

Richiesta sblocchi sub-judice e di richieste di finanziamento in corso d'anno per l'esperimento PAX da utilizzare per la realizzazione del rivelatore dell'esperimento di filtraggio in spin.

1) Introduzione:

Rivelatore per esperimenti di spin-filtering.

Il rivelatore da utilizzare negli esperimenti di spin-filtering costituisce un dispositivo multifunzione che deve servire da polarimetro di fascio e rivelatore di particelle di rinculo per la misura di sezioni d'urto dipendenti dallo spin. Il rivelatore deve funzionare in un grande intervallo di energie della particella incidente (50 MeV-500 MeV) ed essere adatto alla configurazione dei magneti di diversi acceleratori (COSY a Jülich, ed AD al CERN).

La configurazione finale del rivelatore, prevede l'utilizzo di (almeno) tre serie di quattro telescopi di silicio in configurazione a diamante, longitudinalmente disposti lungo la cella. Ogni telescopio e' costituito da due sensori.

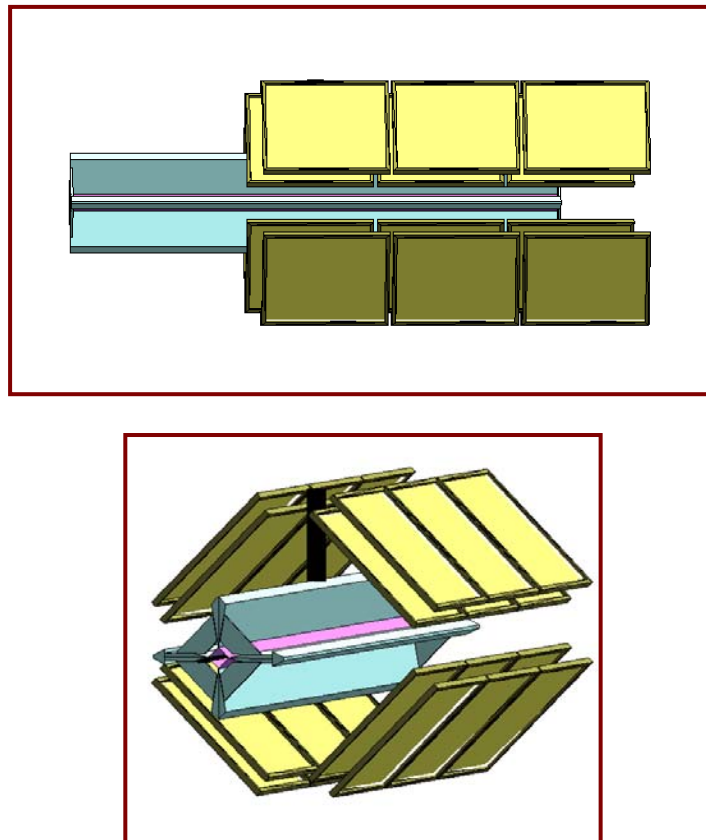


FIGURA I: Geometrica del rivelatore per gli esperimenti di spin-filtering. La configurazione prevede l'utilizzo di (almeno) tre serie di quattro telescopi in configurazione a diamante. Al centro la cella di accumulazione.

La scelta dei sensori, per le ragioni che saranno esposte nel seguito, è caduta sui sensori TIGRE/MUST-2 della ditta Micron-Semiconductors di dimensione $97 \times 97 \text{ mm}^2$, i sensori sono double-sided con un pitch di $758 \mu\text{m}$ (128 strips per lato). Lo spessore del silicio è quello "standard" di $300 \mu\text{m}$.

I sensori TIGRE sono attualmente utilizzati nel rivelatore di rinculo dell'esperimento HERMES. Tali sensori si renderanno disponibili alla fine del 2007. Sebbene esistano delle

oggettive difficoltà tecnologiche da risolvere, il loro utilizzo (almeno parziale) per gli scopi dell'esperimento sembra possibile.

2) Progettazione del rivelatore

Questa sezione si propone di fornire un quadro riassuntivo del lavoro effettuato negli ultimi mesi. Una presentazione dedicata a tal riguardo è stata effettuata durante il Collaboration Meeting di PAX tenutosi a Ferrara nel periodo 29.05-01.06 e può essere scaricata all'indirizzo:

[http://web.fe.infn.it/spinwiki/index.php/29-05-2007_ANKE-](http://web.fe.infn.it/spinwiki/index.php/29-05-2007_ANKE-PAX_Workshop_on_SPIN_PHYSICS)

[PAX_Workshop_on_SPIN_PHYSICS](http://web.fe.infn.it/spinwiki/index.php/29-05-2007_ANKE-PAX_Workshop_on_SPIN_PHYSICS)

Ulteriori dettagli si possono trovare sulla pagina wiki dell'esperimento PAX all'indirizzo:

http://apps.fz-juelich.de/pax/paxwiki/index.php/Main_Page

al link: "Simulations for spin-filtering experiments".

La progettazione del rivelatore è stata finalizzata tenendo in considerazione le seguenti esigenze:

- compatibilità con l'operazione dell'anello di antiprotoni AD,
- risoluzione nella ricostruzione del vertice degli eventi generati.
- massimizzazione dell'accettanza;

2.a) Compatibilità con l'operazione dell'anello AD.

L'inserimento di un bersaglio polarizzato in AD e della relativa cella di accumulazione richiede l'adattamento della configurazione magnetica dell'anello. La soluzione prevede l'inserimento di 2 gruppi di tre quadrupoli in una delle sezioni rette della macchina. Il particolare tipo di funzionamento dell'anello prevede l'iniezione degli antiprotoni nell'anello ad un'energia di 2.5 GeV ed i successivi raffreddamento e decelerazione. Prima del processo di raffreddamento, l'emittanza del fascio di antiprotoni è tale da occupare l'intera accettanza della macchina. In queste condizioni la dimensione del fascio di antiprotoni è tale da richiedere l'apertura della cella di accumulazione (che ha dimensione traversa di $10 \times 10 \text{ mm}^2$). Il fascio presenta inoltre diversa estensione nelle due dimensioni trasverse x e y: in particolare risulta ellittico con asse y (100 mm) molto maggiore dell'asse x (40 mm). L'utilizzo di sensori di silicio di grandi dimensioni come quelli proposti presenta il vantaggio di permettere l'iniezione del fascio di antiprotoni nell'anello semplicemente aprendo la cella di accumulazione nella direzione x, senza richiedere anche l'apertura del rivelatore stesso. Si fa presente che la cella di accumulazione stessa verrà disegnata e realizzata presso l'officina meccanica di Ferrara.

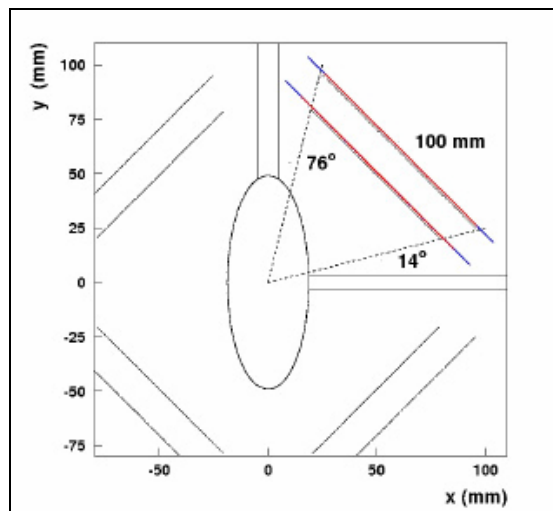


FIGURA 2: Involuppo del fascio di antiprotoni nell'anello AD all'iniezione e prima del raffreddamento stocastico. L'utilizzo dei rivelatori TIGRE/MUST2 non rende necessaria l'apertura del rivelatore, ma solo della cella di accumulazione onde non interferire con il fascio stesso.

2.b) Risoluzione nella ricostruzione dei vertici;

I rivelatori TIGRE/MUST-2 presentano uno spessore di 300 μm ed una distanza tra le strips di 758 μm . Un criterio per valutare se questi parametri soddisfino alle esigenze dell'esperimento è quello di guardare alla risoluzione ottenibile sul vertice delle tracce ricostruite.

Con i parametri sopra esposti è stata stimata e confermata dalle simulazioni una risoluzione sul vertice delle tracce inferiore a 2 mm. Questa risoluzione permette la separazione delle tracce provenienti dal bersaglio vero e proprio con quelle che si originano sulle pareti della cella di accumulazione e che rappresentano il fondo. La risoluzione risulta limitata dallo scattering multiplo nelle pareti della cella e nel rivelatore stesso.

strip pitch	mm	0.5 mm			0.758 mm		
beam energy	MeV	43	120	220	43	120	220
$\sigma\vartheta_{lab}$	deg	0.77	0.35	0.25	0.81	0.42	0.32
$\sigma\phi$	deg	0.26	0.16	0.12	0.27	0.18	0.14
vertex $\sigma_x = \sigma_y$	mm	1.90	1.35	1.20	2.05	1.47	1.35
vertex σ_z	mm	0.34	0.19	0.14	0.35	0.21	0.17

TABELLA I: Confronto delle risoluzioni ottenute con due diversi strip pitch. A causa del multiple scattering la risoluzione non migliora diminuendo il pitch da 758 μm a 500 μm .

2.c) Accettazione.

Onde massimizzare il rate di eventi la geometria del detector deve coprire la massima accettazione possibile.

La proposta configurazione di tre serie longitudinali di quattro telescopi azimutalmente disposti a diamante consente di ricostruire circa il 17 % degli eventi di collisioni antiprotono-protone elastiche. La struttura modulare consente una facile estensione ad un numero maggiore di rivelatori.

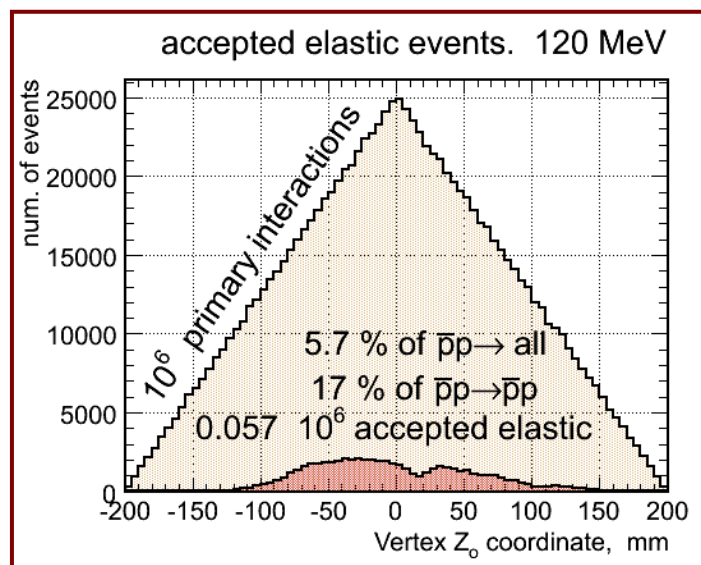


FIGURA 2: Distribuzione lungo l'asse z degli eventi generati ed accettati nel rivelatore.

3) Possibile utilizzo sensori TIGRE dell'esperimento HERMES.

E' stata presa in considerazione anche la possibilità di utilizzare almeno parzialmente i sensori dell'esperimento HERMES.

Una delle difficoltà da superare è rappresentata dalla necessità di rieffettuare il bonding del sensore con l'elettronica di front-end. HERMES utilizza infatti HELIX-chips che prevedono trigger esterno, mentre per l'esperimento PAX è necessario prevedere l'uso di chips che prevedano il self-triggering quali i VA32TA2 della IDEAS.

Un'ulteriore aspetto da considerare è rappresentato dalla necessità di introdurre un sistema di raffreddamento. L'esperienza evidenzia infatti il rapido incremento della leakage-current dei sensori di silicio in presenza di ambiente di idrogeno atomico.

Infine, c'è da considerare la presenza di fogli di kapton sull'area sensibile del rivelatore. Si può pensare di ovviare all'inconveniente disponendo opportunamente i rivelatori con il foglio di kapton sul lato esterno rispetto al fascio.

E' ragionevole pensare stimare un'efficienza di recupero del 50 % dei 16 sensori del rivelatore di HERMES il che si traduce in una disponibilità di 8 sensori.

4) Richieste:

a) Consumo

La realizzazione del rivelatore richiede in totale l'utilizzo di 24 sensori (8 per ognuna delle tre serie) sensori del tipo TIGRE/MUST-2. Considerati gli 8 sensori che si conta di recuperare da HERMES e la necessità di spare, si prevede di ordinare complessivamente dalla Micron 20 rivelatori, nell'arco di 2 anni. La Micron garantisce la consegna in un anno dall'effettuazione dell'ordine. Onde poter effettuare gli esperimenti di spin-filtering a COSY nel 2009 e di quelli ad AD nel 2010 è necessario prevedere all'effettuazione di due ordini di 10 rivelatori: il primo entro la fine del 2007 ed il secondo entro la fine del 2008.

Il costo di un singolo rivelatore è di 10 keuro.

A questo scopo, si richiede lo sblocco dei 35 keuro sub-judice (da aggiungersi ai 15 keuro già stanziati) e si richiedono addizionali 50 keuro. La cifra di 100 keuro garantisce l'ordine di 10 rivelatori entro il 2007. Si fa notare che i fondi stanziati sub-judice, erano vincolati all'esito delle simulazioni sul rivelatore. I restanti 100 keuro saranno richiesti nel 2008.

b) Trasferte estero

La sezione di Ferrara è impegnata su vari fronti dell'esperimento. Alle attività già menzionate in sede di richieste 2006, si aggiungono nuovi impegni legati allo sviluppo dell'elettronica di acquisizione ed al recupero del silicio del recoil detector di HERMES.

L'ing. Angelo Cotta Ramusino dell'officina elettronica sta attualmente disegnando una scheda di trigger da utilizzare con la nuova scheda di acquisizione sviluppata presso il Laboratorio Centrale di Elettronica del Forschung Zentrum-Jülich. La scheda sarà pronta per fine settembre. Sarà richiesta la presenza a Jülich nei mesi di ottobre e novembre per il commissioning della scheda prima senza e poi sul fascio. Si richiedono 2 persone per un mese: totale 2 mesi uomo.

Si richiedono addizionali fondi di trasferta per lo smontaggio del silicio del recoil detector di HERMES (2 persone per una settimana) e la successiva calibrazione presso l'Università di Erlangen (2 persone per una settimana). La richiesta complessiva è di un mese uomo.

La richiesta totale di trasferte estere addizionali è di 3 mesi uomo.