield
ENEIDE	0,27	0,27	0,28	0,29
EXPEDITION 12	0,23	0,26	0,28	0,28
EXPEDITION 13	0,25	0,25	0,26	0,29
EXPEDITION 14	0,21	0,21	0,21	0,22

La dose è espressa in mGy/d

Non c'è una differenza statisticamente significativa tra i valori di dose ottenuti per i TLD schermati con i diversi schermi e quelli non schermati, una piccola differenza la si riscontra nelle spedizioni 12 e 13.

DOSIMETRIA NELLO SPAZIO – Risultati 3

Schermi: Alluminio e Kevlar (LIFE mission on Foton)

I TLD sono stati letti, stiamo analizzando i risultati tenendo conto sia di ulteriori schermi che di una sorgente gamma (0.104 rad/d) all'interno di Foton, e quindi della distanza dei diversi BLOKON da essa.

CONCLUSIONI

- ✓ Gli esperimenti “a terra” hanno dimostrato che il Kevlar è un eccellente schermo per la radiazione cosmica
- ✓ Gli esperimenti “in volo” hanno confermato che il Polietilene è un ottimo schermo. I dati sull'efficacia degli altri schermi in termini di riduzione di dose devono evidentemente essere integrati con quelli relativi ad altre spedizioni

Il lavoro continua...

- ✓ Siamo in attesa dei TLD relativi alla spedizione 15 (ultimata), e alla spedizione 16 (in corso)
- ✓ Stiamo preparando il materiale per la spedizione 17 (TLD 600 e 700), che inizierà in primavera
- ✓ Ci attende l'analisi dei rivelatori CR-39, nonché l'ultimazione dell'analisi dei dati relativi a Foton.